

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI**  
**EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**  
**FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI**

**PROBLEME DAYALI ÖĞRENME SÜRECİNDE ISI VE SICAKLIK**  
**KAVRAMLARININ GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR DURUM ÇALIŞMASI**

**DOKTORA TEZİ**

Hazırlayan  
**Hasan Şahin KIZILCIK**

**ANKARA**  
**Şubat, 2012**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI**  
**EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**  
**FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI**

**PROBLEME DAYALI ÖĞRENME SÜRECİNDE ISI VE SICAKLIK**  
**KAVRAMLARININ GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR DURUM ÇALIŞMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**Hasan Şahin KIZILCIK**

**Danışman: Prof. Dr. Mustafa TAN**

**ANKARA**

**Şubat, 2012**

**JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI**

Hasan Şahin KIZILCIK'ın “Probleme Dayalı Öğrenme Sürecinde Isı ve Sıcaklık Kavramlarının Gelişimi Üzerine Bir Durum Çalışması” başlıklı tezi 01.02.2012 tarihinde, jürimiz tarafından Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

Başkan: Prof. Dr. Rahmi YAĞBASAN

.....

Üye: Prof. Dr. Mustafa TAN (Tez Danışmanı)

.....

Üye: Prof. Dr. Bilal GÜNEŞ

.....

Üye: Doç. Dr. Mehmet Fatih TAŞAR

.....

Üye: Doç. Dr. Pervin ÜNLÜ

.....

## ÖN SÖZ

Bu araştırmaya deneyimi ve yol göstericiliği ile yön veren, sonsuz bir sabırla sonuçlanmasını bekleyen danışmanım Prof. Dr. Mustafa TAN'a; Tez İzleme Komitesi'nde yer alan ve bana deneyimleri ile yol gösteren değerli hocalarım Prof. Dr. Bilal GÜNEŞ ve Doç. Dr. Mehmet Fatih TAŞAR'a teşekkür ederim. Çalışma sırasında bilimsel anlamda önerilerde bulunan veya hakemlik yaparak bana yardımcı olan, desteklerini ve yol göstericiliklerini esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Şebnem Kandil İNGEÇ, Doç. Dr. Pervin ÜNLÜ, Yard. Doç. Dr. Süleyman YAMAN, Dr. Yasin ÜNSAL, Dr. Çağlar GÜLÇİÇEK, Dr. Gökhan SERİN'e teşekkür ederim. Yine öneri ve uyarılarıyla bilerek ya da bilmeyerek bu çalışmaya katkıda bulunan, çalışmada hakemlik görevini üstlenen veya bana yardımcı olan meslektaşlarım ve aynı zamanda arkadaşlarım olan Müge AKPINAR, Vedat MERT, Esin ŞAHİN, Volkan DAMLI ve Nuray ÖNDER'e minnettarlıklarımı sunarım.

Özellikle bana her türlü destek olan annem, babam ve kardeşim başta olmak üzere, arkadaşlarıma ve bu çalışmada bana destek olan herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Hasan Şahin KIZILCIK**

**Ankara, Şubat 2012**

## ÖZET

### PROBLEME DAYALI ÖĞRENME SÜRECİNDE ISI VE SICAKLIK KAVRAMLARININ GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR DURUM ÇALIŞMASI

KIZILCIK, Hasan Şahin  
Doktora, Fizik Öğretmenliği Bilim Dalı  
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa TAN  
Şubat-2012, 482 Sayfa

Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde kavramakta güçlük çektikleri ısı ve sıcaklığa ilişkin temel kavramların ve bu kavramlar arası ilişkilerin Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) sürecindeki değişiminin nasıl gerçekleştiğini incelemektir. Bu amaçla; ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları incelenmek üzere seçilmiştir. Isı aktarımı, hal değiştirme ve genleşme olayları da örnek olarak ele alınmıştır.

Araştırma, lisans eğitimi sırasında Termodinamik dersi almamış Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği ikinci sınıf öğrencilerinden amaçlı olarak seçilmiş 13 gönüllü katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılardan elde edilen veriler, nicel ve nitel tekniklerden yararlanarak çözümlenmiştir. Süreç başında ve sonunda çoktan seçmeli kavramsal test uygulanmıştır. Ayrıca süreç de öğrenciler tarafından kendilerine verilen çeşitli formlarla değerlendirilmiştir. Beş hafta boyunca her hafta öğrencilerden altısı ile kavramlar ve olaylar üzerine yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Bu öğrencilerden biri ile yapılan görüşmeler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Analizde üçgenleme yapılmıştır. Verilerin analizinde nicel veriler için betimsel istatistikler, nitel veriler için ise betimsel analiz ve içerik analizi yapılarak gömülü kuramın teknikleri kullanılmıştır.

Gömülü kuram yardımıyla katılımcının düşünceleri arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılmıştır. Böylelikle öğrencinin öğrenme süreci betimlenmiştir. Araştırma bulguları,

ısı kavramının iç enerjiyi de kapsayacak biçimde tanımlandığını göstermiştir. İç enerji kavramının öğrenilmesine ısı kavramı engel olmaktadır. Isı aktarım yollarından ışıma en az bilinendir. Sıcaklık kavramı en iyi algılanan ama tanımlanamayan bir kavramdır. Ayrıca, PDÖ'nün kavramsal değişime olumlu katkıları olduğu görülmüştür. PDÖ'nün duyuşsal etkileri olumludur.

**Anahtar Sözcükler:** Probleme Dayalı Öğrenme, öğrenme süreçleri, kavramsal değişim, ısı, sıcaklık, iç enerji.

## ABSTRACT

### A CASE STUDY ON DEVELOPMENT OF HEAT AND TEMPERATURE CONCEPTS IN PROCESS OF PROBLEM-BASED LEARNING

KIZILCIK, Hasan Şahin  
PhD Dissertation, Physics Education Program  
Advisor: Prof. Dr. Mustafa TAN  
February-2012, 482 Pages

The purpose of this study is to investigate development of basic concepts related to heat and temperature concepts that arouse certain difficulties in the learning processes of the students and relationship between these concepts in the Problem-Based Learning (PBL) process. For this aim, the concepts of heat, temperature and internal energy were selected in order to investigate. Heat transfer, phase boundary and expansion processes were also addressed as examples.

In this study, purposive sample was composed of 13 second year voluntary students in the department of Physics Teaching in the Faculty of Education in Gazi University who did not take the Thermodynamics lesson. Data obtained from the participants were analysed through qualitative and quantitative techniques. A multiple-choice conceptual test was applied as a pre-test and post-test. Furthermore, students were asked to assess the process of PBL by filling some forms. Through five weeks, semi-structured interviews were applied with six of participants about concepts and events every week. Data belonging to one of these students were analysed in detail. Triangulation was used in this analysis. Descriptive statistics were used for quantitative data. Techniques of the grounded theory were used for qualitative data by using descriptive analysis and content analysis statistics.

Relationships between participant's thoughts were revealed with the help of grounded theory. As a result, participant's learning process was described. Findings of

research showed that the concept of heat was defined by including internal energy concept. The heat concept prevent to the learning of internal energy concept. Radiation which is one of the heat transfer ways is known the least. The concept of temperature is perceived best, but cannot be identified easily. Furthermore, it was determined to PBL has positive contribution to conceptual change process. What's more, PBL process has positive effects on affective domain.

**Keywords:** Problem-Based Learning, learning process, conceptual change, heat, temperature, internal energy.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                |      |
|--------------------------------------------------------------------------------|------|
| JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI .....                                             | i    |
| ÖN SÖZ .....                                                                   | ii   |
| ÖZET .....                                                                     | iii  |
| ABSTRACT .....                                                                 | v    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                              | vii  |
| TABLolar LİSTESİ .....                                                         | xvi  |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                                                         | xvii |
| KISALTMALAR LİSTESİ .....                                                      | xxi  |
| 1. GİRİŞ.....                                                                  | 1    |
| 1.1. Problem.....                                                              | 1    |
| 1.1.1. Problem Tümcesi .....                                                   | 14   |
| 1.2. Amaç.....                                                                 | 14   |
| 1.3. Önem .....                                                                | 15   |
| 1.4. Varsayımlar .....                                                         | 17   |
| 1.5. Sınırlılıklar.....                                                        | 17   |
| 1.6. Tanımlar.....                                                             | 18   |
| 2. KURAMSAL YAPI.....                                                          | 20   |
| 2.1. Problem Nedir?.....                                                       | 20   |
| 2.1.1. Problem Türleri.....                                                    | 23   |
| 2.1.1.1. Yapı Bakımından Problem Türleri .....                                 | 23   |
| 2.1.1.1.1. İyi yapılandırılmış problemler (Sıradan problemler) .....           | 23   |
| 2.1.1.1.2. İyi yapılandırılmamış problemler (Sıradan olmayan problemler) ..... | 24   |
| 2.1.1.2. İçerik ve Çözüm Yollarının Düzeyi Bakımından Problem Türleri .....    | 25   |
| 2.1.1.2.1. Birinci Düzey .....                                                 | 25   |

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.1.2.2. İkinci Düzey .....                                                            | 25 |
| 2.1.1.2.3. Üçüncü Düzey .....                                                            | 25 |
| 2.1.1.2.4. Dördüncü Düzey .....                                                          | 26 |
| 2.2. Problem Çözme Nedir? .....                                                          | 28 |
| 2.3. Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ).....                                                  | 31 |
| 2.3.1. Probleme Dayalı Öğrenmenin Tarihsel Gelişimi.....                                 | 31 |
| 2.3.2. Probleme Dayalı Öğrenmenin Temel İlkeleri.....                                    | 33 |
| 2.3.3. Probleme Dayalı Öğrenmenin Amaçları.....                                          | 34 |
| 2.3.4. Probleme Dayalı Öğrenme ve Küme Çalışması .....                                   | 35 |
| 2.3.5. Probleme Dayalı Öğrenmenin Uygulanması .....                                      | 37 |
| 2.3.5.1. Probleme Dayalı Öğrenmenin Basamakları .....                                    | 37 |
| 2.3.5.2. Probleme Dayalı Öğrenmede Problem Durumu ve Senaryo Yazımı.....                 | 42 |
| 2.3.5.3. Probleme Dayalı Öğrenmede Eğitmenin Konumu.....                                 | 45 |
| 2.3.5.4. Probleme Dayalı Öğrenmede Öğrencinin Konumu.....                                | 48 |
| 2.3.5.5. Probleme Dayalı Öğrenmede Değerlendirme.....                                    | 51 |
| 2.3.5.6. Probleme Dayalı Öğrenmenin Uygulanmasında Karşılaşılabilecek<br>Güçlükler ..... | 52 |
| 3. YÖNTEM .....                                                                          | 54 |
| 3.1. Araştırmanın Modeli.....                                                            | 54 |
| 3.2. Katılımcılar .....                                                                  | 60 |
| 3.2.1. Katılımcıların Seçimi .....                                                       | 61 |
| 3.2.2. Katılımcıların Özellikleri .....                                                  | 61 |
| 3.3. Veri Toplama Araçları.....                                                          | 65 |
| 3.3.1. Isı ve Sıcaklık Kavram Ölçeği (ISKÖ) .....                                        | 68 |
| 3.3.1.1. Ölçeğin Geliştirilmesi.....                                                     | 68 |
| 3.3.1.2. Ölçeğin Uygulanması .....                                                       | 72 |
| 3.3.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu .....                                          | 72 |
| 3.3.3. PDÖ Oturum Formları .....                                                         | 75 |
| 3.3.3.1. Problemin Analizi Formu (PAF) .....                                             | 76 |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.3.3.2. Alt Problem Formu (APF).....                                              | 77  |
| 3.3.3.3. Problemin Çözümü Formu (PÇF) .....                                        | 77  |
| 3.3.3.4. Beyin Fırtınası Formu (BFF).....                                          | 77  |
| 3.3.3.5. Deneysel Araştırma Formu (DAF) .....                                      | 78  |
| 3.3.4. PDÖ Değerlendirme Formları.....                                             | 78  |
| 3.3.4.1. Senaryo Değerlendirme Formu (SDF) .....                                   | 79  |
| 3.3.4.2. Etkinlik Değerlendirme Formu (EDF) .....                                  | 80  |
| 3.3.4.3. Öz Değerlendirme Formu (ÖDF) .....                                        | 80  |
| 3.3.4.4. Küme Arkadaşını Değerlendirme Formu (KADF).....                           | 81  |
| 3.4. Verilerin Analiz Yöntemi .....                                                | 81  |
| 3.4.1. Nicel Verilerin Analizi.....                                                | 82  |
| 3.4.2. Nitel Verilerin Analizi .....                                               | 83  |
| 3.5. Geçerlilik ve Güvenilirlik .....                                              | 86  |
| 3.6. Araştırmanın Betimsel Çerçevesi .....                                         | 88  |
| 3.6.1. Araştırmacı-Katılımcı Etkileşiminin Derecesi.....                           | 90  |
| 3.6.2. Katılımcı-Ölçüm Aracı Etkileşiminin Doğası .....                            | 90  |
| 3.6.3. Örneklem ve Odak .....                                                      | 90  |
| 3.6.4. Bağlamsal Kurgu .....                                                       | 91  |
| 3.6.5. Zamansal Kurgu.....                                                         | 91  |
| 3.6.6. İncelemenin Derinliği .....                                                 | 93  |
| 3.6.7. Veri Biçimi.....                                                            | 93  |
| 3.6.8. Verilerin Analizi .....                                                     | 94  |
| 3.6.9. Araştırmacının Bakış Açısı .....                                            | 94  |
| 4. BULGULAR ve YORUM.....                                                          | 95  |
| 4.1. PDÖ Sürecinin Duyuşsal Etkileri ile İlgili Bulgular ve Değerlendirilmesi..... | 95  |
| 4.1.1. Senaryo Değerlendirme Formu'nun (SDF) Analizi .....                         | 95  |
| 4.1.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizi.....                              | 100 |
| 4.1.3. Etkinlik Değerlendirme Formu'nun (EDF) Analizi .....                        | 107 |

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1.4. Küme Arkadaşını Değerlendirme Formu (KADF) ve Öz Değerlendirme Formu'nun (ÖDF) Analizi.....       | 113 |
| 4.2. Kavramsal Yapı ile İlgili Bulgular ve Değerlendirilmesi.....                                        | 123 |
| 4.2.1. ISKÖ'den Elde Edilen Verilerin Analizi .....                                                      | 123 |
| 4.2.1.1. ISKÖ için Ön Test ve Son Test Verilerinin Genel Karşılaştırması.....                            | 123 |
| 4.2.1.2. ISKÖ Verilerinin Ekin için Bireysel Analizi.....                                                | 125 |
| 4.2.2. Ekin'in İçinde Olduğu Kümenin PDÖ Oturum Formlarının ve Diğer Belgelerinin Betimsel Analizi.....  | 130 |
| 4.2.2.1. Problemin Analizi Oturumu Belgeleri ve Değerlendirilmesi .....                                  | 131 |
| 4.2.2.1. Birinci Alt Problem Oturumu Belgeleri ve Değerlendirilmesi.....                                 | 134 |
| 4.2.2.2. İkinci Alt Problem Oturumu Belgeleri ve Değerlendirilmesi .....                                 | 138 |
| 4.2.2.3. Üçüncü Alt Problem Oturumu Belgeleri ve Değerlendirilmesi .....                                 | 141 |
| 4.2.2.4. Dördüncü Alt Problem Oturumu Belgeleri ve Değerlendirilmesi.....                                | 144 |
| 4.2.2.5. Çözüm ve Sunum Oturumları Belgeleri ve Değerlendirilmesi .....                                  | 146 |
| 4.2.3. Ekin ile Yapılan Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizi .....                                  | 148 |
| 4.2.3.1. Ekin İle Yapılan Birinci Görüşmenin Analizi .....                                               | 150 |
| 4.2.3.1.1. Ekin'in Birinci Görüşmede Kavramlarla İlgili Genel Görüşleri.....                             | 151 |
| 4.2.3.1.2. Ekin'in Birinci Görüşmede Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Görüşleri .....                | 161 |
| 4.2.3.1.3. Ekin'in Birinci Görüşmede Kavramların Nicel Yapısı ile İlgili Görüşleri .....                 | 168 |
| 4.2.3.1.4. Ekin'in Birinci Görüşmede Isıl Dengenin Olmadığı Duruma İlişkin Görüşleri.....                | 179 |
| 4.2.3.1.5. Ekin'in Birinci Görüşmede Isıl Denge Durumuna İlişkin Görüşleri ....                          | 181 |
| 4.2.3.1.6. Ekin'in Birinci Görüşmede Tanecikler Düzeyinde Gerçekleşen Olaylar ile İlgili Görüşleri ..... | 182 |
| 4.2.3.2. Ekin'in Birinci Görüşmedeki Görüşleri Üzerine Genel Değerlendirme .                             | 182 |
| 4.2.3.3. Ekin İle Yapılan İkinci Görüşmenin Analizi .....                                                | 185 |
| 4.2.3.3.1. Ekin'in İkinci Görüşmede Kavramlarla İlgili Genel Görüşleri.....                              | 185 |

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.3.3.2. Ekin'in İkinci Görüşmede Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Görüşleri .....                | 195 |
| 4.2.3.3.3. Ekin'in İkinci Görüşmede Kavramların Nicel Yapısı ile İlgili Görüşleri .....                 | 198 |
| 4.2.3.3.4. Ekin'in İkinci Görüşmede Isıl Dengenin Olmadığı Duruma İlişkin Görüşleri.....                | 203 |
| 4.2.3.3.5. Ekin'in İkinci Görüşmede Isıl Denge Durumuna İlişkin Görüşleri .....                         | 217 |
| 4.2.3.3.6. Ekin'in İkinci Görüşmede Tanecikler Düzeyinde Gerçekleşen Olaylar ile İlgili Görüşleri ..... | 219 |
| 4.2.3.4. Ekin'in İkinci Görüşmedeki Görüşleri Üzerine Genel Değerlendirme ...                           | 220 |
| 4.2.3.5. Ekin İle Yapılan Üçüncü Görüşmenin Analizi.....                                                | 223 |
| 4.2.3.5.1. Ekin'in Üçüncü Görüşmede Kavramlarla İlgili Genel Görüşleri.....                             | 223 |
| 4.2.3.5.2. Ekin'in Üçüncü Görüşmede Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Görüşleri .....                | 229 |
| 4.2.3.5.3. Ekin'in Üçüncü Görüşmede Kavramların Nicel Yapısı ile İlgili Görüşleri .....                 | 230 |
| 4.2.3.5.4. Ekin'in Üçüncü Görüşmede Isıl Dengenin Olmadığı Duruma İlişkin Görüşleri.....                | 232 |
| 4.2.3.5.5. Ekin'in Üçüncü Görüşmede Isıl Denge Durumuna İlişkin Görüşleri ...                           | 238 |
| 4.2.3.5.6. Ekin'in Üçüncü Görüşmede Tanecikler Düzeyinde Gerçekleşen Olaylar ile İlgili Görüşleri ..... | 239 |
| 4.2.3.6. Ekin'in Üçüncü Görüşmedeki Görüşleri Üzerine Genel Değerlendirme                               | 241 |
| 4.2.3.7. Ekin İle Yapılan Dördüncü Görüşmenin Analizi .....                                             | 244 |
| 4.2.3.7.1. Ekin'in Dördüncü Görüşmede Kavramlarla İlgili Genel Görüşleri .....                          | 244 |
| 4.2.3.7.2. Ekin'in Dördüncü Görüşmede Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Görüşleri.....               | 249 |
| 4.2.3.7.3. Ekin'in Dördüncü Görüşmede Kavramların Nicel Yapısı ile İlgili Görüşleri.....                | 251 |

|                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.3.7.4. Ekin'in Dördüncü Görüşmede Isıl Dengenin Olmadığı Duruma İlişkin Görüşleri.....                | 253 |
| 4.2.3.7.5. Ekin'in Dördüncü Görüşmede Isıl Denge Durumuna İlişkin Görüşleri                               | 259 |
| 4.2.3.7.6. Ekin'in Dördüncü Görüşmede Tanecikler Düzeyinde Gerçekleşen Olaylar ile İlgili Görüşleri ..... | 260 |
| 4.2.3.8. Ekin'in Dördüncü Görüşmedeki Görüşleri Üzerine Genel Değerlendirme .....                         | 262 |
| 4.2.3.9. Ekin İle Yapılan Beşinci Görüşmenin Analizi .....                                                | 266 |
| 4.2.3.9.1. Ekin'in Beşinci Görüşmede Kavramlarla İlgili Genel Görüşleri .....                             | 266 |
| 4.2.3.9.2. Ekin'in Beşinci Görüşmede Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Görüşleri .....                 | 272 |
| 4.2.3.9.3. Ekin'in Beşinci Görüşmede Kavramların Nicel Yapısı ile İlgili Görüşleri .....                  | 275 |
| 4.2.3.9.4. Ekin'in Beşinci Görüşmede Isıl Dengenin Olmadığı Duruma İlişkin Görüşleri.....                 | 277 |
| 4.2.3.9.5. Ekin'in Beşinci Görüşmede Isıl Denge Durumuna İlişkin Görüşleri ...                            | 281 |
| 4.2.3.9.6. Ekin'in Beşinci Görüşmede Tanecikler Düzeyinde Gerçekleşen Olaylar ile İlgili Görüşleri .....  | 281 |
| 4.2.3.10. Ekin'in Beşinci Görüşmedeki Görüşleri Üzerine Genel Görüşleri .....                             | 283 |
| 4.2.4. Ekin'in Görüşlerinin Analitik Değerlendirilmesi .....                                              | 286 |
| 4.2.4.1. Ekin'in Kavramlarla İlgili Genel Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....                     | 288 |
| 4.2.4.1.1. Ekin'in Isı Kavramı ile İlgili Genel Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....               | 288 |
| 4.2.4.1.2. Ekin'in Sıcaklık Kavramı ile İlgili Genel Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....          | 294 |
| 4.2.4.1.3. Ekin'in İç Enerji Kavramı ile İlgili Genel Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....         | 299 |

|                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.4.2. Ekin'in Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi.....                             | 303 |
| 4.2.4.2.1. Ekin'in Isı ve Sıcaklık Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....       | 303 |
| 4.2.4.2.2. Ekin'in Isı ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....      | 307 |
| 4.2.4.2.3. Ekin'in Sıcaklık ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi ..... | 309 |
| 4.2.4.3. Ekin'in Kavramların Nicel Yapısına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi.....                               | 310 |
| 4.2.4.3.1. Ekin'in Isının Nicel Yapısına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....                                 | 310 |
| 4.2.4.3.2. Ekin'in Sıcaklığın Nicel Yapısına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....                             | 316 |
| 4.2.4.3.3. Ekin'in İç Enerjinin Nicel Yapısına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....                           | 318 |
| 4.2.4.4. Ekin'in Isıl Dengenin Olmadığı Duruma İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi.....                            | 318 |
| 4.2.4.4.1. Ekin'in Isı Aktarım Yollarına İlişkin Genel Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....                           | 318 |
| 4.2.4.4.2. Ekin'in İletim Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....                         | 319 |
| 4.2.4.4.3. Ekin'in Taşınım Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....                        | 323 |
| 4.2.4.4.4. Ekin'in Işınım Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi .....                         | 327 |
| 4.2.4.5. Ekin'in Isıl Denge Durumuna İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi.....                                      | 330 |

|                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.4.6. Ekin'in Tanecikler Düzeyinde Gerçekleşen Olaylara İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi ..... | 332 |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....                                                                                     | 335 |
| 5.1. Sonuç .....                                                                                               | 335 |
| 5.1.1. PDÖ Sürecinin Duyuşsal Etkileri ile İlgili Sonuçlar .....                                               | 335 |
| 5.1.2. PDÖ Sürecinde Kavramsal Değişim.....                                                                    | 337 |
| 5.1.2.1. Temel Kavramlarla İlgili Bilimsel Kuramlar .....                                                      | 337 |
| 5.1.2.2. Tüm Katılımcılardan Elde Edilen Nicel Verilerin Sonuçları .....                                       | 340 |
| 5.1.2.3. Ekin'den Elde Edilen Kavramsal Değişime İlişkin Bireysel Verilerin Sonuçları.....                     | 340 |
| 5.1.2.3.1. Ekin'in Isı Kavramına ve Isı Aktarımına İlişkin Kavramsal Değişim Süreci.....                       | 341 |
| 5.1.2.3.2. Ekin'in Sıcaklık Kavramına İlişkin Kavramsal Değişim Süreci.....                                    | 348 |
| 5.1.2.3.3. Ekin'in İç Enerji Kavramına İlişkin Kavramsal Değişim Süreci.....                                   | 351 |
| 5.1.2.3.4. Ekin'in Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Kavramsal Değişim Süreci                               | 353 |
| 5.1.2.3.5. Ekin'in Kavramsal Değişim Süreci ile İlgili Genel Saptamalar .....                                  | 355 |
| 5.2. Öneriler.....                                                                                             | 357 |
| KAYNAKÇA .....                                                                                                 | 359 |
| EKLER .....                                                                                                    | 404 |
| EK A: ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU.....                                   | 405 |
| EK B1: ISKÖ KAZANIM DENETLEME LİSTESİ.....                                                                     | 408 |
| EK B2: ISI VE SICAKLIK KAVRAM ÖLÇEĞİ (ISKÖ).....                                                               | 409 |
| EK B3: ISKÖ'NÜN ÖN UYGULAMASI İÇİN SORU ANALİZLERİ.....                                                        | 421 |
| EK C: ÖĞRENCİLER İÇİN PROBLEME DAYALI ÖĞRENME KILAVUZU.....                                                    | 427 |
| EK D: PDÖ SENARYOLARI.....                                                                                     | 434 |

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| EK E: DERS PLANLARI.....                                                      | 436 |
| EK F1: SENARYO DEĞERLENDİRME FORMU (SDF).....                                 | 445 |
| EK F2: ETKİNLİK DEĞERLENDİRME FORMU (EDF).....                                | 446 |
| EK F3: ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU (ÖDF).....                                      | 448 |
| EK F4: KÜME ARKADAŞINI DEĞERLENDİRME FORMU (KADF).....                        | 450 |
| EK F5: ÖDF VE KADF'DEN ELDE EDİLEN AÇIK UÇLU VERİLER.....                     | 452 |
| EK G1: YARI-YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU.....                                | 468 |
| EK G2: YARI-YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME ANALİZLERİNDEN ELDE<br>EDİLEN KODLAR..... | 470 |
| EK H1: PROBLEMİN ANALİZİ FORMU (PAF) .....                                    | 474 |
| EK H2: ALT PROBLEM FORMU (APF) .....                                          | 476 |
| EK H3: PROBLEMİN ÇÖZÜMÜ FORMU (PÇF) .....                                     | 478 |
| EK H4: BEYİN FIRTINASI FORMU (BFF).....                                       | 479 |
| EK H5: DENEYSEL ARAŞTIRMA FORMU (DAF).....                                    | 480 |
| EK I: ETKİNLİK İLE İLGİLİ GÖRSELLERE ÖRNEKLER.....                            | 481 |

## TABLOLAR LİSTESİ

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 1. İçerik ve düzeylerine göre problemler ve özellikleri.....                                     | 27  |
| Tablo 2. Eğitim yönlendiricisi için kısa PDÖ kılavuzu. ....                                            | 46  |
| Tablo 3. PDÖ uygulama basamaklarına göre eğitim yönlendiricisinin sorumlulukları .                     | 48  |
| Tablo 4. Öğrenciler için kısa PDÖ kılavuzu.....                                                        | 50  |
| Tablo 5. Katılımcıların kümelerle göre dağılımı ve katıldığı aşamalar .....                            | 65  |
| Tablo 6. Araştırmada kullanılan ölçme araçları.....                                                    | 66  |
| Tablo 7. Etkinlik için belirlenen kazanımlar. ....                                                     | 70  |
| Tablo 8. ISKÖ için ön uygulamaya katılan öğrencilerin dağılımı.....                                    | 71  |
| Tablo 9. ISKÖ için yapılan ön uygulamanın genel istatistikleri.....                                    | 71  |
| Tablo 10. Likert türü önermeler için değerlendirme ölçütleri .....                                     | 83  |
| Tablo 11. Araştırmanın Uygulama ve Veri Toplama Süreci .....                                           | 92  |
| Tablo 12. Örnek Senaryo için SDF'nin Likert türdeki maddelerinin sonuçları .....                       | 96  |
| Tablo 13. Ana Senaryo için SDF'nin Likert türdeki maddelerinin sonuçları .....                         | 99  |
| Tablo 14. PDÖ sonunda uygulanan EDF'nin bireysel sonuçları.....                                        | 108 |
| Tablo 15. PDÖ sonunda uygulanan EDF'nin kümeler temelindeki sonuçları .....                            | 109 |
| Tablo 16. EDF'nin kısımları arası ilişki katsayıları .....                                             | 112 |
| Tablo 17. Akran ve öz değerlendirme için kullanılan Likert türü ölçeklerin sonuçları                   | 114 |
| Tablo 18. Akran ve öz değerlendirme için kullanılan Likert türü ölçeklerin sonuçları<br>(Devamı) ..... | 115 |
| Tablo 19. Ön test ve son teste ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analizler .....                       | 124 |
| Tablo 20. Katılımcıların ön test ve son test puanları .....                                            | 125 |
| Tablo 21. Ekin'in ön test ve son test cevaplarının kazanımlara göre dağılımı .....                     | 126 |
| Tablo 22. Ekin'in cevabını değiştirdiği sorular ve kazanımlara göre dağılımı .....                     | 127 |
| Tablo 23. Görüşmelerde ele alınan konulara ilişkin kısaltmalar .....                                   | 150 |
| Tablo 24. Ekin'den alınan kavramsal veriler ile ilgili etkinlik uygulama güncesi .....                 | 286 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 1. Araştırmada izlenen yöntemin gösterimi.....                                                               | 55  |
| Şekil 2. Araştırmanın Betimsel Çerçevesi (Taşar'dan (2001) uyarlanmıştır) .....                                    | 89  |
| Şekil 3. PO sırasındaki Beyin Fırtınası Formundan bir kesit .....                                                  | 132 |
| Şekil 4. PO sırasındaki Problemin Analizi Formundan bir kesit.....                                                 | 133 |
| Şekil 5. A1 sırasındaki Alt Problem Formundan bir kesit (Araştırma Notları).....                                   | 135 |
| Şekil 6. A1 sırasındaki Alt Problem Formundan bir kesit (Küme Tartışması).....                                     | 136 |
| Şekil 7. A1 sırasındaki Alt Problem Formundan bir kesit (Uygulama Planı) .....                                     | 137 |
| Şekil 8. A1 sırasındaki tartışmalarda kullanılan haritalar .....                                                   | 137 |
| Şekil 9. A2 sırasındaki Jeotermal Enerji ile ilgili alınan bir nottan kesit .....                                  | 139 |
| Şekil 10. A2 sırasındaki sıcaklık kavramı ile ilgili alınan bir nottan kesit .....                                 | 140 |
| Şekil 11. A3 sırasındaki olasılıklar ile ilgili alınan bir nottan kesit.....                                       | 141 |
| Şekil 12. A3 sırasındaki ısının tanımı ile ilgili alınan çıktıdan bir kesit.....                                   | 142 |
| Şekil 13. A3 sırasındaki ısı aktarımı ile ilgili alınan çıktıdan bir kesit.....                                    | 143 |
| Şekil 14. A3 sırasındaki ısı aktarımı ile ilgili alınan çıktıdan başka bir kesit.....                              | 143 |
| Şekil 15. A4 sırasındaki radyant ısıtma ile ilgili alınan nottan bir kesit.....                                    | 145 |
| Şekil 16. SO sırasındaki sunum planı ile ilgili alınan nottan bir kesit.....                                       | 147 |
| Şekil 17. Ekin'in birinci görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı. ....               | 152 |
| Şekil 18. Ekin'in birinci görüşmedeki kavramlar arası ilişkiler ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı. ....   | 162 |
| Şekil 19. Ekin'in birinci görüşmedeki kavramların nicel yapısı ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı. ....    | 169 |
| Şekil 20. Ekin'in birinci görüşmedeki ısı denginin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı. .... | 180 |
| Şekil 21. Ekin'in birinci görüşmedeki görüşlerinin araştırmacı tarafından kavram haritası biçiminde gösterimi..... | 184 |

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 22. Ekin'in ikinci görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı. ....                              | 186 |
| Şekil 23. Ekin'in ikinci görüşmedeki kavramlar arası ilişkiler ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı. ....                  | 195 |
| Şekil 24. Ekin'in ikinci görüşmedeki kavramların nicel yapısı ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı. ....                   | 199 |
| Şekil 25. Ekin'in ikinci görüşmedeki ısı dengenin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı. ....                | 204 |
| Şekil 26. Ekin'in ikinci görüşmedeki ısı denge durumu ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı. ....                           | 218 |
| Şekil 27. Ekin'in ikinci görüşmedeki tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı. ....   | 219 |
| Şekil 28. Ekin'in ikinci görüşmedeki görüşlerinin araştırmacı tarafından kavram haritası biçiminde gösterimi.....                | 222 |
| Şekil 29. Ekin'in üçüncü görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı. ....                              | 224 |
| Şekil 30. Ekin'in üçüncü görüşmedeki ısı dengenin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı. ....                | 233 |
| Şekil 31. Ekin'in üçüncü görüşmedeki tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.....    | 240 |
| Şekil 32. Ekin'in üçüncü görüşmedeki görüşlerinin araştırmacı tarafından kavram haritası biçiminde gösterimi.....                | 243 |
| Şekil 33. Ekin'in dördüncü görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı. ....                            | 245 |
| Şekil 34. Ekin'in dördüncü görüşmedeki ısı dengenin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.....               | 254 |
| Şekil 35. Ekin'in dördüncü görüşmedeki tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı. .... | 260 |

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 36. Ekin'in dördüncü görüşmedeki görüşlerinin araştırmacı tarafından kavram haritası biçiminde gösterimi.....            | 265 |
| Şekil 37. Ekin'in beşinci görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı. ....                           | 267 |
| Şekil 38. Ekin'in beşinci görüşmedeki kavramlar arası ilişkiler ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı. ....               | 272 |
| Şekil 39. Ekin'in beşinci görüşmedeki ısı dengenin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı. ....             | 278 |
| Şekil 40. Ekin'in beşinci görüşmedeki tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı..... | 281 |
| Şekil 41. Ekin'in beşinci görüşmedeki görüşlerinin araştırmacı tarafından kavram haritası biçiminde gösterimi.....             | 285 |
| Şekil 42. Ekin'in madde ile ısı kavramı arası ilişkiye ilişkin görüşlerinin zaman göre değişimi.....                           | 289 |
| Şekil 43. Ekin'in ısının tanımına ilişkin görüşlerinin zaman göre değişimi.....                                                | 292 |
| Şekil 44. Ekin'in sıcaklık kavramının özellikleri ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi.....                            | 295 |
| Şekil 45. Ekin'in sıcaklığın tanımına ilişkin görüşlerinin zamana göre değişimi .....                                          | 297 |
| Şekil 46. Ekin'in iç enerji kavramının var olup olmadığı ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi.....                     | 300 |
| Şekil 47. Ekin'in iç enerji tanımına ilişkin görüşlerinin zamana göre değişimi.....                                            | 302 |
| Şekil 48. Ekin'in ısı ve sıcaklık arasındaki ilişkiye ilişkin görüşlerinin zamana göre değişimi.....                           | 305 |
| Şekil 49. Ekin'in ısı ve iç enerji arasındaki ilişkiye ilişkin görüşlerinin zamana göre değişimi.....                          | 308 |
| Şekil 50. Ekin'in sıcaklık ve iç enerji arasındaki ilişkiye ilişkin görüşlerinin zamana göre değişimi.....                     | 309 |
| Şekil 51. Ekin'in ısının ölçülmesi ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi.....                                           | 311 |

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 52. Ekin'in ısının değerin hesaplanabilirliği ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi.....             | 312 |
| Şekil 53. Ekin'in ısının değerin nasıl hesaplandığı ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi.....             | 315 |
| Şekil 54. Ekin'in sıcaklığın nicel yapısı ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi .                          | 317 |
| Şekil 55. Ekin'in iletim yoluyla ısı aktarımının oluşum süreci ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi.....  | 320 |
| Şekil 56. Ekin'in iletim yoluyla ısı aktarımının koşulları ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi.....      | 322 |
| Şekil 57. Ekin'in taşınım yoluyla ısı aktarımının oluşum süreci ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi..... | 324 |
| Şekil 58. Ekin'in taşınım yoluyla ısı aktarımının koşulları ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi.....     | 326 |
| Şekil 59. Ekin'in ışıınım yoluyla ısı aktarımının oluşum süreci ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi..... | 328 |
| Şekil 60. Ekin'in ışıınım yoluyla ısı aktarımının koşulları ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi.....     | 329 |
| Şekil 61. Ekin'in ısııl denge durumu ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi .....                           | 331 |
| Şekil 62. Ekin'in tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi.....      | 333 |

**KISALTMALAR LİSTESİ**

Akt: Aktaran

%: Yüzde

$\Delta$ : Fark

c: Özısı

E: İç enerji

k: Boltzmann sabiti

m: Kütle

N: Toplam Öğrenci Sayısı

n: Öğrenci Sayısı

Q: Isı

T: Sıcaklık

t: Zaman

## 1. GİRİŞ

Bu bölümde, araştırmanın çıkış noktasını oluşturan problem, ilgili alanyazın özetlenerek anlatılmış, araştırmanın amacı, önemi, öngördüğü varsayımları, sınırlılıkları ve de araştırmada söz edilen önemli tanımlar verilmiştir.

### 1.1. Problem

Eğitim kavramı, eğitimciler tarafından değişik biçimlerde tanımlanmıştır. Bu ayrımın nedeni, eğitimcilerin eğitime değişik bakış açılarıyla yaklaşıyor olmalarıdır (Tekin, 1996). Buna karşın, eğitimcilerin aynı düşüncede olduğu noktalar da vardır. Tan ve diğerlerine (2002) göre; eğitimciler, değişik görüşlerine karşın, eğitimi bir süreç olarak görmektedir ve bireyde davranış değişikliği oluşturma amacı konusunda uzlaşmaktadırlar. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan tanıma göre; “Eğitim; bireyin davranışlarında kendi yaşantıları yoluyla, planlı ve bilerek, istendik değişiklikler oluşturma sürecidir” (Ertürk, 1972). Tanıma göre, davranış değişikliği gerçek amaçtır. Bu davranış değişikliği bireyin yaşantıları yoluyla, bireyde oluşturulacaktır. Davranış değişikliği eğitici tarafından ne kadar istenirse istensin, öğrencinin çabası ve isteği olmadan gerçekleşmeyecektir. Öğrencinin isteği, öğrenme sürecinin önemli bir parçasıdır.

Yukarıda verilen eğitim tanımında belirtilen önemli bir nokta, oluşturulacak olan davranış değişikliğinin istendik oluşudur. İstendik davranış değişikliği derken amaç, eğitimin amaçlarına uygun davranışlardır. Herhangi bir dersin gerçek amacı, öğrenme amaçlarına ulaşılması olasılığını en yüksek düzeye getirmektir. Herhangi bir dersin amaçları, uygulanabilir sınıf yaklaşımlarını ve dersin niteliğini tanımlamaktadır (Goulet, 2002). Hangi ders olursa olsun eğitimin en genel amacı olan topluma ve yaşama uyumlu ve yararlı bireyler yetiştirme amacının da gerçekleşmesine yardımcı olmalıdır.

Öğrenme süreci hakkındaki, yani öğrenmenin nasıl gerçekleştiği konusundaki bilgiler, bilişsel ruhbilimdeki çalışmalarla sağlanmaktadır (Greca ve Moreira, 2000). Bilişsel alanda yapılan araştırmalar, öğrenme sürecine etkin olarak katılan öğrencilerin daha iyi öğrendiklerini göstermektedir (Haris ve diğerleri, 2001). Bu çalışmalar ışığında geçmişteki öğretmen merkezli yaklaşımların ortaya çıkardığı öğrenme çıkmazları; eğitim anlayışını, öğrenci merkezli, öğrencinin de doğrudan ve etkin olarak eğitime katıldığı yeni bir yaklaşıma götürmüştür. Bu yeni ve çağdaş eğitim anlayışına göre, öğrenme sürecinin ana eksenini öğretmen değil, öğrencidir (Bruner, 1962; Taşkesengil ve diğerleri, 2008).

Öğretmen merkezli olarak yürütülen geleneksel öğretim anlayışı, bütün öğrencilerin aynı yeterliklere sahip olduğu varsayımıyla hareket etmektedir. Oysa günümüzde öğrenciler arasında kültürel, bireysel ve çevresel farklılıklar geçmişe göre daha çoktur (Spainer, 2001). Bu tür ayrımları yok sayan öğretmen merkezli yaklaşım, günümüzde gerek duyulan ana özellikler olan; öğrencilerin yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, araştırma yapma gibi becerilerinin gelişmesine engel olmaktadır (Dahlgren ve diğerleri, 1998; Ngeow ve Kong, 2001). Piaget, Ausubel ve Wallot gibi önemli araştırmacılar, öğrencilerin bu becerileri kazanmaları için öğrenme sürecinde etkin olmaları gerektiğini (Akt: Driver ve diğerleri, 1998); aynı şekilde Bruner de (1962), öğrenmeden öğrencinin sorumlu olduğunu ve öğrenmenin ancak kişinin kendi çabalarıyla daha kalıcı olabileceğini belirtmiştir. Yapılan çalışmalar da bu görüşe uygun sonuçlar vermiştir (Beasley, 2008; Frear ve Hirschbuhl, 1999; Kaptan ve Kuşakçı, 2002; Massa, 2008). John Dewey (1983) ise, sınıfların yaşamı araştırmak ve problemler çözmek için laboratuvar, okulların ise toplumun aynası olması gerektiği görüşünü öne sürmüştür.

Kişinin yeteneklerini geliştirmeyi, ilgi alanlarını arttırmayı ve kişiliğini sağlamlaştırmayı amaçlayan sürekli ilerleyen eğitim süreci (Bonsting, 1992), toplumların kalkınması ve çekişmeye dayalı günümüz ekonomisinde nitelikli bireyler yetiştirilmesi için gereklidir. Günümüzde iş yaşamında çalışanlar, işlerinde genelde karşılaştıkları belirsiz, benzersiz ve çelişkili durumlara yeni düşünceler üretebilmeli, karşılaştıkları problemlere yeni ve yaratıcı çözümler ortaya koyabilmelidir (Schön, 1987). Problem çözme becerisi, çalışma yaşamının önemli bir özelliğidir (Bereiter ve Scardamalia, 1993). Bu nedenle, öğrencilerde, problem çözme ve kendi kendine öğrenme becerisi kazandırma birçok araştırmacının çalışma konusu olmuştur (Dewey, 1983; Bruner, 1962; Suchman, 1962).

Çalışma yaşamının önemli gereklerinden olan problem çözme becerisi, mantıksal düşünme, yaratıcılık, bilimsel bilgiyi elde etme ve kullanma gibi bir takım özellikleri gerektirmektedir. Mantıksal düşünme becerisi, bireyin çeşitli zihinsel işlemler yaparak bir problemi çözmesi veya bir takım soyutlama ve genellemeler yaparak ilke ve yasalara ulaşmasıdır (Korkmaz, 2002). Mantıksal düşünme etkinliklerinde, ulaşılan sonuçtan çok, süreç önemlidir (Waks, 1997). Bu konuda çalışan bazı araştırmacılar, mantıksal becerileri yüksek olan öğrencilerin akademik alanlarda daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir (Barr, 1994; Selçuk, 2001; Sungur ve Tekkaya, 2003).

Bir diğer önemli özellik ise, yaratıcılığı etkin bir şekilde kullanabilmektir. Roberts (2003), yaratıcılığın herkeste bulunan bir özellik olduğunu ve bireyin bir etkinlik sırasında hayal gücünü kullanarak yeni şeyler bulma yeteneği olduğunu belirtmiştir. Yaratıcılık, var olan bilgilerin aralarındaki ilişkilerden yararlanarak yeni bilgiler üretmedir (Soylu, 2004). Yaratıcı düşünme süreci ise, karmaşık işlemlerden

oluşur. Bu süreç boyunca bilgi, beceri, özel alışkanlıklar, uygulamalı ve kuramsal kavramlar etkin olarak işe karışır (Bartzer, 2001).

Etkili problem çözücü birey olmanın gereklerinden biri de, gerekli bilgilere ulaşabilmek ve kullanabilmektir. Ortaçağda dünyaya egemen olan ve günümüzde eski sayılan bir anlayış, dünyadaki tüm bilgilerin öğrenilebileceğine yöneliktir. Ancak gün geçtikçe bilgi yoğunluğu hızla artmakta ve bir kişinin öğrenemeyeceği boyutlara ulaşmaktadır. Bu yüzden, bu anlayış yerini, “Önemli olan, her şeyi bilmek değil; gerektiğinde, gerekli olan bilgiyi edinebilme becerisi kazanmaktır” düşüncesine bırakmıştır. Eğitimin gerçek amacı, yaşam boyu öğrenme ilkesini benimser biçimde değişmiştir. Bireyler, hayatları boyunca öğrenmeleri gereken bilgilerin çeşitliliği ve değişiyor olması karşısında, yaşama uyum sağlamak ve bireysel gelişimlerini tamamlamak için sürekli öğrenen olmak zorundadır (Keser, 2003). Bu nedenle, öğrencilere bilginin kaynağı ve bu bilgileri nasıl elde edebilecekleri, bunları nasıl değerlendirecekleri ve problemi çözmek için bu bilgiyi nasıl kullanacakları öğretilmelidir (Van Till ve diğerleri, 1997). Çünkü bilgiye zamanında ulaşabilmek için öğrencilerin günün koşullarına göre eğitilmesi bir zorunluluktur (Ünsal ve Güneş, 2002). Bilgi kaynaklarıyla ve çevresiyle etkileşim içinde olan birey, gerek duyduğu bilgiyi belirleyip, ona ulaşabilir. Birey, bilgi kaynaklarını tanımalı, araştırmanın gerektirdiği kaynakları seçebilmeli, yeni bilgiyi önceden edindiği ve sahip olduğu bilgilerle ilişkilendirebilmelidir.

Bir başka konu da toplumsal çevrenin, öğrenme üzerinde önemli etkilerinin olduğu ve zengin etkileşimler sağlayacak bir çevrenin, bilişsel gelişimi hızlandırdığı görüşüdür (Senemoğlu, 2001; Kukla, 2000). Kişi, yeni bilgiyi önceden sahip olduğu bilgilerin ve çevrenin etkisiyle oluşturduğu bilişsel yapısını kullanarak anlamlandırmaktadır (Bodner, 1986; Driver ve Bell, 1986).

Öğrenci merkezli yaklaşımla ilgili yapılmış olan birçok araştırmanın sonuçlarının öğrenme açısından daha olumlu olmasına karşın, ülkemizde öğretim sisteminin uygulayıcısı olan öğretmenlerin, öğrenci merkezli eğitimden çok eski anlayışla, öğretmen merkezli eğitime eğilimli oldukları dikkat çekmektedir (Genç ve Küçük, 2004). Öğretmenler, problemlerin çözümü için gereken bağıntıları öğrencilere verip de –öğrencilerin kendi sorularını, araştırmalarını kendilerinin geliştirmesine olanak vermediklerinde– öğrencilerin anlatılanları ezberlemelerine neden olur, ancak bütünü anlamalarını ve bilgiyi kullanmalarını sağlamazlar (Delisle, 1997). Buna uygun olarak birçok araştırmacı, öğrencilerin de, kendilerine öğretilmeye çalışılan kavramları öğrenmekten çok sayısal eşitlikleri ya da çeşitli soruları çözebilmek için kullanabilecekleri çözüm yollarını ezberleme eğiliminde oldukları görüşündedir (Pushkin, 1998). Bu türde öğretmen merkezli öğretim ve öğrencilerin ezberlemeye yönelik tutumları birbirlerini desteklemekte ve eğitim süreci, öğretmen ve öğrenci olarak her iki yanın da kolayca kaçmasıyla sürüp gitmektedir.

Eğitim anlayışının genel muhakemesinden Fen eğitimi özeline inildiğinde; ülkemizde, fen eğitiminin önemli amaçları arasında öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi yer almaktadır (MEB, 2004). 1980’li yıllardan beri, başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere birçok gelişmiş ülkenin eğitim programlarının özellikle de fen eğitiminin genel amacı olarak, öğrencilere bilimsel okur-yazarlığın kazandırılması düşüncesinin öne çıktığı görülmektedir (Bayrakçeken, 2000). Nitekim bireylerin yaşamları boyunca karşılaşacakları problemlere mantıklı ve akılcı çözümler üretebilmeleri, bilimsel yöntem ve teknikleri doğru olarak kullanabilmelerine bağlıdır (Saka, 2008). Bilimsel okur-yazarlık, bilimsel süreç becerilerini kazanma; kuramsal olarak verilen bilgileri günlük yaşamda problem çözmede, toplumsal problemleri açıklamada ve yargıya varmada kullanabilmek; kendi düşüncelerini söyleyebilmek ve söylenenleri yorumlayabilmek için gerekli bilgi ve beceriyi edinmiş olma olarak

tanımlanmaktadır (Çepni, Ayvacı ve Bacanak, 2004). Bu tanıma uygun olarak, Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi bir yayınında; fen okur-yazarlığını, ekonomik üretkenliğe, kültürel ve toplumsal olaylara katılma, kişisel kararlar verme için gerekli bilimsel kavram ve yöntemleri bilme ve anlama olarak tanımlamıştır (NCR, 1996).

Yapılan araştırmalar, eğitimi çağımızın gereklerine göre biçimlendirme çabasında olup, eğitimin; öğrenci merkezli olması gerektiğini; bilimsel okur-yazarlığı, eleştirel düşünme, mantıksal düşünme, problem çözme gibi temel gereklilikleri karşılaması gerektiği konusunda birleşmektedir. Bu noktada öğrencilerin öğrenme sürecinde etkin olmasını sağlayan ve çağın gerektirdiği becerileri önde tutan birçok yöntem ve yaklaşım bulunmaktadır. Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) bunlardan biridir (Kaptan ve Korkmaz, 2001). PDÖ, aynı zamanda günümüzün gerekliliklerine de birçok açıdan cevap verebilen bir yaklaşım ve aynı zamanda bir yöntem olmaya adaydır. PDÖ yaklaşımının yükseköğrenim düzeyinde kullanılması ve öğretmen merkezli olan geleneksel öğretim yöntemlerinden daha etkili sonuçlar vermesi ise öğrenci merkezli eğitime iyi bir örnek olduğunu düşündürmektedir (Yaman, 2005).

PDÖ, öğrencileri; kavramları, kuralları ve bilgiyi tanımlama ve uygulamaları için güdülemede gerçek dünya problemlerini kullanan bir sınıf sürecidir (Duch ve diğerleri, 2001; Goulet ve Owino, 2001) ve yapılandırmacı öğrenme anlayışının en önemli uygulamalarından biri olmuştur (Deveci, 2002). İngilizce “Problem Based Learning” teriminin karşılığı olarak Türkçede “Problem Çözmeye Dayalı Öğrenme” (Baysal, 2003) ve “Probleme Dayalı Öğrenme” (Alper, 2003; Deveci, 2002; Kaptan ve Korkmaz, 2001; Yaman, 2003; Yaman ve Yalçın, 2005a) kavramları kullanılmaktadır. Bu çalışmada “Problem Based Learning” teriminin karşılığı olarak “Probleme Dayalı Öğrenme” (PDÖ) kavramı kullanılacaktır.

PDÖ, ilk kez 1960'lı yıllarda Kanada McMaster Üniversitesi'nde Howard Barrows tarafından sağlık bilimleri eğitimi alanında öğrencileri uygulama yapmaya alıştırmak amacıyla ortaya çıkarılmıştır (Açıkgöz, 2003; Barrows ve Tamblyn, 1980; Neufeld ve Barrows, 1974; Massa, 2008). PDÖ, eğitmen odaklı bir yaklaşımdan çok problem olarak seçilen olayın veya durumun öğrenmeyi güdülediği öğrenci merkezli bir yaklaşımdır (Massa, 2008). Bilginin eğitmenden öğrenciye edilgen bir biçimde aktarıldığı öğretmen merkezli geleneksel yaklaşımın tersine; öğrenme etkinliğini kuramsal bilgiler sunmaktan kurtarıp, öğrencileri kendi öğrenimlerinde etkin birer katılımcı durumuna getirerek, öğrencileri problem değişkenlerinin iyi tanımlanmadığı, ellerindeki görevlerin gerçek yaşamdaki gibi belirsiz olduğu, bilinmeyen öğrenme durumları içerisine atarak, eğitimi eylemsel bir sürece dönüştürür (Duch ve diğerleri, 2001; Massa, 2008). Araştırma çevresinde odaklanan yaparak yaşayarak öğrenmeyi, var olan sıkıntının çözümü ve gerçek yaşam problemlerini temel alır (Torp ve Sage, 1998; Kaasbøll, 1998).

PDÖ'nün amacı, gerçek ya da gerçeğe yakın problem durumları oluşturarak öğrencilerin bu durumlar üzerinde düşünmelerine, problem çözme ve zihinsel becerilerini artırmalarına, bunlardan deneyim kazanarak yetişkin davranış örüntülerini öğrenmelerine, bağımsız birer öğrenci olmalarına, kendi kendini yönlendirme ve profesyonel alanda teknik bilgi edinmelerine yardımcı olmaktır (Boud ve Feletti, 1997; Barrows, 1994; Dewey, 1983; Greenwald, 2000; Lohman ve Finkelstein, 2000). Bu yaklaşımda öğrenciler, gerçekçi problemler üzerinde dururlar, bu problemlerin değişik yollarla çözümüne odaklanırlar, örnekler incelerler ve öğrenmeye giden yolları ortaya çıkarma çabası gösterirler (Mayer, 2002).

PDÖ ile işbirlikçi veya aktif öğrenmenin diğer biçimleri arasındaki ayrım belirsizdir. Çünkü ortak özellikleri vardır ve bazı durumlarda uygulanan yöntemler

benzemektedir. Buna karşın, PDÖ'nün zorunlu bileşeni, içeriğin karmaşık olan gerçek dünya problemleri kapsamında tanıtılmasıdır. Diğer bir deyişle, problem önce gelir (Boud, 1985; Boud ve Feletti, 1991; Woods, 1985; White, 1996). Torp ve Sage'e göre (1998), nerede problem ilk önce gelir ve öğrenme problemin araştırılması ve çözümü sırasında olursa, orada probleme dayalı öğrenme olur.

PDÖ'deki problem durumları, öğrencinin öğrenmek için ek kaynaklara gerek duyduğu, problemdeki gerçekler ve kavramlar arasındaki karmaşık ilişkileri bulmasını gerektiren ve problemin çeşitli çözümlerini anlamayı geliştirmesi gereken yapılandırılmamış problemlerdir (Lohman ve Finkelstein, 2000). Bu problemler, tıpkı yaşamın birey karşısına çıkardığı türde problemlere benzer. Yaşamın, karşılaşılan problemleri tanımak, bu problemlerin önemini ayırımında olmak, nedenlerini anlamak, problemleri çözmek ve olası problemleri önceden engellemekle dolu olduğu düşüncesinden yola çıkan PDÖ, öğrenmenin tam ve yeterliliğe dayalı olması görüşüne hizmet eden bir yaklaşımdır (Boud ve Feletti, 1997). Kısaca PDÖ, yüzeysel yorumdan çok derinliğine anlamayı öne çıkaran bir yöntemdir (Prpic ve Hadgraft, 2003).

Bazı araştırmalar da (Kelly ve Finlayson, 2009; Siegel ve Lee, 2001; Şahin ve Parim, 2002), fen bilgisi konularının öğretiminde PDÖ yaklaşımının etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Teo ve Wong (2000), PDÖ'nün özellikle fen bilimlerinde kullanılacak öğretim yöntemlerinden biri olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilere bilginin kaynağı ve bu bilgileri nasıl elde edecekleri, bunları nasıl değerlendirecekleri ve problemi çözmek için bu bilgiyi nasıl kullanacakları konusundaki becerilerin kazandırılmasında PDÖ yaklaşımının etkili olduğu yapılan birçok çalışmada (Harland, 2002; Mayer, 2002; Kaptan ve Korkmaz, 2001; Perrenet ve diğerleri, 2000; Orrill, 2002) ortaya konulmuştur. Yapılan araştırmalar, PDÖ ile çalışan öğrencilerin çevrelerine daha bilimsel bir gözle baktıklarını ortaya çıkarmıştır (Selco ve diğerleri,

2003). Bazı eğitimciler, PDÖ'nün konular ile ilgili bilgileri birleştiren, eleştirel olarak düşünüen ve diğer öğrenciler ile işbirliği içinde çalışan öğrencileri güdülemesi ve bireysel davranmayı attırması açısından bu yöntemi diğer yöntemlerden üstün tutmaktadırlar (Delisle, 1997; Gallagher, 1997; Gallagher ve Stepien, 1995; Lohman ve Finkelstein, 2000; Kaptan ve Korkmaz, 2002; MacKinnon, 1999; Peterson ve Treagust, 1998). Buna uygun olarak, Banta, Black ve Kline (2000) de, PDÖ yaklaşımının öğrencilerin farklı becerilerini geliştirmede ve öğretmenlerin öğrencilerin bilgilerini değerlendirmede etkili olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Örneğin, Galileo'nun eğik düzlem deneylerini kullanan Lattery (2001) ile Elektrik Manyetizma, Ses ve Işık konularını kullanan Milner-Bolotin ve Svinicki (2000) tarafından yapılan araştırmalar, öğrencilerin fizik konularıyla ilgili problem ve tasarılar üzerinde çalışmalarının, dersi dinleyerek veya sınıf içinde edilgen kalarak öğrenim görmekten daha etkili sonuçlara ulaşıldığını göstermiştir. Benzer şekilde, PDÖ yaklaşımının akademik başarı üzerine etkisini araştıran çalışmalar da olumlu sonuçlar vermiştir (Kelly ve Finlayson, 2009; Siegel ve Lee, 2001; Şahin ve Parim, 2002).

PDÖ ile çalışan öğrenciler bilişsel düzeyde olduğu kadar duyuşsal (özgüven, bilimsel merak, eleştirilere açık olma) ve devinişsel (iletişim, bilgi kaynaklarına ulaşma ve kullanabilme, grupla çalışma) düzeyde de öğrenmeler sağladığı yapılan araştırmalarla görülmüştür (Boud ve Feletti, 1997; Denayer ve diğerleri, 2003; Hard ve diğerleri, 1995; Kaptan ve Korkmaz, 2002; MacKinnon, 1999; Morales-Man ve Kaitel, 2001; Morrison, 2004; Pelaez, 2002; White, 1996). Örneğin Morales-Man ve Kaitel (2001) yaptıkları bir çalışmada, PDÖ ile çalışan öğrencilerin kendilerine olan güvenlerinin arttığını belirttiklerini saptamışlardır. Ayrıca, araştırma sonuçlarıncı, öğrencilerin PDÖ yaklaşımına karşı da olumlu tutum geliştirdikleri saptanmıştır (Çiftçi

ve diğlerleri, 2007; de Ribeiro ve diğlerleri, 2005; Kelly ve Finlayson, 2009; Marshall ve diğlerleri, 2008; Vernon ve Hosokawa, 1996).

Yapılan çok sayıda araştırma (Massa, 2008; Günhan ve Başer, 2008; Yaman, 2005; Yaman ve Yalçın, 2005a; Yaman ve Yalçın, 2005b) PDÖ'nün; eleştirel düşünme, problem çözme, takım çalışması, mantıksal düşünme ve bilgilerini yeni durumlara uygulayabilme yeteneğı gibi ömür boyu öğrenme için önemli olan becerilerle öğrencileri desteklediğini göstermektedir. PDÖ yaklaşımı, eleştirel düşünme becerilerine, anlamaya, nasıl öğrenileceğini öğrenmeye ve diğleriyle işbirliği içerisinde çalışmaya vurgu yapmaktadır (White, 1996).

Massa'ya göre (2008); PDÖ, gelip geçici eğitimsel akım değildir. Denenmiş, sınanmıştır ve bir anlam ifade etmektedir. Massa (2008), eğer eğitim kurumları gerçek dünya problemlerini çözmeye yetenekli bireyler mezun etmek istiyorsa, PDÖ'nün bunu başarabileceğini savunmaktadır.

PDÖ, John Bransford ve meslektaşlarının “İnsanlar nasıl öğrenir?” adlı gelecekteki gelişmelere temel oluşturan yayınlarında çerçevesini çizdikleri önerilere uygundur (Massa, 2008). Bransford ve diğlerleri (1999) etkin eğitsel kurallar ve uygulamalar üzerine yaptıkları 30 yıldan fazla süren çalışmalara dayanarak; etkili olabilmek için, öğretmenlerin öncelikle öğrencilerin dünyanın nasıl işlediğı hakkındaki algılarıyla ilgili önyargılarını günyüzüne çıkarması ve bunlara bağlantılı olması gerektiğini belirtmişlerdir. İkinci olarak, belirli bir konu alanında öğrencilerin yetenek geliştirebilmeleri için, derin bir olgusal bilgi temeli geliştirmeleri, bu bilgiyi kavramsal çerçeve kapsamında anlamaları ve bilgi elde etmeyi ve uygulamayı kolaylaştıracak biçimde bilgiyi örgütlemeleri gerektiğini vurgulamışlardır. Son olarak da, eğitimin öğrencilerin bilişüstü becerilerini geliştirmelerini kolaylaştıracak biçimde olması

gerektiğini belirtmişler ve bu becerilerin kendi öğrenimlerini düzenleme, denetleme ve değerlendirmeleri için gerekli olan beceriler olduğunu belirtmişlerdir. PDÖ ile bu aşamaların her biri problem çözme süreciyle meşgul olmayı göstermektedir (Massa, 2008).

Yapılan çalışmalarda, bilginin kavramsal olarak öğrenilmesinin gerekliliği ortaya konmuştur (Bodner, 1986; Nakhleh ve Mitchell, 1993; Markow ve Lonning, 1998; Harrison ve Treagust, 2001). PDÖ yaklaşımı ile öğrenciler, öğrenme sürecinde önceki bilgileri ile öğrenecekleri bilgiler arasında bağlantılar kurarak ilgili kavramları mantıksal olarak daha iyi anlar ve problemleri daha kolay çözümlerler (Holen, 2000). Yapılan bazı çalışmalarla (Kelly ve Finlayson, 2009; Marshall ve diğerleri, 2008; Maudsley, 2002; McCourt ve Thomas, 2001; Usherwood ve diğerleri, 1991; Solomon ve Finch, 1998; Solomon ve Crowe, 2001; Solomon; Guenter ve Salvatori, 2003; Solomon; Salvatori ve Guenter, 2003), öğrenme süreçleri kavramsal olarak PDÖ yaklaşımıyla derinlemesine incelenmiş ve yararlı sonuçlar elde edilmiştir.

Fizik eğitiminde kavramsal öğrenme, diğer alanlarda olduğu gibi önem taşımaktadır. Fizik, ısı ve sıcaklık gibi anlaşılması ve diğer kavramlarla bağdaştırılması görece olarak daha zor olan soyut kavramları da içerir (Reiner ve diğerleri, 2000). Kavram yanılgısı alanyazınına göre, ısı ve sıcaklık öğrencilerin tüm eğitim düzeylerinde kavramsal olarak en çok zorlandığı konulardan biridir (Erickson, 1985; Linn ve Songer, 1991). Fizik eğitiminin önemli konularından biri olan “Isı ve Sıcaklık” başlıklı bölümde söz edilen temel kavramların öğretilmesi üzerine çeşitli incelemeler ve tasarımlar yapılmıştır (Carlton, 2000a; Kalem ve diğerleri, 2002; Leite, 1999; Sözbilir, 2003; Taber, 2000; Warren, 1972; Wiser ve Carey, 1983). Isı ve sıcaklık bölümündeki kavram yanılgıları üzerine yapılan çeşitli araştırmalardan da yola çıkılarak (Aydoğan ve diğerleri, 2003; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Gümüş ve diğerleri, 2003), konuyla ilgili

çeşitli öğretim teknikleri ve yaklaşımları nicel olarak karşılaştırılmıştır (Başer, 2006; Başer ve Geban, 2007; Gürses ve diğerleri, 2002; Niaz, 2006; Olgun, 2008; Shayer ve Wylam, 1981; Şenocak ve diğerleri, 2003; Tanahoung ve diğerleri 2009; Yeo ve Zadnik, 2001; Zacharia ve diğerleri, 2008). Kavramsal öğrenme ile ilgili yapılan nicel çalışmalar, öğrenmenin doğasını yeterince ortaya koyamamaktadır. Bu nedenle kavram öğreniminin doğasını daha iyi anlayabilmek için değişik yaklaşımlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla, Posner ve arkadaşları (1982) kavramsal değişim olarak adlandırdığı yeni bir yaklaşım ortaya atmış ve bu yaklaşım hızlı bir şekilde aktif öğretimde kullanılmaya başlanmıştır. Posner ve arkadaşlarına (1982) göre fizik öğrenmenin temeli, öğrencilerin kavramsal çerçevesi olan deneyimleri, tutumları ve inançları ışığında karşılaştıkları dünyayı analiz edip, öğrendikleri kavramları, sahip oldukları kavramlarla bütünleştirmeleridir.

Kavramsal değişim yaklaşımı, öğrencilerde var olan kavram yanlışlarından bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilere doğru geçiş yapabilmeleri konusunda öğrencilere yön gösteren, onları inandırmaya çalışan, alternatif bir yaklaşımdır (Duit, 2003; Wang ve Andre, 1991). Kavramsal değişim yaklaşımına uygun olarak geliştirilen bazı ortak yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları: kavramsal değişim metinleri, bağdaştırıcı benzetme, çürütme metinleri, kavram haritaları ve kavram ağlarıdır. Kavramsal öğrenme üzerine, özellikle de kavramsal değişim ile yapılan nicel çalışmaların tersine nitel araştırmalar, (Adawi ve diğerleri, 2001; Clough ve Driver, 1985; Frederic ve diğerleri, 1999; Harrison ve diğerleri, 1999; Jones ve diğerleri, 2000; Laburu ve Niaz, 2002; Lewis ve Linn, 1994; Luera ve diğerleri, 2005; Niaz, 2000; Paik ve diğerleri, 2007; Thomas ve Schwenz, 1998; Thomaz ve diğerleri 1995; Wiser ve Amin, 2001) söz konusu temel kavramların öğrenilmesinin anlaşılması açısından daha etkili sonuçlar ortaya koymuştur. Bu araştırma sonuçlarından en önemlilerinden biri, ısı ve sıcaklık kavramlarının öğrenciler

tarafından birbirlerinin yerine kullanılma nedenlerini sorgulamaktadır (Niaz, 2000; Thomaz ve diğerleri, 1995). Yapılan alanyazın taramasında iç enerji kavramının da ısı ve sıcaklık kavramları ile birlikte sorgulandığı herhangi bir çalışmayla karşılaşılmamıştır.

Bu noktada, kavramsal öğrenmenin öğrencinin zihninde oluştuğu ve biçimlendiği unutulmamalıdır. Nitekim öğrenme bir takım ön kavramlar ile başlamaktadır (Eryılmaz, 1992; Eryılmaz, 1996; Clement, 1982). Bu ön kavramlar çoğu zaman önemli yanlışlar içermekte ve bilimsel gerçeklerle uyumsuz olmaktadır (Gilbert ve Watts, 1983; Westbrook ve Marek, 1991). Fiziğin pek çok dalında kavram yanlışları çalışmaları yapılmıştır. Kavram yanlışlarının belirlenme aşaması hemen hemen tamamlanmıştır. Son yıllarda ise kavram yanlışlarının nedenleri ve nasıl giderileceği üzerine yoğunlaşan çalışmalar yapılmaktadır (Damlı, 2010). Yapılan araştırmalarla çeşitli faydaları görülen PDÖ yaklaşımının, kavram öğretimi konusunda da olumlu etkilerinin olduğu çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur (Kelly ve Finlayson, 2009; Marshall ve diğerleri, 2008; Maudsley, 2002; McCourt ve Thomas, 2001; Solomon ve Finch, 1998; Solomon ve Crowe, 2001; Solomon; Guenter ve Salvatori, 2003; Solomon; Salvatori ve Guenter, 2003; Usherwood ve diğerleri, 1991). Kavramsal öğrenmenin PDÖ ortamında nasıl gerçekleştiğini ortaya koymak, süreci anlamak açısından önemlidir. Bu amaçla, PDÖ yaklaşımının uygulandığı bir öğrenme ortamında, PDÖ'nün kavramların oluşumu ve öğrenilmesine olan etkisi mercek altına alınarak, kavramsal öğrenmenin hangi aşamalardan geçtiği ve son durumunu aldığı incelenmesi gereken bir konudur (Niedderer, 1997). Çünkü fen eğitiminin en önemli amaçlarından biri de temel kavramların öğrenilmesinin doğru ve eksiksiz olarak gerçekleşmesidir.

### 1.1.1. Problem Tümcesi

Bu araştırmanın problem cümlesi, “Isı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramların gelişiminde zerine PD sürecinin nasıl bir etkisi vardır?” sorusuna cevap aramayı amaçlamaktadır. Bu soru tümcesi, araştırmanın temel soru tümcesini oluşturmaktadır. Araştırmanın alt problemleri ise şoyledir:

- a. PD süreci boyunca ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramların ve kavramlara bağlı olan doğal süreçlerin gelişimi nasıldır?
- b. PD yaklaşımı ile ilgili olarak, öğrencilerin duyuşsal ve bilişsel açıdan değişimi nasıldır?

Bu araştırma, belirtilen ana soruya cevap aramaktadır. Bu amaçla öncelikle alt sorulara cevap aranmış, verilen problemin cevaplanmasına çalışılmıştır.

## 1.2. Amaç

Bu alışma, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde bir takım zorluklar barındıran ısı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramların ve kavramsal süreçlerin PD yaklaşımı ile yapılan öğrenme ortamı etkisinde hangi aşamalardan geçerek gerçekleştiğini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, araştırma sürecinde bir takım alt amaçlar göz önüne alınmışır. Bunlar şöyle özetlenebilir:

- a. PD süreci boyunca ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramların ve kavramlara bağlı olan doğal süreçlerin, gelişiminin betimlenmesi.
- b. PD yaklaşımı ile ilgili olarak, öğrencilerin duyuşsal ve bilişsel açıdan değişiminin betimlenmesi.

Araştırmanın ana amacı çerçevesinde, ısı ve sıcaklık ile ilgili; ısı, sıcaklık, iç enerji (ısıl/termal enerji) gibi bir takım kavramların yanı sıra; bu kavramlarla doğrudan ilgili olan ısı iletimi, ısı yalıtımı, hal değiştirme, genleşme, sıcaklık değişimi gibi doğal süreçler de belirtilen alt amaçlar kapsamında değerlendirilmiştir. Bu doğal süreçlerden, temel kavramların ve aralarındaki ilişkilerin öğrencilerce nasıl algılandığını keşfetmekte yararlanılmıştır.

### 1.3. Önem

PDÖ yaklaşımı, birçok yükseköğretim kurumunda denenmiş ve akademik başarı açısından olumlu sonuçlar vermiştir (Albanese ve Mitchell, 1993; Berkson, 1993; Blake ve diğerleri, 1995; Harland, 2002; Kaptan ve Korkmaz, 2001; Mayer, 2002; Perrenet ve diğerleri, 2000; Orrill, 2002; Vernon ve Blake, 1993;). Bu çalışmalar, öğretim sürecinin amacı olan, bilimsel bilginin elde edilmesi, araştırılması ve gerek duyulduğunda öğrenilmesini de kapsamaktadır. Bu çalışmalara ek olarak öğrencilerin iletişim, mantıksal düşünme, problem çözme gibi becerileri incelenerek değerlendiren çalışmalar da (Boud ve Feletti, 1997; Kaptan ve Korkmaz, 2002; Morales-Man ve Kaitel, 2001; White, 1996) yapılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır.

Bilimsel bilgi; kavramlar, kavramsal süreçler ve modellerden oluşmaktadır. Bilimsel bilgilerin öğrenilmesi, kazanılması ve kullanılması son derece önemlidir. Yapılan araştırmaların birçoğu, bilimsel bilginin öğrenilmesini akademik başarı boyutunda incelemekle yetinmektedir. Oysaki kavramlar ve kavramlar arası ilişkiler, bilimsel bilginin bel kemiğini oluşturmaktadır. Birçok araştırmacı, öğrenmeye engel olan önemli problemlerin temelinde kavram yanlışları ve kavrama problemlerinin yattığını belirtmektedirler (Clement, 1982; Eryılmaz, 1992; Eryılmaz, 1996; Gilbert ve Watts, 1983; Westbrook ve Marek, 1991). Akademik başarı adı altında ölçülen nicel

verilerin değerlendirilmesi, çoğu zaman bu süreçlerin yapılanmasını incelememize olanak sağlamamaktadır (Carlton, 2000a). Burada asıl önemli olan nokta, akademik başarı yanında, kavramsal öğrenme ve bu kavramlar arasındaki ilişki kurma süreçlerinin de izlenmesidir. Bu nedenle, kavramsal süreçlerin belirlenmesinde betimleyici bir durum tespiti gerekmektedir. Bu amaçla, çeşitli nitel araştırma yöntemleri denenmiştir.

Bazı araştırmalarla, öğrencilerin eğitim süreci içinde bir takım becerilerini geliştirdiği yapılan çeşitli araştırmalarla ortaya konulan PDÖ yaklaşımının, bilimsel bilginin öğrenilmesine ne denli yarar sağladığı da az sayıda araştırma ile incelenmiştir (Lattery, 2001; Milner-Bolotin ve Svinicki, 2000). Ayrıca, öğrencilerin birçok temel becerisini başarıyla geliştiren PDÖ yaklaşımının, önemli problemlerin kaynağı olan kavramların öğrenilmesinde ve kavramsal süreçlerin gelişmesinde ne biçimde ve nasıl etkili olduğunun daha ayrıntılı olarak belirlenmesi önem taşımaktadır.

Alanyazın incelendiğinde, fizikte olduğu kadar günlük yaşamda da önemli yeri olan ısı ve sıcaklığın öğrenilmesine ilişkin nitel araştırmaların sayısı, diğer bazı fizik konularına nazaran daha az sayıda olduğu görülmektedir. Bu durum, ısı ve sıcaklık ile ilgili kavram ve kavramsal süreçlerin öğrenilmesine yönelik yapılan betimleyici araştırmaların da oransal olarak sınırlı sayıda olduğunu göstermektedir. Gündelik yaşamımızda binalarımızın ısınmasından yemek yapmaya, yalıttımdan enerji elde edilmesine kadar birçok konuda karşımıza çıkan bir konu olan ısı ve sıcaklık ile ilgili var olan eksikliği de gidermek son derece önemlidir.

Bu araştırmanın sonuçları, PDÖ yaklaşımını benimseyen ve uygulayan eğitimcilere, bu konuda araştırma yapacak olan araştırmacılara; ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramsal bilginin oluşumu ve gelişim aşamaları ile ilgili fikir verebilir. Ayrıca, ısı ve sıcaklık ile ilgili bir takım alternatif kavramları, kavramlar arası ilişkileri, süreçleri

tanımayı, bunların hangi aşamalardan geçerek ve hangi etkilerle değişime ve gelişime uğradığını belirlemeyi sağlayacaktır. Çalışmadan elde edilecek sonuçlar, gelecekteki araştırmalar için de değişik bir bakış açısı oluşturabilir.

#### **1.4. Varsayımlar**

Araştırmaya katılan öğrencilerden, süreç içerisinde alınan verilerin, araştırma problemini yanıtlamak için yeterli olacağı varsayılmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerin öğrencinin kavramsal yapısını betimlemek için yeterli olduğu, ölçme araçlarının ölçülmesi amaçlanan verileri ölçmeye uygun olduğu varsayılmıştır.

#### **1.5. Sınırlılıklar**

Araştırmada kullanılan terimler ve kavramlar, “Tanımlar” başlığı altında verilen anlamları ile sınırlıdır.

Araştırma sonuçları, kullanılan yöntem gereği bir takım sınırlılıklar içermektedir. Bu sınırlılıklar şu biçimde sıralanabilir:

- a. Araştırma nitel bir çalışma olup, araştırmacının algısı ve yorumları ile sınırlıdır. Farklı araştırmacıların algısı ve yorumları, araştırmada yer almamaktadır. Araştırmacı üçgenlemesi yapılmamıştır.
- b. Araştırma, öğrencilerin beyanıyla sınırlıdır. Kavramsal gelişimde öğrencinin belirtmediği etkenler incelenmemiştir.
- c. Ölçme araçlarının, öğrencinin kavramsal değişimine etkisi incelenmemiştir. Bu açıdan bir sınırlılık söz konusudur.

Bu çalışma, yukarıda belirtilen sınırlamalar çerçevesinde yürütülmüştür. Araştırma ile ilgili değerlendirmeler ve yorumlarda da bu sınırlılıklar göz önüne alınmıştır.

### 1.6. Tanımlar

Bu başlık altında, araştırmada geçen bazı terimlerin hangi anlamda kullanıldığı açıklanmaktadır. Tanımlanan bu terimler, aşağıda verilen anlamları ile sınırlandırılarak kullanılmıştır.

**Problem:** Kuramlar ve kurallar yardımıyla çözülmesi istenen, araştırılıp öğrenilmesi, düşünülüp çözümlenmesi, bir sonuca bağlanması gereken durumdur (TDK, 2008).

**Problem Çözme:** Bir problemle karşılaşan kişilerin karşılaştıkları zorluğu gidermek için harcadıkları çabayı içeren süreçtir.

**Probleme Dayalı Öğrenme:** Öğrencileri; kavramları, kuralları ve bilgiyi tanımlama, elde etme ve uygulamaları için güdülemede gerçek dünya problemlerini kullanan bir sınıf içi ve sınıf dışı süreçtir (Duch ve diğerleri, 2001; Goulet ve Owino, 2001).

**Kavram:** İnsan zihninde anamlanan, değişik nesne ve olguların değişebilen ortak özelliklerini yansıtan bir bilgi biçimidir (Ayas, 2008). Başka bir deyişle nesne ve düşüncelerin benzerliklerine dayanarak, zihinde oluşturulan sözcükle anlatılan özellikler bütünüdür (Ülgen, 2004).

**Kavramsal Süreç:** Kavramlar arası ilişkiler sonucu açıklanabilen doğa olaylarının meydana geliş süreci anlamında kullanılmıştır. (Örnek: Hal değiştirme süreci, genleşme süreci, ısı iletimi süreci, vb.)

**Doğal Süreç:** Doğada gerçekleşen fiziksel olaylar anlamında kullanılmıştır.

**Zihinsel Yapı / Bilişsel Yapı:** Öğrenenin uzun dönem belleğindeki kavramlar arası ilişkiyi gösteren kuramsal bir yapıdır (Shavelson, 1974).

**Kavramsal Yapı:** Kişinin kavramlara verdiği anlam, tanım, bu anlama dayalı olarak kavrama yüklediği özellikler ve kavramlar arası ilişkinin tümünü ifade etmek için kullanılmıştır. Bilişsel yapıyı da kapsamaktadır.

**İşlemsel Tanım:** Kavramları görgül ve olgusal içerimlerine göre anlamlandırma (TDK, 2008).

**Kavramsal Tanım:** Bir bilim dalındaki kuramlar için bir kavramın anlamını veren, kavramın özelliklerini açıklayan tanımdır (CDLI, 2008).

**Görüş:** Olaylar, düşünceler ya da nesneler üzerinde geliştirilen anlayış, değer ve yargıdır (TDK, 2008).

## 2. KURAMSAL YAPI

Bu bölümde; araştırmanın dayandığı kuramsal temeller, araştırma ile ilgili alanyazın ışığında daha geniş biçimde sunulmuştur.

### 2.1. Problem Nedir?

Problem Latince bir kavramdır. “Problema” sözcüğünden gelmektedir. Bu sözcük “Proballo” – öne çıkan engel – sözcüğünden türetilmiştir (Güçlü, 2003). Arapçada ise “mesele” olarak kullanılmış ve Türkçeye de geçmiştir. Günümüz Türkçesinde ise, problem kavramına karşılık olarak “sor-” eylem kökünden türetilen “sorun” kavramı kullanılmaktadır (Ünsal, 2006). Türk Dil Kurumu (2008) sorunu, “Araştırılıp öğrenilmesi, düşünülüp çözümlenmesi, bir sonuca bağlanması gereken durum, mesele, problem” olarak tanımlamıştır. Problem sözcüğü ve mesele sözcüğü günlük yaşamda sorun sözcüğü ile birlikte eş anlamlı olarak kullanılmasına karşın, eğitim alanında yaygın olarak problem sözcüğü kullanılmaktadır (Kalaycı, 2001). Bu araştırmada da bu nedenle problem sözcüğü kullanılmıştır.

John Dewey (1983) problemi, “İnsan zihnini karıştıran, ona meydan okuyan ve inancı belirsizleştiren her şey” olarak tanımlamaktadır. Başka bir deyişle problem, temelde bireyin bir amaca ulaşmada engel ile karşılaştığı bir çatışma durumudur (Morgan, 1995; Akt: Çavuş ve Genç, 2001). Bingham (1971) ise, bir kimsenin, istenilen bir amaca ulaşmak ereğiyle topladığı var olan güçlerinin karşısına dikilen engeli problem olarak tanımlamıştır. Bilimadamları bir olayla karşılaştıklarında, o olayı bilimin ilkeleriyle açıklayamıyorlarsa, önceden kestiremiyorlarsa onlar için o olay bir problemdir (Ünsal, 2006). Karasar ise (1991), fiziksel ya da düşünsel olarak tedirgin eden, kararsızlık içeren her durumu problem olarak tanımlamıştır. Van De Walle’ye (1994) göre ise problem; “Çözümü, bir araştırma veya tartışma gerektiren zor ya da

sonucu belirsiz bir soru” olabilir. Kişi çözümü bulma konusunda hazırlıksız ancak isteklidir. En genel anlamıyla problem; “Karmaşık ya da sonucu belirsiz bir soru”dur. Problem; araştırma, tartışma ya da bir düşünme işidir. Problemin varlığı için, söz konusu amaca varılmamış olması gerekir (Altun, 1995). Bu özelliklerden hareketle problemi, kişinin amacını gerçekleştirmesine engel olan, karmaşık, kişinin çözümüne istekli olduğu ve de gereksinim duyduğu bir durum olarak tanımlayabiliriz.

Her insan, yaşamı boyunca sürekli olarak çeşitli problemlerle karşı karşıya gelmektedir. Başka bir deyişle insanın yaşamı çözülmesi gereken değişik biçim ve yapıda problemlerle doludur. Problem kavramının anlamını daha iyi anlayabilmek için genel olarak tüm problemlerde yer alan ortak özelliklerin belirlenmesi gerekmektedir.

Bingham’a (1971), ve Altun’a (2000) göre her çeşit problemde bulunan temel ortak özellikler şöyledir:

- a. Bireyin kafasında aşağı yukarı belirli bir amaç vardır.
- b. Bireyin amaca uzanan yolunda önüne şu veya bu biçimde bir engel çıkar.
- c. Birey, kendisini amaca erişmeye yönelten, içsel bir gerginlik duyar.
- d. Problemle karşılaşan kişi için bu durum güçlük içermelidir.
- e. Kişi problemi çözmeye gereksinim duymalıdır.
- f. Kişi bu problemle daha önce karşılaşmamış olmalı ve herhangi bir hazırlığı olmamalıdır.

Bu açıklamalardan yola çıkıldığında bir problemin ortaya çıktığı durumda genel olarak; amaç, engel ve belirsizlik (bunun getirdiği içsel gerginlik, vb. problemler) gereksinim, zorluk ve hazırlıksız yakalanma ifadeleriyle özetlendirilebilecek bazı temel ortak özelliklerin bulunduğu görülmektedir.

Okullar, bireyleri günlük yaşama ve topluma uyum sağlamak için eğiten kurumlardır. Problemler ise günlük yaşamın ve toplumun parçasıdır. O yüzden okulda, günlük yaşama uyumu arttıracak birer eğitici araç olarak nitelikli ve yaşama ilişkin problemlerin kullanılması söz konusudur. Öğrenimde kullanılacak nitelikli bir problemin şu özellikleri taşıması gerektirmektedir (Dutch, 1995; MacKinnon, 1999; Johnson, 1999; Yaman, 2003):

- a. Öğrencilerin ilgi alanlarına yakın olmalı, ilgilerini çekerek onları harekete geçirmelidir,
- b. Gerçek dünya ile ilişkili olmalıdır,
- c. Mantığı ve akıl yürütmeyi temel almalı, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmelidir,
- d. Araştırmayı, bilgi toplamayı ve yansıtmayı gerektirmelidir,
- e. Küme çalışması yürütülebilmesi için işbirliğine uygun olmalıdır,
- f. Her aşamada öğrencilerin kararını belirtmesine elverişli olmalıdır,
- g. Problemin çözümü için gerekli bilgilerin elde edilmesinde öğrencilere kılavuz olmalıdır,
- h. Karmaşık olmalı ve tek bir doğru cevabı olmamalı, açık uçlu olmalıdır,
- i. Alt problemlere indirgenebilir özellikte olmalıdır,
- j. Alan bilgisine yönelik sonuçlar hemen görülebilecek özellikte olmamalı, cevap öğrenme süreçlerinden geçilerek öğrencilerin günlük bilgisine dayanan yollarla bulunmalıdır,
- k. Değişen ve deneysel özellikte olmalıdır,
- l. Öğrencilerin gelecekteki mesleklerinde karşılaşacakları durumlara uygun olmalıdır.

Öğrencilere problem verirken, nitelikli problemler tercih edilmelidir. Çünkü öğrenciler, alışık olmadıkları durumlara karşı daha fazla ilgi duyarlar (Daunt, 1997). Hoşnut olarak çözmeye çaba gösterecekleri problemlerin güdülenmeye ve eğitime katkısı daha fazla olacaktır. Bu ilgi, öğrenilenlerin içselleştirilmesine yardımcı olacaktır. Öğrenmenin problemin çözülmüş olan sonucundan çok çözüm için harcanan çaba sırasında gerçekleştiği unutulmamalıdır.

### **2.1.1. Problem Türleri**

Problemler, yapı bakımından, ayrıca içerikleri ve çözüm yollarının düzeyi bakımından iki başlık altında sınıflandırılmaktadır.

#### **2.1.1.1. Yapı Bakımından Problem Türleri**

Eğitimciler, genel olarak problemleri yapı bakımından iki gruba ayırmaktadırlar. Bunlar şöyledir:

##### **2.1.1.1.1. İyi yapılandırılmış problemler (Sıradan problemler)**

Bu tür problemler, daha çok ders kitaplarında ve okulda alıştırmaya amaçlı kullanılan matematiksel çözümler içeren, tek bir doğru cevabı bulunan sorulardır (Doğru, 2005). Çepni ve arkadaşlarına (1997) göre, “problem” denilince ilk akla gelen sayısal yöntemlerle doğru cevabı bulunacak olan matematiksel sorulardır. Bu tür sorular, alanyazında “öykü problemleri” (story problems) olarak da geçmektedir. Bir ya da birden çok işlem basamağından oluşabilirler, fakat tek doğru cevapları vardır. Bunlar, kitaplarda genelde değişkenlerden biri hariç tümünün verilir, verilmeden kalan değişkenin değerinin istendiği sorulardır. Bu tip problemlerin genel amacı, günlük yaşamda gerekli olan dört işlem becerilerini geliştirmek ve problem öyküsünde geçen

bilgileri matematiksel bağıntılara uygulayabilmeyi öğretmek, problem çözmenin gerektirdiği temel becerileri kazandırmayı sağlamaktır (Doğru, 2005). Yapılan bir çalışmada, bu tür problemlerin, öğretim sürecinde, matematik ve fen ilkeleri doğrultusunda uygulanması gerektiği, ancak problem çözme yeterliliklerini geliştirmek için yeterli olmadığı görülmüştür (Jonassen, 2003). Sıradan problemler zaten günümüzde yaygınca kullanılmaktadır. Ülkemizde de kullanılmakta olan sıradan problemler, pekiştirme amacıyla kullanılmakta olup (Ünsal, 2006), daha çok belirli kalıpların öğrenilmesi ve ezberlenen bir yöntem ile bilinçsizce sonuca ulaşma alışkanlığını edinme riskini de taşımaktadır (Karakırık, 2002). Bu durumuyla, PDÖ sürecinde kullanımı uygun olmayan bir problem türüdür.

#### **2.1.1.1.2. İyi yapılandırılmamış problemler (Sıradan olmayan problemler)**

Bir tek doğru cevabın olmadığı, günlük yaşamda karşılaşılan problemleri ifade etmektedir (Saka, 2008; Ünsal, 2006; Yaman, 2003). Bazı kaynaklarda “gerçek yaşam problemleri” (real-life problems) olarak ele alınan problem türleri de bu kapsamda ele alınmaktadır. Bu tür problemlerin cevabı, kişinin içinde bulunduğu topluma, kişisel değerlerine ve bakış açısına göre değişebilmektedir. Bu tür problemleri çözmenin amacı, problemin doğasını ve mantığını kavrama, uygun stratejiyi seçme, kullanma ve sonuçları yorumlama yeteneklerini geliştirmektir (Altun, 2000). Zaten, okul da bireyi gerçek yaşama hazırlamayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, okullarda bu tür problemlerin kullanılması, öğrencinin gerçek yaşamda başarılı olmasını sağlayacak etkili bir köprü görevi görebilmektedir (Blumenfeld ve diğerleri, 1991; Kalaycı, 2001). PDÖ sürecinde ana olarak kullanılan problem türü de budur. Genelde bu tür problemler, problemin açık tanımının yapılamadığı, çözümleri belirlemenin işlemlere bağlı olduğu ve çözümü değerlendirmek için ölçütlerin olduğu durumlar için kullanılır (Lohman ve Finkelstein, 2000). Sıradan olmayan problemleri çözerken bir tek bilim dalı çoğu zaman

yeterli olmaz. Kişi birden fazla bilim dalını bir arada kullanarak çözüme ulaşmaya çalışmak zorunda kalabilir.

#### **2.1.1.2. İçerik ve Çözüm Yollarının Düzeyi Bakımından Problem Türleri**

Problemler, içerik ve çözüm yolları bakımından dört düzeyde ele alınmaktadır (Çepni ve diğerleri, 1997). Bunlar şöyledir:

##### **2.1.1.2.1. Birinci Düzey**

Öğrencinin problemin çözümünü geçmişte görerek çözdüğü durumu belirtir. Bu durumda öğrenci için yeni bir şey yoktur ancak öğrenci içeriği ve çözüm yolunu pekiştirir. Öğrenci yeni bir çözüm yolu veya yeni bir bilgi öğrenmez. Bu düzey problemlere, öğretmen veya öğrenci eliyle daha önceden çözülen bir problemin, öğrenci eliyle yeniden çözülmesi örnek verilebilir.

##### **2.1.1.2.2. İkinci Düzey**

Problemin içeriği öğrenci için yeni olmasına karşın, çözüm yolu yeni değildir. Bu durumda, öğrenci bildiği bir çözüm yolunu yeni bir içeriğe uygulayarak, çözüm yolunu pekiştirecektir. Bu düzey problemlere örnek olarak, öğrencinin daha önceden öğrenmiş olduğu suyun kaldırma kuvveti ile ilgili örnekler çözüp, daha sonra yoğunluğu farklı bir sıvı için de uyarlayabilmesi verilebilir.

##### **2.1.1.2.3. Üçüncü Düzey**

Öğrencinin daha önceden başka problemlere uyguladığı bir yöntemle ilk kez karşılaştığı bir problemde çözüme ulaşabilir. Öğrenci bildiği çözüm yolunu, yeni

durumlara uyarlayabilmekte ve başarılı olabilmektedir. Bu düzeye örnek olarak, iki elektriksel yükten oluşan bir sistemin potansiyel enerjisini hesaplayabilen bir öğrencinin, üç elektriksel yükten oluşan sistem için de sonucu aynı yolla hesaplayabilmesi verilebilir.

#### **2.1.1.2.4. Dördüncü Düzey**

Öğrenci için problem yenidir ve problemin çözümü de bilmediği bir çözüm yolu gerektirmektedir. Bu düzeyde, öğrenci kendi çabaları, öğretmenin yol göstermesi ve ipuçlarıyla uygun çözüm stratejisini ve çözümü bulur. Bu yolla, hem yeni bir problem çözüm yöntemi, hem de çözümü elde eder. Bu düzeydeki problemlere, “Uçaklarda cep telefonu kullanımı nedeniyle ortaya çıkan aksaklıklar nasıl önlenebilir?” biçimindeki bir problem örnek verilebilir.

Yukarıda söz edilen içerik ve çözüm yolları bakımından dört düzeye ayrılan problemler, ayrı yanları ve örnekleriyle birlikte Tablo 1’de bir arada verilmiştir.

Tablo 1. İçerik ve düzeylerine göre problemler ve özellikleri

| <b>Problem Düzeyi</b> | <b>Problem içeriği</b> | <b>Çözüm yolu</b>     | <b>Karşılaşılan Durum</b> | <b>Amacı</b>                                                                           | <b>Örnek</b>                                                                                                                                                                      |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Düzey              | Öğrenci için tanıdık.  | Öğrenci için tanıdık. | Öğrenci için tanıdık.     | İçeriği ve çözüm yolunu pekiştirmektir. Yeni bilgi ya da çözüm yolu öğrenilmez.        | Öğretmen veya öğrenci eliyle daha önceden çözölen bir problemin, öğrenci eliyle yeniden çözölmesi.                                                                                |
| 2. Düzey              | Öğrenci için yeni.     | Öğrenci için tanıdık. | Öğrenci için tanıdık.     | Çözüm yolunu pekiştirmektir. Yeni içerikle çözüm yolu arasında ilişki kurulur.         | Öğrencinin daha önceden öğrenmiş olduğu suyun kaldırma kuvveti ile ilgili çözüm yolunu, daha sonra yoğunluğu farklı bir sıvı için de uyarlayabilmesi.                             |
| 3. Düzey              | Öğrenci için tanıdık.  | Öğrenci için tanıdık. | Öğrenci için yeni.        | Çözüm yolunu ve içeriği yeni durumlara uyarlayabilmektir.                              | İki elektriksel yükten oluşarı bir sistemin potansiyel enerjisini hesaplayabilen bir öğrencinin, üç elektriksel yükten oluşarı sistem için de sonucu aynı yolla hesaplayabilmesi. |
| 4. Düzey              | Öğrenci için yeni.     | Öğrenci için yeni.    | Öğrenci için yeni.        | Yeni bir çözüm yolu bulmak, çözümü elde etmek ve olası çözümler arası seçim yapmaktır. | Uçaklarda cep telefonu kullanımı nedeniyle ortaya çıkan aksaklıkların nasıl önlenebileceğini araştırması.                                                                         |

İlk iki düzey problemler, içerik ve çözüm yolu pekiştirmeyi amaçlamaktadır. Dolayısıyla, öğrenciye herhangi bir yeni çözüm yolu ya da problem türü kazandırmamaktadır. Üçüncü düzey problemler ise eğitim alanında az sayıda kullanılmaktadır (Ünsal, 2006). Gerçekte, yeni çözüm yolu ve problem türü kazandıran dördüncü düzey problemler, PDÖ'nün üzerinde durduğu problem düzeyidir.

## 2.2. Problem Çözme Nedir?

Problem çözme kavramı, birçok araştırmacı tarafından çok çeşitli biçimlerde tanımlanmıştır (Güçlü, 2003). Thornton'a göre (1998), problemin çözülmesi, bir amacımız olup da ona nasıl ulaşacağımızı bilmediğimizde yaptığımız iştir. Polya (1962) ise, problemi ve problem çözmeyi öznel bir yargı olarak yorumlamış ve hemen ulaşılamayan ama açık bir biçimde biçimlendirilmiş amaca ulaşmak için gösterilen çabaları problem çözme olarak tanımlamıştır. Genel olarak, bir problemle karşılaşan kişilerin problemi çözmek için harcadıkları çabaya problem çözme denir.

Problem çözme, bir sonuç değil bir süreçtir (Kneeland, 2001). Problem çözmede kullanılan el ve zihin becerilerinin toplamı, problem çözme sürecini; problem çözme süreçlerinin toplamı ise, problem çözme yöntemini oluşturmaktadır (Çepni ve diğerleri, 1997). Problemin çözüm aşamaları, sonuçtan çok daha yararlı olabilmektedir. Öyle ki, çoğu zaman problem çözüme ulaşmasa bile çözme çabası ve süreci de öğreticidir. Nitekim Edison'un ampulü bulmadan önceki başarısız denemeleri için "Bir ampulün nasıl yapılamayacağını öğrendim" demesi buna en iyi örneklerdendir.

Problem çözme, genellikle bir soruya cevap bulmak için plan yapma, araştırma, örgütlenme ve de değerlendirme yaparak çözüm önermeyi içerir. Süreç çeşitli basamaklardan oluşur. Her bilim dalında problem çözme sürecinin basamakları bir

takım ayrılıklar gösterebilmektedir. Bu ayrılıklar, Lumsdaine ve Lumsdaine (1995)'e göre şu biçimdedir:

- a. Bilimsel Yöntem (Fen Bilimlerinde): 1) Veri analizleri ve hipotezleri tümevarım ile belirleme, 2) Olası çözümleri tündengelim ile belirlemek, 3) Seçimli çözümleri sınamak, 4) En iyi çözümü uygulamak.
- b. Yaratıcı Düşünme (Ruhbilimde): 1) Kaynakların araştırılması, 2) Hazırlık (üretim) dönemi – Olasılıklar, 3) Açıklama dönemi – Çözüm için yargıyı belirlemek, 4) Doğrulama ve değiştirme dönemi.
- c. Polya'nın Yöntemi (Matematikte): 1) Problem nedir? 2) Çözüm planı, 3) Seçeneklere bakmak, 4) Planı uygulamak ve sonuçları denetlemek
- d. Analitik Düşünce (Mühendislikte): 1) Düzeneği tasarlamak ve tanımak, bilinmeyenleri belirlemek, 2) Problemi modellemek, 3) Gidişi ve deneyimleri çözümlmek, 4) Son ürünü değerlendirmek.
- e. 8-D Yöntemi (Endüstride): 1) Bir takım yaklaşımı kullanmak, 2) Problemi belirlemek, 3) İvedi durumları tespit etmek, 4) Temel nedenleri bulmak, 5) Düzeltici etkinlikleri sına ve en iyi eylem planını tasarlamak, 6) Planı uygulamak, 7) Problemin tekrarlanmasını engellemek, 8) Takımı kutlamak.
- f. Yaratıcı Problem Çözme (Her problemde): 1) Problemi tanımlama: Veri toplama, içeriğin analizi ve araştırılması, 2) Düşünceler üretmek (çok sayıda), 3) Yaratıcı düşüncelerin değerlendirilmesi (iyi düşünceleri seçmek), 4) Düşünceleri muhakeme yapmak ve yargıya varmak (en iyi çözüm), 5) Çözümü uygulama ve izlemek. Ne öğrenildi?

Lumsdaine ve Lumsdaine (1995)'e göre, her bilim dalında farklı uygulamalar olduğunu görmekteyiz. Bu çeşitli yöntemler, birbirlerinin yerine de kullanılabilir. Önemli olan basamakları doğru bir şekilde uygulamaktır.

Problem çözme basamakları için birçok araştırmacı farklı yöntemler önermiştir. Problem çözme sürecinin basamakları, Kneeland (2001)'a göre şöyledir:

- a. Problemin farkına varma,
- b. Gerekli bilgileri toplama,
- c. Problemin temeline inme,
- d. Çözüm yollarını araştırma ve bulma,
- e. En uygun çözüm yolunu belirleme,
- f. Problemi çözme.

Problem çözme sürecinin basamakları ile ilgili bir başka görüş de Gallanger ve Stepien'e (1995) aittir. Bu görüşe göre, problem çözme basamakları şöyledir:

- a. Problem hakkında düşünme,
- b. Problemin ne olduğunu tam olarak öğrenme,
- c. Problemin çözümüne katkısı olabilecek deney, gözlem ve hesaplamalara karar verme,
- d. Deney, gözlem ve hesaplamaları uygulama,
- e. Çözüm için sonuçları değerlendirme,
- f. Sonuçları bildirme, konuşma ve yayınlama.

Problem çözme sürecine ilişkin yukarıdaki gibi birçok yöntem vardır. Bu basamaklar dizisinden herhangi birine uygun olarak yapılan çözümü yapan bireyler bilimsel olarak problem çözmüş sayılır.

Eğitim alanında da problem çözme sıkça kullanılan bir tekniktir. Çoğu zaman alıştırma ve pekiştirme amacı taşısa da, bazen öğretimin ta kendisi de olabilmektedir. Öğrencilere karşılaştıkları problemleri çözme fırsatı verilmesi onların problem çözme becerilerinin gelişmesini sağlar (Kaptan ve Korkmaz, 2002).

### **2.3. Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ)**

Bu kısımda, probleme dayalı öğrenme yaklaşımının tarihsel gelişimi, temel ilkeleri, hedefleri, diğer küme çalışmalarından ayrımları ve uygulanması hakkında bilgi verilecektir.

#### **2.3.1. Probleme Dayalı Öğrenmenin Tarihsel Gelişimi**

PDÖ, 1960'larda McMaster Üniversitesi'nde sağlık bilimleri eğitimi için tanıtılmasından bugüne kadar birçok uyarlama geliştirilmiştir (Massa, 2008). Uyarlama ve güncellemelere karşın ana felsefesini ve mantığını korumuş, çeşitli yöntemlerle birlikte denenmiştir. PDÖ ile ilgili yapılan çalışmaların ve denemelerin çoğu sağlık bilimleri alanında görülmektedir. Bazı tıp okullarının öğretim programları, günümüzde probleme dayalı olarak işlenen tıp öncesi bilim derslerini içermektedir. Bugünkü aşamaya gelene kadar, tıp okulu ortamında PDÖ yaklaşımının etkinliği, sınırlı sayıdaki çalışmalara dayanılarak tartışılmış, değerlendirilmiş ve sonuç olarak belirli şartlar altında kabul edilmiştir (Albanese ve Mitchell, 1993; Berkson, 1993; Vernon ve Blake, 1993; Blake ve diğerleri, 1995). Bu tıp okulları, öncelikle geleneksel tıp öncesi fen

derslerinin doktorların problem çözücü ve yaşam boyu öğrenici olabilmeleri için ne kadar yeterli olduğunu sorgulamışlardır (White, 1996).

Yapılan araştırmalar ve değerlendirmeler sırasında, Dalaware Üniversitesi ve Thomas Jefferson Tıp Koleji arasında ortaklaşa yürütülen tıp eğitimi programında, seçilmiş olan doktor adayları için yükseköğretim öğretim programına bir kaç tane probleme dayalı ders eklenmiştir (Blacklow ve Engel, 1991). Bu probleme dayalı öğretim programları açısından önemli bir gelişme olmuş, ardından başta diğer tıp okulları olmak üzere başka alanlarda da probleme dayalı öğretim programları denenmeye başlanmıştır.

Tıp okullarında ve genel olarak sağlık bilimlerinde PDÖ denenmekte ve sorgulanmakta iken, uzman uğraş örgütleri, devlet örgütleri ve birçok kuruluş, “bilimde ne düşünüldüğü”nün yanı sıra “bilimin nasıl düşünüldüğü”nde değişiklik yapmak için çağrıda bulunmuşlardır (Czujko, 1994; Project Kaleidoscope, 1991; Tobias, 1990; Tobias, 1992; Wingspread Conference, 1994).

PDÖ, tıp eğitiminde çok iyi bilindiği sırada, diğer yükseköğretim programlarında neredeyse hiç bilinmemekteydi (White, 1996). Tıp okullarında PDÖ’nün gelişimini eyleme geçiren birçok eğitsel kaygı, günümüzde yükseköğretimin birçok dalında da tekrar etmektedir. PDÖ, birçok kaygının altını çizmektedir (White, 1996). Önceden beri, kavram yoğunluklu dersler birçok yükseköğretim kurumunda ve birçok eğitim kurumunda geniş katılımlı sınıflarda ve simgesel olarak verilmiştir (White, 1996). Daha sonra, bazı yükseköğretim kurumlarının desteğiyle PDÖ, hem fen hem de fen dışındaki yükseköğretim bölümlerinin dikkatini çekmiştir (Groh ve diğerleri, 1996). PDÖ, fen derslerinden sonra ilk olarak, sanat tarihi ve uluslararası ilişkilere de probleme dayalı öğretim programları (Burch, 1995) uygulanmıştır. Birçok

yükseköğretim kurumu yöneticileri ve öğretim üyeleri çeşitli hizmet içi eğitim çalışmaları ve etkinliklerle PDÖ'yü tanımaya başlamıştır. Günümüzde bu yönetime ilgi artmaya devam etmekte ve yöntemin sınırlılıkları, birçok alanda ortaya çıkartılmaktadır (White, 1996).

PDÖ, günümüzde dünya çapında çok sayıda tıp okulunda ve diş hekimliği, eczacılık, optometri, hemşirelik, hukuk, ekonomi ve eğitim bilimleri gibi alanlarda kullanılmaktadır (Barrows ve Myers, 1993; Boud ve Feletti, 1997; Bridges ve Hallinger, 1992; Duffy, 1994; Koschmann, 2002; Leahy ve diğerleri, 2006; Lohman ve Finkelstein, 2000; Perrenet ve diğerleri, 2000; Savery ve Duffy, 1995). PDÖ'nün diğer dallara da uyarlanması ve yaygınlaşması 1990'lı yıllara denk gelmektedir. ABD'de tıp eğitiminde kullanılmaya başlanan ve dünyada ilgi gören bu yöntem, ülkemizde de şu ana değin bazı tıp fakültelerinde uygulanmaktadır (Açıkgöz, 2003; Dicle, 2002).

### **2.3.2. Probleme Dayalı Öğrenmenin Temel İlkeleri**

Değişik araştırmacılar, PDÖ'nün dayandığı temel ilkeleri şöyle tanımlanmışlardır (Barrows ve Tamblyn, 1980; Barrows, 1986; Krajcik ve diğerleri, 1994; Slavin ve diğerleri, 1994; Treagust ve Peterson, 1998):

- a. Problem Oluşturma,
- b. İşbirliği,
- c. Güvenilir Araştırma,
- d. Problemin Çözümü,
- e. Ölçme-Değerlendirme.

Bu ilkeler doğrultusunda hazırlanmış bir PDÖ süreci, başarılı olarak değerlendirilebilir. Bu ilkelere bağlı kalınmadığı durumda, sürecin PDÖ yaklaşımına uygunluğu tartışılabilir.

PDÖ süreci, yukarıdaki ilkelerin yanı sıra bir takım özellikleri de içermelidir. Barrows'a (1986) göre PDÖ yaklaşımının temel özelliklerinden bazıları şunlardır:

- a. Öğrenciler öğrenme sürecinde sorumluluk almalıdır.
- b. Problemler gerçek yaşamı ilgilendiren ve serbest araştırmaya yönlendirici olmalıdır.
- c. Konular ve problemler farklı bilim dallarını kapsamalıdır.
- d. Problemler öğrencileri işbirliğine yönlendirmelidir.
- e. Öğrenciler öğrenme sürecinde problemleri tekrar çözümleyerek ne öğrendiklerini görmelidir.
- f. Her konunun sonunda öğrenciler akran grubu ile ve kendi kendilerine değerlendirme yapmalıdır.

Yukarıda belirtilen özellikler, sürece yedirildiğinde PDÖ yaklaşımı amacına ulaşmıştır denilebilir.

### **2.3.3. Probleme Dayalı Öğrenmenin Amaçları**

PDÖ yaklaşımı, üç amaç üzerine kurulmuştur. Bu amaçları şöyle sıralayabiliriz (Arends, 1998):

- a. Öğrencilerin bir soruyu veya problemi sistemli olarak araştırma yeteneklerini ve anlamalarını geliştirmek: Böylelikle öğrencilerin problem çözme becerileri gelişir.
- b. Öğrencinin kendini yönlendirerek öğrenmesini sağlamak: Kendi kendine öğrenme, öğrencilerin öğrenme süreçlerini denetlemeleri ve ayırımında olmaları ile gelişir. Kendini yönlendirerek öğrenmede “ne bilmeye gereksinimim var?”, “ne biliyorum?” ve “ne bilmiyorum?” gibi sorular cevaplanmaya çalışılır.
- c. İçerik kazanımı: Bu yaklaşımda öğrenilen bilgilerin uzun süre anımsanması ve diğer alanlara aktarılması amaçlanmaktadır.

Holen’a (2000) göre, PDÖ’nün öğrenciler için üç amacı vardır. Bunlar; öğrenmeyi kolaylaştırmak, yaşam boyu ve kendi kendine öğrenmek için gerekli becerileri kazanmak ve toplumsal becerileri geliştirmektir.

#### **2.3.4. Probleme Dayalı Öğrenme ve Küme Çalışması**

PDÖ diğer küme çalışmalarından ayrıdır. PDÖ, amaçlarına ulaşmak için işbirlikli çalışmayı gerektirir, öğrenciler kümeler halinde çalışarak problemin çözümüne ulaşmaya çalışırlar. Küme üyeleri, problemin çözümüne yönelik yapılacak çalışmaların planlaması, uygulanması ve sonuçların yazıya dökülmesi aşamalarında birlikte iş görürler. Bu nedenle PDÖ uygulamasına başlamadan önce öğrenciler kümelere ayrılır. Kümeler oluşturulurken, homojenliği sağlamak için küme içinde farklı ilgi ve cinsiyetten kişilerin bulunmasına dikkat edilmelidir (MacKenzie ve diğerleri, 2003). PDÖ kümeleri, öğrenciler ve eğitimli bir eğitim yönlendiricisinden oluşur (Albenese ve Mitchell, 1993; Lohman ve Finkelstein, 2000).

PDÖ çalışmalarında kümeler oluşturulurken öğrenci sayısına da özen gösterilmesi gerekmektedir. Kümenin büyüklüğünün belirlenmesinde, belirli küme büyüklükleriyle ilgili öğrenme deneyimlerinde (Will, 1997; Lohman ve Finkelstein, 2000), çoğunlukla çalışma ortamının durumu, donanım ve öğretmen sayısı gibi uygulamalı nedenler temel alınır (Duffield ve Grabinger, 1997; Moody ve Gifford, 1990; Lohman ve Finkelstein, 2000). Özgün olarak, orta büyüklükteki kümeler, beşten sekiz öğrenciye kadardır (Chang ve diğerleri, 1995; Lohman ve Finkelstein, 2000; Savery ve Duffy, 1995). Her ne kadar, eski kuramlar ve araştırmalar, orta büyüklükteki kümelerin kullanılmasını destekleyen az sayıda kanıt sağlasa da, bazen de tersi durum için kanıtlar sağlar (Bloom, 1984; Cordeiro ve diğerleri, 1997; Moody ve Gifford, 1990; Saine ve diğerleri, 1974). Bloom tarafından yönetilen bir dizi çalışma; üç öğrenci ve bir öğretmen içeren kümelerle öğrencilerin başarı düzeyleri, 30 öğrenci ve bir öğretmen olan geleneksel öğretmen merkezli derslerdeki öğrencilerin başarı düzeylerinden daha yüksek olduğunu göstermiştir (Anania, 1983; Burke, 1983; Lohman ve Finkelstein, 2000).

Johnson (1999), etkili bir küme çalışması yapılabilmesi için gerekli olan becerileri şu biçimde sınıflamıştır:

- a. Paylaşılan hedefleri tanımlama,
- b. Küme arkadaşlarını destekleme,
- c. Özenle dinleme,
- d. Yapıcı katkıda bulunma,
- e. Deneyimleri değerlendirme ve onlardan ders alma.

PDÖ çalışması, bu becerilerin gelişimini desteklemekte ve öğrencinin toplumsal ve takım çalışmasına yatkın bir birey haline gelmesinde yardımcı olmaktadır.

### 2.3.5. Probleme Dayalı Öğrenmenin Uygulanması

Eğitimde PDÖ yaklaşımı, geleneksel anlayışın sınırlılıkları ile sıkıntılar yaşayan yükseköğretim kurumları arasında genellikle yerinde bir coşku yaratmakta ve yükseköğretim kurumu için, öğretimde oldukça köktenci bir yaklaşım olmaktadır (White, 1996).

Polya'nın (1945) problem çözme hakkındaki düşüncelerinin ötesinde, PDÖ senaryoları bizi; hem matematik, fen veya mühendislik problemlerinin doğal bir parçası olarak hem de bağlı çözüm süreçleri olarak sunulan unsurların göz önüne alınmasına götürmektedir (Delgado, 2004). PDÖ'de problemlerin doğası, kolay cevapları engellemektedir (White, 1996). Bu durum, problemin anlaşılması ve problemin gerektirdiği yargıya varmanın yerine getirilmesi için olan koşullardır. Bu amaçla PDÖ oturumlarında yapı bakımından iyi yapılandırılmamış, içerik ve çözüm yolları bakımından ise dördüncü düzey problemler kullanılmaktadır.

PDÖ uygulamasının işleyişini PDÖ'nün basamakları, problem durumu ve senaryo yazımı, eğitmenin ve öğrencinin sorumlulukları, değerlendirme ve uygulamada karşılaşılabilecek güçlükler açısından incelemekte yarar vardır.

#### 2.3.5.1. Probleme Dayalı Öğrenmenin Basamakları

PDÖ çalışmasında, birtakım çalışma basamaklarının yerine getirilmesi gerekmektedir. Örneğin, tıp alanında deneysel çalışmalar ağırlıklı olduğundan özellikle PDÖ yaklaşımı yeğlenmektedir ve tıp alanı içerisinde PDÖ, temel bir bilim olarak tanımlanmış, üç basamaktan oluşan bir döngü olarak ele alınmıştır. Bu basamaklar şöyledir (Yaman, 2003):

- a. Kuram ve olgular yerine probleme odaklanılır, mesleki düşünce becerileri geliştirilir ve öğrenme gereksinimleri, bir kılavuz eğitmen denetiminde işbirlikli biçimde yürütülür.
- b. Öğrencilerin kendi başlarına yaptıkları çalışmalar, önceden var olan bilgileri ile birleştirilir. İşbirliği yapılır.
- c. Bilgiyi uygulama ve özetleme yapılır.

Stepien, Gallagher, Workman (1993) ve Edens'e (2000) göre PDÖ'nün en önemli basamakları şöyledir:

- a. Problemi belirleme ve giriş: Eğitmenler, öğrencilerin daha fazla bilgi edinmeleri için olanaklar sunarlar. Öğrenciler problemleri belirlerler. Problemin iyi yapılandırılmamış yani sıradan olmayan problemler biçiminde olması gereklidir. Öğrenciler problemi senaryo biçimine dönüştürürler. Öğrenciler önceki bilgilerini kullanarak problem hakkında düşüncelerini ortaya atarlar.
- b. Araştırma: Öğrenciler problemi çözmek için daha fazla bilgi toplamaya çalışırlar. Problemi iyice tanımladıktan sonra problemi nasıl çözeceklerine ilişkin plan yaparlar. Çeşitli görevleri aralarında paylaşarak, araştırmaya odaklanırlar. Eğitmen ve öğrenciler problemi çözmek için hangi kaynaklara gerek duyulduğu ve bunları nerelerden elde edeceklerine ilişkin tartışmalar yaparlar.
- c. Sentezleme ve uygulama: Bu basamak problemin çözüldüğü basamaktır. Öğrenciler ürünlerini çeşitli biçimlerde sunmak için hazırlanırlar. Küme olarak hazırladıkları ürünü en iyi biçimde sunmaya çalışırlar. Bu aşamada eğitmen ve diğer öğrenciler çalışmaya ilişkin yapıcı düşüncelerini açıklarlar.

Massa'ya (2008) göre PDÖ, dört basit aşamayı içermektedir; problemin analizi, kendi kendini yönlendiren öğrenme, beyin fırtınası ve çözümün sınanması. Bu aşamalar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

a) Süreç, öğrencilere çözmeleri için gerçek bir problemin sunulmasıyla başlar. Problem, işletme veya endüstri ortağı eliyle sorulmuş olabilir ya da gerçek dünya olaylarına ve verilerine dayanarak eğitmenin ürettiği bir problem da olabilir. Her iki durumda da, ilk adım, dört ile sekiz kişi arasında değişen öğrencilerden oluşan kümelerde, öğrencilerin işbirliğiyle problemi analiz ettikleri ve ana çerçevesini ortaya koydukları “problemin analizi” sürecidir. Bu süreç, neyin bilindiğinin, neyin bilinmediğinin, olaya bağlı sınırlılıkların ve istenen çıktının açıkça anlaşılması için problemin parçalara ayrılmasını içermektedir. Bu etmenleri tanımlayarak öğrenciler, problemin ana çerçevesinin nasıl oluşturulacağını ve eylem için plan geliştirmeyi öğrenmektedirler. Bu noktada, hipotezler, öğrenme sürecinde yardımcı yol gösterici olarak geliştirilebilirler.

b) Kendi kendini yönlendiren öğrenme, problemin analizi evresinde gerekli olarak tanımlanan bilgi ve becerilerin elde edilmesi için öğrencilerin sorumluluk almalarını içerir. Kendi kendini yönlendiren öğrenme, problemin çözümü için özel öğrenme amaçlarının oluşturulmasını, insan kaynakları da içinde olmak üzere gerekli kaynakların tanımlanmasını, elde edilmeye başlanan gerekli bilgi ve becerilerin kavranmasının denetlenmesini ve ellerinde var olan problemin çözümüne uygulanacak olan yeni kazanılmış bilgi ve becerilerin derecelerinin değerlendirilmesini içerir. Kümenin bütün üyeleri, “Problemin çözümü için gerekli olan bilgiyi ve becerileri kazanabildim mi?” sorusuna cevap verebilmelidir.

c) Beyin fırtınası bölümünde öğrenciler, problemin çözümüne olası bir yakınlık sağlama umuduyla kendi kendini yönlendirme sürecinde ne öğrendiklerini tartışmak için yeniden toplanırlar. Bireysel katkılar, eleştiri ve yargılama olmaksızın kümeye sunulur. Düşüncelerin açıklanmasıyla ve diğerlerinin ne söylediklerinin dinlenmesiyle öğrenciler, kendi bilgi düzeylerini ölçebilir, anlama ve farkındalık düzeylerini yükseltebilir ve kümenin ortak bilgisini yansıtan çözüme yaklaşabilirler. Beyin fırtınası, işbirliğiyle öğrenmenin temel taşıdır.

d) Problem çözme sürecinin son aşaması çözümün sınanmasıdır. Deneme çözümü küme tarafından kabul edildiğinde, bunun problemin analizi bölümünde kurulan istendik çıktı ölçütünü sağlayıp sağlamadığının değerlendirilmesi gereklidir. Bu noktada, sınama ve değerlendirme stratejisi karşılaştırmalı başarımlarla birlikte geliştirilir. Eğer çözüm, istendik çıktıyı ve karşılaştırmaları sağlarsa, çözümün sunumu, problemin çözümünü sınamış olan her bir değerlendirmede tanımlanır. Eğer sağlamıyorsa, kabul edilebilir bir çözüme ulaşana kadar problem çözme süreci tekrarlanır.

PDÖ süreci, problemin büyüklüğüne göre birkaç oturum ile gerçekleşmektedir. Bu oturumlar tüm süreci kapsamaktadır. Aşağıda, üç oturumlu bir PDÖ sürecinde yapılması gerekenler listelenmiştir (Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2002):

#### Birinci Oturum:

- a. Oturum öncesi hazırlık
- b. Başlangıç
- c. Tanışma ve kılavuzluk
- d. Öğrenme anlaşması

- e. Senaryoların dağıtılması
- f. Senaryoların okunması
- g. Bilinmeyen sözcüklerin bulunması
- h. Problemlerin belirlenmesi
- i. Hipotezlerin beyin fırtınası yöntemi ile belirlenmesi
- j. Hipotezlerin açıklanması ve tartışılması
- k. Yeni bilgiler kullanarak hipotezlerin sınırlandırılması
- l. Öğrenme amaçlarının belirlenmesi
- m. Geri bildirim

#### İkinci Oturum

- a. Başlangıç
- b. Öğrenme amaçlarının açıklanması ve tartışılması
- c. Senaryonun ikinci bölümünün okunması
- d. Yeni bilgiler kullanarak hipotezlerin sınırlandırılması
- e. Yeni öğrenme konularının belirlenmesi
- f. Geri bildirim

#### Üçüncü Oturum

- a. Öğrenme konularının paylaşılması
- b. Senaryonun üçüncü bölümünün okunması
- c. Problemin çözülmesi, öğrenme konularının özetlenmesi
- d. Geri bildirim

PDÖ oturumları esnasında bir takım etkileşimi sağlayan ve verimli fikirlerin üretildiği aktif öğrenme tekniklerinden yararlanılabilir. Eğitim sürecine kılavuzluk eden eğitim yönlendiricisi ve öğrenciler arasında çok yönlü iletişimi sağlayan tekniklerden bazıları aşağıda verilmiştir (Saka, 2008):

- a. Küçük küme çalışmaları
- b. Soru-cevap yöntemi
- c. Listeleme
- d. Rol yapma
- e. Beyin fırtınası
- f. Olgu çalışması

PDÖ sürecinin dört temel bileşeni vardır. Bunlar (HÜTF, 2003):

- a. Problem Durumu ve Senaryo
- b. Öğrenci
- c. Eğitim Yönlendiricisi (genelde öğretmen)
- d. Değerlendirme

Bu dört bileşen birbirlerini tamamlayıcı ve destekleyici özellikte olmasını ve sürecin amaca yönelik şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır.

#### **2.3.5.2. Probleme Dayalı Öğrenmede Problem Durumu ve Senaryo Yazımı**

PDÖ, bir problem durumu ile başlar. Problem durumu günlük yaşamdan seçilerek genellikle bir senaryo şeklinde hazırlanır. Hazırlanan senaryolar veya

problemler, öğrencileri araştırmaya ve temel bilgilerini kullanmaya yönlendirmelidirler (Dahlgren ve Öberg, 2001).

Ram'a (1999) göre, PDÖ'de iyi bir problem şu beş önemli özelliği elinde bulundurmalıdır:

- a. Problem, güvenilir ve öğrencinin günlük yaşamında karşılaşılabileceği bir durumdan çıkarılmış olmalıdır.
- b. Problem, ne çok kolay ne de çok zor çözülür nitelikte olmalıdır.
- c. Problem, öğrencinin zihinsel gelişim düzeyine uygun olmalıdır.
- d. Problem, eğitim süresinde çözülebilecek sınırlılıkta olmalıdır.
- e. Problem, faydalı olmalı ve öğrencinin hipotez oluşturmaya olanak vermelidir.

Problemlerin kullanılması, PDÖ sürecinin işleyişinde çok önemli bir konuma sahiptir. PDÖ çalışmalarında kullanılan problemler, normalde kitaplarda bulunan konu sonu problemlerinden başkadır. Geleneksel olarak kitaplarda sıradan problemler birinci ve ikinci düzeyde kullanılır. Bu problemler, amaçlanan kavram ile ilgili gerekli bilgiler verildikten sonra öğrenciye sunulur. Problemin içeriği kolaydır ve içerikte verilen bilgiler kullanarak ek bir bilgiye gerek duyulmadan kolayca çözüme gidilebilir. PDÖ'de amaç, bilgiye ulaşabilen ve kullanabilen yani kendi kendine öğrenebilen bireyler yetiştirmek olduğundan kullanılan problemlerin içeriği, geleneksel problemlere göre daha karmaşık ve geniş kapsamlı tutulmaktadır. Bu tür problemlerde çoğunlukla günlük yaşamdan alınmış bir olaydan söz edilerek, bu olayın oluş nedeninin ya da sonuçlarının belirlenmesi istenir. Problemin konusunun günlük yaşamdan seçilmesinin nedeni ise, öğrencinin bilimin yaşamın içinden geldiğinin ayırmasına varmasını,

amaçlanan kavrama ve derse olan ilgisinin olumlu yönde artmasını sağlamaktır (Taşkesengil ve diğerleri, 2008).

Pirie ve Kieren (1992), problem düzeyinin önemini dört kuralla açıklamıştır:

- a. Etkinliğin amacının öğrenci tarafından tamamlanıp tamamlanamayacağını göz önüne alınması,
- b. Problemin öğrencinin matematik anlayışını değiştirebilmesi,
- c. Bir problemi anlamada değişik yollar olduğunun göz önüne alınması,
- d. Her bir konuda değişik düzeylerde anlayışın söz konusu oluşudur.

Yukarıda gösterilen nedenlerle PDÖ sürecinde, tek bir çözümü olmayan, yapılandırılmamış ve dördüncü düzey problemler kullanılmaktadır. Yapılandırılmamış problemler ile ilişkilendirilen problem çözme, öğretim tasarımıyla ilgi kazanan bir süreçtir (Jonassen, 1997; Lohman ve Finkelstein, 2000). Bu süreç, problemi ve sınırlılıklarını tanımlamayı; problemin bakış açılarını tanımlama, açıklama ve olası çatışmalarını; olası çözümleri genellemeyi; seçimli çözümleri tartışma yapısı ve kişisel inançlar ile uygulanabilirliğini değerlendirmeyi; problem çözme etkinliklerini gerektiren bilişüstü süreçleri gözlemlemeyi; bir çözümün sınanmasını ve önerilerini ve bir çözümün uyarlanmasını içerir (Barrows, 1994; Frederiksen, 1984; Lohman ve Finkelstein, 2000).

Ortaya çıkan problem durumuna uygun bir senaryo yazmak da, problem durumunu belirlemek kadar önemlidir. Senaryolar, problemi açıklayacak şekilde olmalı, gerçek yaşama uygun olarak tasarlanmalı, ilgi çekici olmalı ve süreç sonunda probleme çözüm üretebilmelidir (Yaman, 2003). Amaç, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmektir. Bu nedenle senaryonun el verdiğince tek probleme odaklı, bilgi

yükünden uzak ve öğrencilerin katılımını sağlayan metinlerden oluşması önemlidir. Senaryoda tanımlanan problem durumunun gerçek yaşamda karşılaşılabilen olgu ve durumları içermesi öğrencilerin ilgisini ayakta tutar. Öğrenciler senaryoyu okumaya başladıkları andan başlayarak kendilerini tanımlanan problemin içinde bulmalıdır (HÜTF, 2003). Bu yüzden, PDÖ ile öğretilmek istenen konu iyice çözümlenerek, temel kavramlar belirlenmelidir. Belirlenen kavramlar, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri ve öğrencilerin kendilerinin öğrenmeleri gereken bilgileri belirleyecekleri de göz önüne alınarak, öğrenciyi yönlendirecek biçimde senaryoların hazırlanmasına önem verilmelidir. Diğer türlü, öğrenciler konuyu çok sınırlı veya çok geniş ele alabilecekleri gibi, öğretilmesi amaçlanan konunun kavramlarına değinmeden, konunun tamamen dışında izleyecekleri bir yolla da çözebilirler.

#### **2.3.5.3. Probleme Dayalı Öğrenmede Eğitmenin Konumu**

PDÖ’de eğitim yönlendiricisi (tutor) adını alan eğitmenin konumu, geleneksel öğretmen konumunda başkadır (Das ve diğerleri, 2002). PDÖ süreci boyunca, başlangıcından sonuca ulaşana kadar, konunun uzmanı olan kılavuzluk eden kişi doğrudan oturumlara katılır (Woods, 1996). Burada, genelde bu kılavuzluk konumunu öğretmenler üstlenmektedir. PDÖ’de eğitmen “takım kaptanı” gibi davranır. Öğrencileri görevlendirir, onlara problemin çözümü aşmasında ipucu olacak nitelikte bilgiler verir. Diğer tüm bilgiye ulaşmak öğrencinin görevidir. Ayrıca eğitmen, problemin çözümü için yeterli zaman ve bilgiye ulaşmak için istenilen kaynaklara ulaşma olanağı sağlar. Eğitmenin görevleri içinde en önemlisi de, öğrencilere problem çözme, bilgiye ulaşma ve bilgiyi kullanmayı öğrenmeleri için kılavuzluk etmesidir (Taşkesengil ve diğerleri, 2008). Eğitmen, sınıf içinde bilgiyi aktarmaktan çok öğrencilerin bedensel ve bilişsel etkinliklerine özen göstermelidir (Charles, 1999). Bu etkinlikler, öğrencilerin problem çözme becerisi üzerinde etkili olmaktadır. Yapılan çalışmalar, daha önce PDÖ çalışması

yapmamış eğitimcilerin, genellikle öğrencilere ya gereğinden çok bilgi aktardığını ya da problem durumun çözümüne yönelik çokça ipucu verdiğini göstermiştir (Thomas, 1999; Çakır ve Tekkaya, 1999).

Kolay bir problemi çözmek için PDÖ süreci birçok kez tekrarlanabilir. Bu süreç boyunca, eğitim yönlendiricisi (eğitmen) yardımcı olarak görev görür, öğrenciler kaynakları araştırırken onları yönlendirir ve istek üzerine ek bilgi sağlar ki bu ek bilgi gerçek eğitim de olabilir (Massa, 2008). MacKinnon (1999), PDÖ sürecinde, öğrencinin başarısı ve güdülenmesi açısından eğitmen-öğrenci iletişimin önemini vurgulamıştır. Bu amaçla, bir eğitmen için PDÖ sürecinde yapılması ve yapılmaması gerekenler Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nin (2003) hazırladığı bir çalışmada Tablo 2'deki gibi sıralanmıştır.

Tablo 2. Eğitim yönlendiricisi için kısa PDÖ kılavuzu.

| <b>Yapılması Gerekenler</b>                                                                                                                                                                                               | <b>Yapılmaması Gerekenler</b>                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oturumlar sırasında oluşan sessizliği öğrencilerin bozmasını bekleyiniz.                                                                                                                                                  | Sessizliği asla siz bozmayınız.                                                                                                                        |
| El verdiğince açık uçlu, birden fazla cevabı olan ve uzun süren tartışmalara yol açacak sorular yöneltiniz.                                                                                                               | Tek cevabı olan sorular sormaktan kaçınınız.                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                                                           | Öğrencilerin tartışmaları için konu başlıklarını saptamaktan ve önermekten kaçınınız. Tartışma konularını ve içeriklerini kendileri belirlemelidirler. |
| Öğrencilerden eğitim yönlendiricisi rolünüzle ilgili geribildirim alınız. Onların yansız geribildirimleri sizin daha iyi bir eğitim yönlendiricisi olmanız için çok önemlidir. Bu süreçte yansız, eleştiriye açık olunuz. | Önyargılarınızdan kurtulmaya çalışınız.                                                                                                                |
| Hoşgörülü olunuz.                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                        |
| Eğitim yönlendiricisi konumunuzu öğrencilerin kavramasını sağlayınız.                                                                                                                                                     | Oturumlarda tek bilgi kaynağı olarak algılanmaktan kaçınınız.                                                                                          |
| Küme etkinliklerinde yönlendirici olunuz.                                                                                                                                                                                 | Küme etkinliklerinde yönetici olmayınız.                                                                                                               |

Steinkuehler ve arkadaşlarına (2002) göre, eğitmenlerin PDÖ sürecinde yapacakları çalışmalardan bazıları şunlardır:

- a. Uygun bir sıralama yapısı içinde öğrencilere kılavuzluk yapmak,
- b. Her yapı için yeteri kadar özen göstermek,
- c. Kümeler için bilişüstü göreve olanak tanımak,
- d. Öğrencileri bilgilerini kullanmaları için yüreklendirmek,
- e. Öğrencilerin bilgi ve kanıtlarını araştırmak,
- f. Kişiler arası dinamikleri izlemek,
- g. Eşit katılım ve etkileşime özen göstermek,
- h. Küme süreçlerinde derinliğine düşünmeyi desteklemek,
- i. Kişisel dinamikleri izlemek,
- j. Gerektiğinde öğrencilerin kendi başlarına çalışmaları için yüreklendirmek,
- k. Eğitsel tanılar yapmak.

Süreç sırasında eğitmenlerin yapacakları bu ve benzeri çalışmalar, PDÖ ortamının sağlıklı yürümesi için olumlu katkı sağlayacaktır.

PDÖ sürecinde eğitimi yönlendirmekle görevli olan eğitmenin yapması gerekenler, PDÖ uygulamasının basamaklarına göre Tablo 3'te verilmiştir (Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2003).

Tablo 3. PDÖ uygulama basamaklarına göre eğitim yönlendiricisinin sorumlulukları

| PDÖ Basamağı                                    | Eğitmenin Yapması Gerekenler                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Bilinmeyen terimlerin bulunması, açıklanması | Süreci izler.                                                                                                                                                               |
| 2. Problem(ler)in tanımlanması                  | Öğrencilerin tartışma açmasını ve tüm katılımcıların bu tartışmaya katılmasını sağlar ve eğer gerekiyorsa örnekler verir.                                                   |
| 3. Problemin analizi                            | Öğrencilerin halen yapmakta oldukları etkinliklerinde kolaylaştırıcılık yapar.                                                                                              |
| 4. Olası çözümlerin üretilmesi                  | Süreci izler, gerekirse özetleme yapar. Yanlış anlaşılmalara giderir. Alternatif tartışmalar yaratmak ve tartışmalara değişik bir boyut kazandırmak için sorular sorabilir. |
| 5. Öğrencilerin küme ya da bireysel çalışmaları | Amaçlar doğrultusunda öğrencileri yönlendirir.                                                                                                                              |
| 6. Sonuçların üretilmesi ve toparlanması        | Özetlemeler yapar. Konunun bütünlüğü içinde temel ve yardımcı bölümleri öğrencilere hatırlatır. Kısa açıklamalar yapar.                                                     |

PDÖ yaklaşımı, öğrencilere olduğu kadar eğitmenlere de değişik bakış açıları kazandırmaktadır (Yaman, 2003). PDÖ sınıflarında bir kişi hem eğitmen, hem de öğrencidir (Mierson ve Parikh, 2000).

#### 2.3.5.4. Probleme Dayalı Öğrenmede Öğrencinin Konumu

PDÖ’de en önemli konum öğrencinindir. Eğitmen tarafından sunulan problemi inceler, gerek sahip olduğu bilgileri kullanarak gerekse araştırarak ulaştığı bilgilerden yararlanarak problemin çözümüne yönelik hipotezler kurup, çözüm yolları önerir. Tıpkı bir araştırmacı gibi, problemin çözümüne yönelik rapor hazırlar (Taşkesengil ve diğerleri, 2008). Özetle, problem durumunun ve ne öğrenildiğinin doğası, bilgi ve becerilerin kazanılmasında gerekli olan sorumluluk öğrenciye aittir (Massa, 2008). Öğrenci kümesinde, eğer daha önce böyle bir çalışmaya katılmamış öğrenciler varsa bu öğrencilere PDÖ’nün işleyişi hakkında bilgi verilmelidir. PDÖ’nün aşamalarından söz

edilmeli ve öğrenciler bu konuda soru sormaları için yüreklendirilmelidir (Boud ve Feletti, 1997).

Problemin tanımlanması ve analizinin yapılması aşamasında öğrenciler düşüncelerini sınırsızca tartışmalıdır (Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2003). Bu aşamada “serbest çağrışım” ve “beyin fırtınası” gibi eğitim teknikleri kullanılır. Öğrenciler senaryonun akışında, sorularla karşılaştıklarında “listeleme” yöntemini kullanarak yeni başlıkları belirler ve bu başlıklarla ilgili yeni sorular ve problemleri tartışmaya açarlar ve çözüm önerilerini geliştirirler. Eğitim yönlendiricilerinin tartışılmakta olan PDÖ oturumunun içeriği konusunda uzman olması gerekmediğinden, öğrenciler ondan bir şeyler öğretmesini beklememeyi öğrenmek zorundadır (Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2003). Kazanılan yeni bilgilerin kümeyle paylaşılması, problemten yola çıkılarak bilgilerin sentezlenip yeni durumlara uyarlanması ve yaşamla bağdaştırılması PDÖ oturumlarının son aşamasını oluşturur (Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2003).

PDÖ oturumlarının gerçek yürütücüleri öğrencilerdir. Bir PDÖ sürecinde temel olarak öğrencilerden beklenen (Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2003):

- a. Bilinmeyen terimleri, kavramları saptamak ve bu kavramları açığa kavuşturmak,
- b. Problemi tanımlamak,
- c. Problemin analizini yapmak,
- d. Problemin analizi sırasında ortaya çıkan problemlere sistemli bir yaklaşım getirmek,
- e. Çalışma konularına yönelik çalışmalar yapmak,
- f. Kaynaklara yönelmek,

g. Eski bilgileri ve yeni ulaşılan bilgileri sentezlemektir.

Öğrencilerin PDÖ oturumları esnasında yapması ve yapmaması gereken önemli noktalar, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nin hazırlamış olduğu PDÖ Oturumları Rehberi'nde Tablo 4'te verilmiştir (Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2003).

Tablo 4. Öğrenciler için kısa PDÖ kılavuzu

| <b>Yapılması Gerekenler</b>                                                        | <b>Yapılmaması Gerekenler</b>                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Aklınıza takılan tüm soruları kümeye yöneltiniz.                                   | Eğitim yönlendiricisine soru sormayınız.                                        |
| Düşüncelerinizi korkmadan, çekinmeden söyleyiniz.                                  |                                                                                 |
| Sorularınızın cevaplarını basılı ve elektronik kaynaklardan araştırınız.           | Eğitim yönlendiricisinden cevap ya da onay beklemeyiniz.                        |
|                                                                                    | Soruları cevaplarken başkalarının notlarından (fotokopilerden) yararlanmayınız. |
| Bulduğunuz tüm yeni bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.                         | Yeni bilgileri eğitim yönlendiricisine danışmayınız.                            |
| Konuları kendi aranızda tartışınız, sunumlarınızı kümeye yapınız.                  | Tartışma ve sunumlarda eğitim yönlendiricisine yönelmeyiniz.                    |
| Konuyu anlamadığınızda o konuyu araştırarak arkadaşınızdan açıklamasını isteyiniz. | Konuyu anlamadığınızda eğitim yönlendiricisine sormayınız.                      |
| Tartışmalara kendiliğinizden katılınız.                                            | Eğitim yönlendiricisinin sizi seçmesini beklemeyiniz.                           |
| Zamanı iyi kullanınız.                                                             | Zamanınızı boşa geçirmeyiniz.                                                   |

Öğrenciler, ilk aşamada problemi analiz edip, bilmeleri gereken şeyleri tartışır ve bu bilgilere nasıl ulaşacaklarına karar verirler (Howard, 1999). Fakat öğrenciler gerek duydukları tüm bilgilere sahip olmadıklarından onlara kılavuzluk etmek gerekecektir. Eğitmenin PDÖ'deki konumu ve görevleri ile öğrencinin konumu özenle incelendiğinde, öğrencinin öğrenmesi ve problem çözme yeteneklerini geliştirmesi için gerekli kılavuzluk ve yardımın eğitmence sağlandığı, öğrencinin ise kendi öğrenmesinden sorumlu olduğu uyumlu bir etkileşimin varlığı görülmektedir.

Öğrenciler küme içinde konum ve iş bölüşümü yaparak örgütlenecekler, toplumsal iletişim ve takım çalışması becerilerini de geliştireceklerdir.

#### **2.3.5.5. Probleme Dayalı Öğrenmede Değerlendirme**

PDÖ süreci, problem çözülene kadar devam eder. Problemin çözülmesi ile sona erer. Son olarak ölçme-değerlendirme yapılır. PDÖ’de, ölçme-değerlendirme sürecine öğrenci görüşleri de katılmaktadır. Örneğin, kümelerdeki öğrencilerden çalışmalarındaki gözlemlere dayanarak arkadaşlarını, kendilerini ve gerekirse öğretmenlerini değerlendirmeleri istenmektedir (Boud, 1989; Das ve diğerleri, 1998; Norman ve Schmidh, 2000; Pinto ve diğerleri, 2001; Segers ve Dochy, 2001; Solomon ve Crowe, 2001; Sullivan ve Dunnigton, 1999; Swanson ve diğerleri, 1995).

PDÖ oturumlarındaki ölçme ve değerlendirme sürecinde şunlar değerlendirilmektedir (Saka, 2008):

- a. PDÖ oturumları sonunda, çalışma ortamı, PDÖ içeriği ve küme dinamikleri,
- b. Oturumlar sırasında öğrencilerin edindikleri bilgiler,
- c. Öğrencilerin kazanmaları gereken davranış, tutum ve beceriler.

Oturum sırasında yapılan geri bildirimler ve çeşitli formlarla bu ölçme ve değerlendirme işlemleri gerçekleştirilmektedir.

### 2.3.5.6. Probleme Dayalı Öğrenmenin Uygulanmasında Karşılaşılabilecek Güçlükler

Albenese ve Mitchell (1993), PDÖ yaklaşımının uygulamasında karşılaşılabilecek güçlükleri beş madde altında toplamıştır. Bunlar:

a) Eşzamanda Birçok Ödev Verilmesi: Eğitimciler öğrencilerine aynı anda birden fazla problem verebilir. Aynı anda birçok problem verilmesi ve bunların çözümüne yönelik çalışmaların denetim altında tutulması oldukça zordur.

b) Farklı Bitiş Zamanlarını Ayarlama: Öğrencilerin karşılaştıkları önemli güçlüklerden birisi de kümelerin ya da bireylerin yaptıkları çalışmaları birbirlerine göre erken ya da geç bitirmeleridir. Bu gibi durumlar bazı öğrencilerin ya da kümelerin konuya olan ilgi ve olanaklarının fazla olmasından ya da bilgiye kolayca ulaşmalarından kaynaklanabilir. Bu durumda yapılması gereken, çalışmalarını erken bitiren öğrencilerin diğer kümelerdeki öğrencilere yardım etmeleri için yönlendirilmesidir. Çalışmalarını bitiren öğrencilere çözümlerini yeniden denetlemeleri için ek zaman da verilebilir. Ancak bu fazlaca başvurulmuş bir yöntem değildir.

c) Gereçlerin Düzenlenmesi: PDÖ yaklaşımında zengin bir gereç içeriğine gereksinim duyulmaktadır. Bu gereçler; deney gereçleri, kağıtlar, kitaplar, birtakım bilgisayar yazılımları ve genel ağ (İnternet) olabilir. Bunlar, eğitim etkinliklerine başlamadan önce hazırlanmış olmalıdır ki karışıklık yaşanmasın.

d) Öğrencilerin Sınıf Dışındaki Çalışmalarının Düzenlenmesi: Eğitimci, öğrencileri sınıf dışında araştırma yapmaları için isteklendirdiğinde, öğrencilerin bu olanakları kullanıp kullanmadıklarından emin olmalıdır. Eğitimci öğrencileri, araştırma

yaparken izlenmesi gereken yollar hakkında önceden bilgilendirip birtakım kurallar belirleyerek onları bu konuda güdülemelidir.

e) Öğrenci ve Eğitimci: Eğer öğrenciler PDÖ'nün işleyişi hakkında herhangi bir bilgiye sahip değilse ya da daha önce böyle bir çalışmaya katılmamışsa bu durum eğitmenin daha çok çaba göstermesine ve çok zaman harcamasına neden olabilir. Ayrıca eğitmenin de PDÖ hakkında deneyimi yoksa güçlüklerle karşılaşma olasılığı yüksektir.

### **3. YÖNTEM**

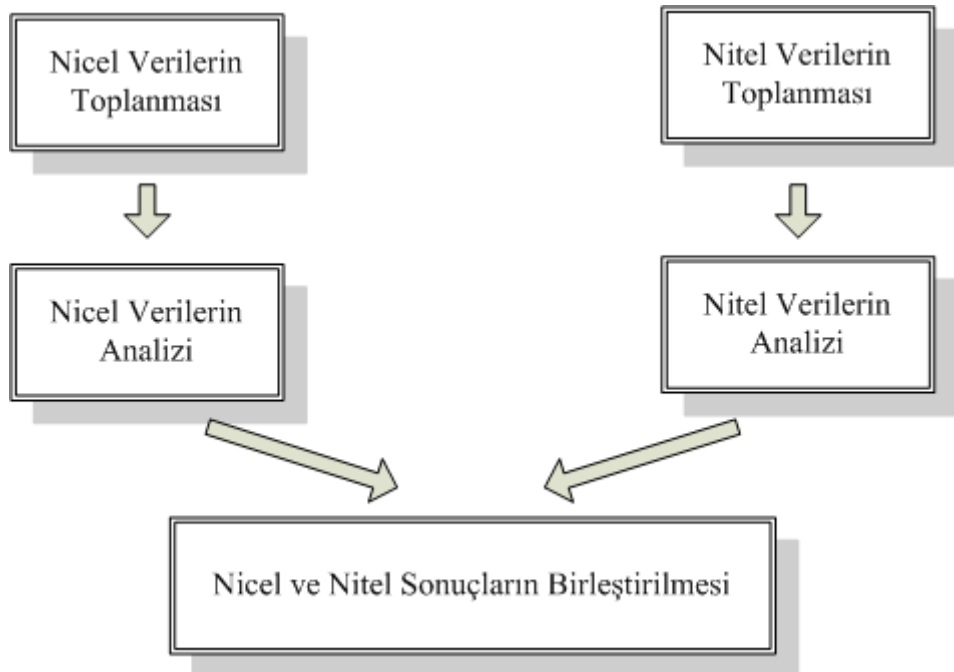
Bu bölümde, araştırmanın modeli, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, katılımcılar, verilerin analiz yöntemi ve araştırmanın uygulama süreci üzerinde durulmuştur.

#### **3.1. Araştırmanın Modeli**

Toplumsal araştırmalarda birden çok yöntem kullanılmasının geçmişi oldukça eskidir (Erzberger ve Prein, 1997). Günümüzde bu tür karma yöntemler, özellikle toplumsal bilimlerde araştırmalarda etkin bir biçimde ilerlemektedir (Greene ve diğerleri, 2001). Gerçekte çoklu yaklaşımlar bazı toplumsal problemler için tüm araştırma programlarına temel destek olması açısından göz önüne alınmaktadır (Mazur ve Parry, 1998; Oakley, 1998; White, 2002, Akt: Ellis ve diğerleri, 2006). Bu araştırmada nicel ve nitel araştırma tekniklerinin bir arada yer aldığı karma yöntem araştırması (mixed methods research) (Creswell, 2003; Johnson ve Christensen, 2004; Newman ve Benz, 1998; Tashakkori ve Teddlie, 2003) kullanılmıştır. Karma yöntem araştırması, araştırmacının bir çalışma içerisinde nicel ve nitel araştırma tekniklerini, yöntemlerini, yaklaşımlarını, kavramlarını ya da dilini karıştırdığı ya da birleştirdiği araştırma sınıfı olarak tanımlanabilir (Johnson ve Onwuegbuzie, 2004). Sechrest ve Sidana'ya göre (1995), karma yöntemler tekil yöntemler ile ilgili bazı problemleri azaltma gücüne sahiptir. Aynı zamanda nicel ve nitel tekniklerin güçlü yanlarını da içermektedir. Nicel ve nitel verilerin karıştırılması, araştırmacıya tek başına kullanılan tekniklere göre daha iyi bir anlayış sağlamaktadır (Creswell ve Clark, 2007). Karma yöntem yaklaşımının güçlü yönü, araştırmacının nicel ve nitel yöntemlerin her ikisinin zayıf yönlerinden kaçınması için en iyi şekilde bu iki yöntemin sentezine olanak sağlamasıdır (Tashakkori ve Teddlie, 2003). Bu araştırmada da, araştırmanın daha geçerli ve güvenilir olması için, nicel ve nitel verilerin birlikte kullanılması uygun

görülmüştür. Çünkü karma yöntem, araştırmanın geçerlilik ve güvenilirliğini arttırmaktadır (Kelle, 2001). Karma yöntemde farklı tekniklerden elde edilen verilerin sentezi söz konusudur (Foss ve Ellefsen, 2002). Bu çalışmada da, fizik öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramsal yapısını ve gelişim süreçlerini bir PDÖ çalışması sırasında belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla katılımcıların kavramsal yapısı hakkında derinliğine ve geniş yelpazede bilgi toplamak için nitel araştırma yöntemlerinden “çoklu durum çalışması” ve “gömülü kuram”dan; PDÖ çalışması ile öğretmen adaylarının genel olarak başarı düzeylerini incelemek amacıyla da “ön test” ve “son test” karşılaştırması gibi bazı nicel yöntemlerden de yararlanılmıştır. Bunun için ön deneysel bir gruplu ön test son test tasarımı kullanılmıştır. Verilerin önemli kısmı nitel olarak toplanmıştır. Araştırmada izlenen yöntem Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1. Araştırmada izlenen yöntemin gösterimi



Karma araştırma yaklaşımları aslında üçgenleme (triangulation) ilkesine dayanmaktadır (Webb ve diğerleri, 1966; Tashakkori ve Teddlie 1998). Üçgenleme, bir soruyu araştırmak için birden fazla araştırma yaklaşımını kullanmaktır (Lockyer, 2006; Bryman ve Bell, 2003). Üçgenleme genellikle anlamı açıklamak için çoklu algıları kullanma, bir gözlem ya da yorumun tekrarlanabilirliğini doğrulama süreci olarak göz önüne alınır (Stake, 2000; Aydın, 2009).

Bu aşamada ilk olarak nitel ve nicel araştırmaların farkları kısaca tanıtılarak, araştırma için benimsenen nitel araştırma yöntemi olan durum çalışması ve kullanılan nicel teknikler hakkında bilgi verilecektir.

Nitel ve nicel araştırmalar farklı kuramsal temellere dayanır. Nitel araştırma toplumsal bir olayın nasıl olduğunu anlama amacıyla yapılırken, nicel araştırma nedenleri ve sonuçları, ilişkileri belirlemek için gerçekleştirilir (Aslan, 2009). Her iki yaklaşım da amaca uygunluğu açısından değerlidir.

Nitel ve nicel araştırma yöntemleri arasındaki ayrımlardan bazıları aşağıdaki biçimde belirtilebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2006):

- a. Nicel araştırmada ana öge yöntemken, nitel araştırmada ana öge durumdur.
- b. Nicel araştırmada amaç genelleme yapmaktır. Nitel araştırmada ise amaç derinlemesine betimlemektir.
- c. Nicel araştırmada standartlaştırılmış veri toplama araçları kullanılmaktayken, nitel araştırmada araştırmacının kendisi veri toplama aracıdır.
- d. Nicel araştırmada parçaların analizi yaklaşımı varken, nitel araştırmada örüntülerin ortaya çıkarılması gerekmektedir.

- e. Nicel araştırmada verinin sayısal göstergelere indirgenmesi söz konusuysen, nitel araştırmada verinin derinliği ve zenginliği içinde betimlenmesi temeldedir.

Nitel araştırmalar için önemli bir konu da araştırma verilerinin analizi yapıldıktan sonra genellenip genellenemeyeceğidir. Genelleme, daha çok nicel araştırmada kullanılan bir yaklaşım olmasına karşın, bazı araştırmacılar nitel araştırma sonuçlarının da genellenebileceğini ileri sürmektedirler (Altunışık ve diğerleri, 2002). Ancak nitel araştırmadaki genelleme, nicel araştırmadakinden ayrılır. Nicel araştırmada genelleme dendiğinde, örneklemden evrene genelleme anlaşılırken, nitel araştırmada ise analitik genellemeden söz edilmektedir. Analitik genellemede sınırlı sayıda katılımcı ya da bilgi kaynaklarından bazı sonuçlara veya kuramlara ulaşma çabası vardır (Altunışık ve diğerleri, 2002). Bu araştırmada da öğrenciler geniş bir evreni yansıtmamaktadır. Öğrencilerden elde edilen verilerle ilgili nicel anlamda bir genellemeye ulaşma çabası yoktur. Yapılan bu araştırma, öğrencilerin ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramlar hakkında oluşturdukları zihinsel yapı ile PD  sürecinin buna etkisini bir model biçiminde sunarak eğitime katkı sağlamaya çalışmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan ve nitel araştırma içerisinde bir teknik olan durum  alışması, İngilizce alanyazında “case study”ye karşılık olarak Türkçede “durum çalışması”, “ rnek olay çalışması”, “ zel durum çalışması”, “vaka incelemesi” gibi değişik şekillerde adlandırılmaktadır. Bu çalışmada ise “durum çalışması” adı kullanılmıştır.

Yin’e göre (1984), durum çalışması; güncel bir olguyu kendi gerçek yaşam  er evesi içinde çalışan, olgu ve içinde bulunduğu içerik arasındaki sınırların kesin çizgileriyle belirgin olmadığı ve birden fazla kanıt veya veri kaynağının var olduğu

durumlarda kullanılan, görgül bir araştırma yöntemidir. Yin (1994) durum çalışmasını; “güncel bir olgu, olay, durum ve kümeler üzerinde odaklanan derinlemesine incelemeler” olarak tanımlamaktadır. Yani durum çalışmaları daha çok “ne”, “nasıl” ve “niçin” sorularına cevap arayan derinlemesine bir çalışmadır (Bayık, 2010). Karasar’a göre (2003), durum çalışmalarında, evrendeki belli bir birimin derinliğine ve genişliğine, kendisi ve çevresi ile ilişkilerini belirlemek ve o birim ile ilgili bir yargıya varmak amaçlanır. Bu teknikte toplanan bilgiler genelleme yapılmadan incelenen birim için kullanılır. Durum çalışmasında sonuçlardan çok sürece, özel bir değişkenden çok bağlama, kanıtlamadan çok inceleyip bulmaya yönelik bir ilgi vardır (Merriam, 1998).

Yıldırım ve Şimşek (2006) tarafından, durum çalışması yapılırken izlenecek aşamalar sekiz başlık halinde belirtilmiştir:

1. Aşama: Araştırma sorularının geliştirilmesi
2. Aşama: Araştırmanın alt problemlerinin geliştirilmesi
3. Aşama: Analiz biriminin belirlenmesi
4. Aşama: Çalışılacak durumun belirlenmesi
5. Aşama: Araştırmaya katılacak bireylerin belirlenmesi
6. Aşama: Verinin toplanması ve toplanan verinin alt problemlerle ilişkilendirilmesi
7. Aşama: Verinin çözümlenmesi ve yorumlanması
8. Aşama: Durum çalışmasının yazıya dökülmesi

Bu çalışmada da Yıldırım ve Şimşek (2006) tarafından belirtilen aşamalar sırayla izlenmiş, ilk olarak araştırmanın amaçları doğrultusunda araştırma soruları ve alt problemler geliştirilmiştir. Ardından analiz birimi saptanıp, çalışılacak durum belirlenmiştir. Bu çalışmada fizik öğretmen adayının incelenen her bir temel kavram

ile ilgili zihinsel yapısı ayrı ayrı ve bütüncül olarak ele alınarak, öğretmen adayının bütüncül zihinsel yapısı bir durum çalışması olarak çözümlenmiştir. Burada incelemeye alınan katılımcı bir analiz birimini oluşturmaktadır. Her bir kavram ayrı bir durumdur. Bu nedenle katılımcılar bütüncül olarak ele alındığı ve bir katılımcı için her bir kavramın derinlemesine incelemesi yoluna gidildiği için “bütüncül çoklu durum deseni” kullanılmıştır. Bütüncül çoklu durum deseninde birden fazla kendi başına bütüncül olarak algılanabilecek durum söz konusudur. Her durum kendi içinde bütüncül olarak ele alınır ve daha sonra birbirleriyle karşılaştırılır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bu çalışmada farklı ve benzer özelliklerdeki üç ayrı durum bir fizik öğretmeni adayı için kendi içinde bütüncül olarak karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Bu araştırmada kullanılan diğer nitel araştırma tekniği ise gömülü kuramdır. Alanyazında “grounded theory” sözcüğüne karşılık olarak “gömülü kuram” kullanılmaktadır. Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşmeler yolu ile elde edilen nitel verilerin değerlendirilmesinde gömülü kuramdan yararlanılmıştır.

Gömülü kuram, ilk olarak Glaser ve Strauss’un (1967) sağlık bilimleri alanında yaptığı çalışmalarda ortaya atılmıştır. Araştırmada Glaser ve Strauss sağlık alanında çalışan uzmanların, yaşamlarının son günlerini yaşayan hastalarla olan etkileşimlerini ele alan araştırmalar yapmışlardır. Elde ettikleri verilerden yola çıkarak bu etkileşimin çeşitli boyutlarını ve sonuçlarını ortaya koymuşlardır. Bu çalışmalarda veri temelinde açıklayıcı bir kuram ortaya konmuştur.

Gömülü kuramda, araştırmacı veri toplarken veya yorumlarken verilerin içine gömülü olan kuramı ortaya çıkartır ve araştırma boyunca yeni kavram ve kuramlara ulaşabilir. Bunun için araştırmacı sistemli bir şekilde deneklerden elde ettiği kategorileri kullanarak deneklerin düşünceleri ve inanışlarını net bir şekilde açıklar (Glaser ve

Strauss, 1967). Gömülü kuram yaklaşımında var olan kavramlara ve anlayışa özgün bir katkı söz konusudur (Karaoğlu, 2010). Gömülü kuramda sonuç kadar süreç de önem taşır.

Gömülü kuram yaklaşımında gözlemler ve görüşmeler en çok kullanılan veri toplama yöntemleridir. Bunların yanında doküman analizi de gerekli görülebilir. Bu yaklaşımın en önemli özelliklerinden biri veri toplama ile analizin birlikte yürütülmesidir (Karaoğlu, 2010). Glasser ve Strauss (1967) bu sürece “sürekli karşılaştırmalı analiz” adını vermişlerdir. Bu süreçte, veriler toplandıktan hemen sonra  z mlenir ve bulgular veri toplama aşamalarına katılır (Hancock, 2004). Elde edilen verilerin analizi ve ortaya çıkan kavramların ve olguların doğası veri toplama aracının esnek bir yapıda olmasını ve sürekli bir değişime açık olmasını gerektirir. Sonuçta ulaşılan kavramlar ve asal düşünceler araştırmanın odağına ilişkin anlamlı bir açıklama ortaya koyar. Bu açıklama veriler temelinde ortaya çıkan kuramlardır (Yıldırım ve şimşek, 2006).

Bu araştırmada çoklu durum çalışması ve gömülü kuram yardımıyla incelenen nitel veriler, nicel veriler ile birlikte değerlendirilmiştir. Çalışma,  ğrenme süreçlerini (learning process) incelemeyi amaçlamaktadır.  ğrenme süreçleri, öğrenme sırasında öğrencilerin kavramlarının yapılanma biçimini ayrıntılı olarak incelemektedir (Niedderer, 1997; Niedderer ve diğerleri, 2007).

### **3.2. Katılımcılar**

Bu bölümde araştırmaya katılan  ğretmen adaylarının seçimi ve özellikleri üzerinde durulmuştur.

### 3.2.1. Katılımcıların Seçimi

Araştırma karma nitelikte olmasına karşın, verilerin büyük kısmı nitel olarak toplanmıştır. Nitel ve nicel araştırmalarda katılımcı seçimleri oldukça farklı yapılır (Bogdan ve Biklen, 1992; Denzin ve Lincoln, 2000; Patton, 1990). Bunun nedeni, nitel ve nicel araştırmaların amaçlarının değişik olmasından kaynaklanır. Araştırmanın nicel olan bölümünde uygulanan çoktan seçmeli testin geliştirilmesi amacıyla rastgele örneklem seçimi uygulanmıştır. Ancak asıl uygulamanın katılımcıları nitel araştırmanın amaçları doğrultusunda zengin durum bilgisi sunabilmelidir (Patton, 1990). Bu nedenle, önceden belirlenen ölçütler temel alınarak amaçlı örnekleme yapılmıştır.

Katılımcıların seçiminde, zengin durum bilgisi elde edilebilmesi için amaçlı örneklem yöntemi seçilmiştir (Patton, 1990). Verilerin bu şekilde elde edilmesi, amaçlar doğrultusunda ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramların gelişim yapısını ve PDÖ sürecinin etkisini daha iyi betimlemeyi sağlayacaktır.

Durum çalışmalarında amaç, bir evrene istatistiksel genellemeler yapmak değil, analitik genellemeler yapmaktır. Bu şekilde kuram oluşturmak veya kuramsal önermelerde bulunmaktır. Bu nedenle durum çalışmalarında simgesel bir örneklemden söz edilmez (Yin, 1984). Araştırmada bir evren ve örneklem grubu belirlemek yerine amaçlı örnekleme yolu tercih edilmiştir.

### 3.2.2. Katılımcıların Özellikleri

Araştırmanın amaçları ve yapısı göz önüne alınarak, araştırmanın nitel yapısı, araştırmacının katılımcılarla iletişimini gerektirdiğinden, öncelikle katılımcıların kolayca ulaşılabilir uzaklıkta olmalarının yarar sağlayacağı düşünülmüştür. Bu nedenle fizik öğretmen adayları ile araştırmanın yapılmasının, hem gerektiğinde laboratuvar

olanaklarının hem de zaman avantajının kullanılması açısından verimli olacağı varsayılmıştır. Bu durum da göz önüne alınarak, katılımcı seçiminde bazı ölçütler belirlenmiştir. Bu nedenle, katılımcıların Ankara'daki bir üniversitenin fizik öğretmenliği programı öğrencileri arasından belirlenmesine karar verilmiştir.

Öncelikle katılımcılar, daha önceden Termodinamik adıyla verilen dersi almamış olmalıdır. Çünkü katılımcıların, üniversitede ısı ve sıcaklık hakkında bir öğrenim görmeleri veri zenginliğini olumsuz yönde etkileyebilir. Araştırmada katılımcıların PDÖ süreci ile ısı ve sıcaklığa ilişkin temel kavramları edinme biçimleri betimlenecektir. Bu nedenle katılımcılar, yakın zamanda Termodinamik dersi almış olanlardan seçilirse, bu durum katılımcıların araştırma ve kavramları edinme konusundaki isteklerini azaltabilir. Çünkü daha önceden bildiklerini düşünecek ve araştırma konusunda isteksiz olabileceklerdir. İlgili anabilim dalının öğretim programında, Termodinamik dersinin üçüncü yılın bahar döneminde, yani altıncı yarıyılta olduğu saptanmıştır. Bu nedenle, henüz altıncı yarıyla gelmemiş birinci veya ikinci sınıf öğrencileri arasından katılımcı seçimi yapılması uygun görülmüştür.

Çalışmada araştırmacının katılımcıların iletişim becerileri, medeni cesaret gibi kişisel özelliklerini bilmesi ya da en azından bu bilgilere aşina olunması, araştırmada sağlıklı veri toplama açısından yarar sağlayacaktır. Bu durum göze alınarak, araştırma için önceden düşünülen fizik öğretmenliği programı birinci ve ikinci sınıf öğrencilerinden, araştırmacıyı önceden tanıyor olmaları sebebiyle daha kolay iletişim kurabilecekleri ve daha sağlıklı veri alınabileceği düşünülen ikinci sınıf öğrencileri arasından katılımcı seçimi yapılması uygun görülmüştür.

Araştırmada gönüllülük esasına öncelik tanınmıştır. Termodinamik dersini henüz almamış olan ikinci sınıf öğrencileri içinden, çalışmada ses kayıtları alınacağı ve

çalışmanın zaman alan bir süreç olması nedeniyle, gönüllü öğrencilerin seçilmesi uygun görülmüştür. Yukarıda söz edilen ölçütleri sağlayan 50 adet fizik öğretmen adayına çalışma ile ilgili sözlü ve yazılı olarak ayrıntılı bilgi verilmiş ve katılmak isteyip istemedikleri sorulmuştur. Öğrencilere verilen ve Ek C’de sunulan yazılı bilgi, Serin (2009) tarafından kullanılan PDÖ bilgilendirme metinlerinden yararlanılarak hazırlanmıştır. Öğrencilere düşünmeleri için yaklaşık bir hafta süre tanınmıştır. Süre sonunda çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen 13 fizik öğretmen adayı olmuştur. Gönüllü olan 13 fizik öğretmen adayından, gönüllü olduklarına ve kendilerinin bu konuda bilgilendirildiğine dair Ek A’da verilen Aydınlatılmış Onam Formu yardımı ile onay alınmasının ardından, araştırmaya katılımcı olarak alınmışlardır. Çalışmaya katılmaya gönüllü olan 13 öğrencinin üçü erkek, 10’u bayandır.

Kendilerinden onay alınan 13 katılımcı, PDÖ kümelerine ayrılmıştır. Çünkü PDÖ işbirliği gerektirir ve bunun için de genellikle küme çalışması olarak yapılmaktadır. Bunun için katılımcıların kümelere ayrılmaları gerekmektedir. Gönüllü sayısının eşit bölünmeye izin vermeyen bir asal sayı olması nedeniyle bir kümenin dört, diğerlerinin üçer kişiden oluştuğu dört adet küme oluşturulmuştur. Katılımcıların gruplara ayrımında öncelikle aralarındaki toplumsal ilişkileri göz önüne alınmış, öğrencilerin kendi kümelerini oluşturmalarına izin verilmiştir. Çünkü katılımcıların aynı sınıfta öğrenim gören diğer katılımcı arkadaşları ile iletişimleri bazılarının göre daha iyidir. Ayrıca bazı katılımcıların da yine bazı katılımcılarla aynı kümede yer almak istememeleri de bu duruma önemli etken olmuştur. Ayrıca cinsiyet dağılımında da mümkün olduğunca heterojen bir dağılım yapmaya özen gösterilmiştir. Katılımcılara Ek D’de yer alan örnek senaryo verilmiş, verilen senaryoyu Ek F1’de yer alan Senaryo Değerlendirme Formu (SDF) yardımı ile değerlendirmeleri istenmiştir. Bu değerlendirme sonunda elde edilen puanlar da öğrencilerin kümelere ayrılmasında kullanılmıştır.

PDÖ çalışması sırasında öğrencilerin kümelerine isim vermeleri istenmiştir. Aynı zamanda katılımcıların kimliklerini etik açıdan gizli tutmak amacıyla, katılımcıların birer takma ad seçmelerine olanak tanınmıştır. Takma ad seçmeyen katılımcılara da araştırmacı tarafından birer takma ad verilmiştir. Küme adları da katılımcıların gerçek adlarına ilişkin ipuçları içerdiğinden, öğrencilerin seçtiği küme adları yerine, kümelere araştırmacı tarafından sağlanan ve belgelerini saklamak amacıyla kullandıkları klasörlerin renklerine göre takma küme adları verilmiştir.

PDÖ çalışması toplam 13 kişiden oluşan dört küme ile gerçekleştirilmiştir. Ancak, bu 13 kişilik katılımcı grubundan veri kaybı olması olasılığı da göz önünde bulundurularak amaçlı olarak 13 kişinin arasından altı kişilik daha küçük bir katılımcı grubu alınarak, bu katılımcılardan görüşme verileri alınmıştır. Bu altı kişi, nitel araştırmada derin odaklı veri elde edebilmek için araştırmanın doğasına uyacak, konuşkan, düşüncelerini açıkça dile getirebilecek öğrencilerden seçilmiştir. Bu altı kişi, görüşme yapmak ve derinlemesine veri elde etmek amacıyla seçilmiştir. Daha sonra görüşme yapılan altı öğrenci içinden rasgele seçilen bir katılımcıya ilişkin bulgular üzerinde analizler yapılarak raporlaştırılmıştır. Görüşme yapılan diğer katılımcılara ilişkin veriler çalışmaya katılmamıştır. Bunun nedeni, değerlendirilmesi amaçlanan verinin çok üzerinde veri elde edilmesi ve tüm katılımcıları verilerinin yüzeysel incelenmesi yerine, bir katılımcının verilerinin derinlemesine incelenmesinin araştırma amacına ve araştırma problemine cevap bulmada daha yararlı olacağı yargısına varılmasıdır. Araştırmada örnekleme genelleme amacı güdülmemekte, analitik genelleme amaçlanmaktadır. Bu nedenle ayrıntılı ve derinlemesine analiz yapabilmek önemlidir. Katılımcıların kümelere göre dağılımı ve katıldığı aşamalar Tablo 5'te görülmektedir. Bu katılımcılardan Yeşil Küme'de araştırmaya katılan Ekin takma adlı katılımcıya ilişkin veriler derinlemesine ele alınmıştır.

Tablo 5. Katılımcıların kümelere göre dağılımı ve katıldığı aşamalar

| Küme Adı   | Cinsiyeti | Takma Adı | Katıldığı Aşamalar     |
|------------|-----------|-----------|------------------------|
| Yeşil Küme | Bayan     | Ekin      | Oturumlar + Görüşmeler |
|            | Bayan     | Masal     | Oturumlar              |
|            | Bayan     | Papatya   | Oturumlar              |
|            | Bayan     | Tanem     | Oturumlar              |
| Gök Küme   | Erkek     | Bulut     | Oturumlar + Görüşmeler |
|            | Bayan     | Eylül     | Oturumlar + Görüşmeler |
|            | Bayan     | Hira      | Oturumlar + Görüşmeler |
|            | Bayan     | Damla     | Oturumlar              |
| Kara Küme  | Erkek     | Kasım     | Oturumlar + Görüşmeler |
|            | Bayan     | Nisan     | Oturumlar              |
|            | Bayan     | Cansu     | Oturumlar + Görüşmeler |
| Sarı Küme  | Erkek     | Mete      | Oturumlar              |
|            | Bayan     | Tuğçe     | Oturumlar              |

Tablo 5’te görüldüğü gibi 13 öğrenci dört kümeye ayrılmıştır. Amaçlı olarak yapılan altı kişilik daha küçük katılımcı grubun seçimi, dört kümenin üçünden birer kişi (Yeşil Kümeden: “Ekin”; Kara Kümeden: “Kasım”; Sarı Kümeden: “Cansu”) ve bir kümedekilerin de tamamı (Gök Küme: “Bulut, Eylül, Hira”) alınarak yapılmıştır. Görüşme yapmak üzere seçilen katılımcıların dördü bayan (Cansu, Ekin, Eylül, Hira), ikisi erkektir (Bulut, Kasım). Bu katılımcılar da diğer katılımcılarla birlikte PDÖ oturumlarına katılmışlar, bunun yanı sıra görüşmelere de katılmışlardır.

### 3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nitel verilerinin nicel verilere göre çoğunluk oluşturması nedeniyle, araştırma sonuçlarının geçerlilik ve güvenilirliği göz önüne alınarak veri çeşitliliğine gidilmiştir (Patton, 1990). Araştırmada kullanılan ölçme araçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Araştırmada kullanılan ölçme araçları

| Ölçme Araçları                       |                                            | Yapısı        |
|--------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|
| Isı ve Sıcaklık Kavram Ölçeği (ISKÖ) |                                            | Nicel         |
| Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu   |                                            | Nitel         |
| PDÖ Oturum Formları                  | Problem Analizi Formu (PAF)                | Nitel         |
|                                      | Alt Problem Formu (APF)                    | Nitel         |
|                                      | Problem Çözümü Formu (PÇF)                 | Nitel         |
|                                      | Beyin Fırtınası Formu (BFF)                | Nitel         |
|                                      | Deneysel Araştırma Formu (DAF)             | Nitel         |
| PDÖ Değerlendirme Formları           | Senaryo Değerlendirme Formu (SDF)          | Nicel + Nitel |
|                                      | Etkinlik Değerlendirme Formu (EDF)         | Nicel + Nitel |
|                                      | Öz Değerlendirme Formu (ÖDF)               | Nicel + Nitel |
|                                      | Küme Arkadaşını Değerlendirme Formu (KADF) | Nicel + Nitel |

Tablo 6’da verilen ve çalışmada veri toplamak için kullanılan ölçme araçlarını, yapı bakımından nicel, nitel ve hem nicel hem de nitel veri barındıran ölçme araçları olarak üçe ayırabiliriz. Burada ISKÖ tamamen nicel yapıda bir ölçme aracıdır. Yarı yapılandırılmış görüşme ve doküman incelemesi yoluyla değerlendirilecek olan PDÖ Oturum Formları ise nitel yapıdadır. PDÖ Değerlendirme Formları ise hem nicel hem de nitel veriler içermektedir.

Ölçme araçları işlev ve amaç bakımından da iki biçimde kullanılmıştır. Araştırmanın iki alt amacını incelemek için ayrı ayrı üçgenleme yapılmıştır. Nitel araştırma kapsamında yapılacak olan iki üçgenleme de bu dört ana ölçme aracı grubu ile gerçekleştirilmektedir. PDÖ süreci boyunca ısı ve sıcaklığa ilişkin kavramların ve kavramlara bağlı olan doğal süreçlerin, başından sonuna kadar öğrenilme sürecinin izlediği değişimin betimlenmesi için yapılacak üçgenleme; Nicel bir test olan ISKÖ, yarı yapılandırılmış nitelikteki görüşmeler ve doküman incelemesi ile değerlendirilecek olan PDÖ Oturum Formları ile gerçekleştirilecektir. PDÖ yaklaşımının, öğrencilerin üzerindeki etkisinin betimlenmesi için yapılacak üçgenleme ise; PDÖ Değerlendirme

Formları'nın nicel ve nitel verilerinin kendi içinde karşılaştırılması ile ve görüşmeler esnasında öğrencilerin PDÖ süreci ile ilgili görüşleri ile gerçekleşmiştir.

Temelde araştırmada dört grup veri kaynağı bulunmaktadır. Bunlar şöyledir:

- a. İlk grup veri kaynağını ön test ve son test analizi yapılmak amacıyla elde edilen nicel test oluşturmaktadır ki bu kavramsal anlamda ilk ve son durumu nicel olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu veri kaynakları örneklemin tamamı üzerinde genel sonuçlara varmak için kullanılmıştır. Ancak ikinci grup veri kaynaklarını desteklemek amacıyla bireysel olarak da incelenmiştir.
- b. İkinci grup veriler ise yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmektedir. Bu grup veriler, kavramsal olarak katılımcının geçirdiği evreleri nitel olarak ortaya koymayı ve sürecin katılımcıya etkisini betimlemeyi amaçlamaktadır. Bir tek katılımcı temel alınarak kavramsal boyutta ayrıntıya inilmiştir. İkinci grup veri kaynakları, yani yarı yapılandırılmış görüşmeler, katılımcıdaki kavramsal değişimi ve sürecin katılımcılara etkisini göz önüne sermektedir.
- c. Üçüncü grup veriler ise öğrencilerin küme olarak süreç boyunca aldığı notlar ve doldurdukları izleme formlarından elde edilen nitel veri kaynaklarıdır. Süreç boyunca toplanan belgeler, değişimi PDÖ süreci ile ilişkilendirmeyi amaçlamaktadır.
- d. Dördüncü grup veri kaynakları ise katılımcıların süreçle ilgili değerlendirmelerinin olduğu nicel ve nitel kısımları bulunan anketlerden oluşmaktadır.

Birinci, ikinci ve üçüncü grup veri kaynakları araştırmanın kavramsal öğrenme boyutuna yöneliktir. Dördüncü grup ve ikinci grup veri kaynakları ise, araştırmanın PDÖ'nün duyuşsal etkileri boyutuna yöneliktir.

Bu çalışmada kullanılan ve Tablo 6'da verilen veri toplama araçlarının yapısı, kullanım biçimi, geliştirilme aşamaları ve özellikleri ile ilgili bilgiler ayrı ayrı verilmiştir. Böylelikle, söz konusu veri toplama araçları ile ilgili kendi içinde bütüncül bir bakış açısı sağlanması amaçlanmıştır.

### **3.3.1. Isı ve Sıcaklık Kavram Ölçeği (ISKÖ)**

ISKÖ, araştırmaya katılan öğrencilerin o anda var olan kavramsal yapısını, nicel olarak ortaya koyma amacıyla kullanılmıştır. Etkinlik öncesi “ön test” olarak; etkinlik sonrası ise, “son test” olarak uygulanmıştır. Burada amaç, araştırmaya katılan öğrencilerin, PDÖ etkinliğinden önce ve sonra, kavramsal sorulardan oluşan bir ölçek yardımıyla, ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramlarında nicel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemektir.

#### **3.3.1.1. Ölçeğin Geliştirilmesi**

Isı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramlara yönelik olarak, araştırmacı tarafından geliştirilen Isı ve Sıcaklık Kavram Ölçeği (ISKÖ), 37 sorudan oluşan beş seçenekli çoktan seçmeli ve dolayısıyla nicel ölçüm yapma olanağı sağlayan bir ölçektir. Alanyazında konu ile ilgili var olan ölçekleri kullanmak yerine, araştırmacı tarafından geliştirilmesinin nedeni, alanyazında daha önceden geliştirilmiş olan ölçeklerin amaca uygun olmayışındır. Alanyazın taraması sırasında, ısı ve sıcaklık kavramlarının yanı sıra iç enerji kavramını ve aynı zamanda konunun bileşenlerini kapsayan, belirlenen kazanımlara yönelik ve aynı zamanda düzey bakımından uygun bir ölçme aracına

ulaşılamamıştır. Ölçeğin geliştirilmesi sırasında, bu konuda daha önce ölçek geliştirmiş olan bazı araştırmacıların ölçeklerinden de yararlanılmıştır (Thornton ve Sokoloff, 2001; Başer, 2003). Ölçeğin geliştirilmesi sırasında aşağıdaki basamaklar izlenmiştir (Gronlund, 1998).

1. Ölçülmesi planlanan öğrenme çıktılarını belirleme ve tanımlama,
2. Ölçeğin belirtke tablosunu oluşturma,
3. Amaca uygun ölçek soruları oluşturma,
4. Soruları gözden geçirme ve düzenleme,
5. Ölçekteki soruları sıraya koyma,
6. Ölçeğin uygulama yönergesini hazırlama.

Spector (1992) ölçek geliştirmede; yapının tanımlanması, ölçeğin tasarlanması, ön uygulama (pilot uygulama), madde analizi, geçerlik ve normlama süreçlerini içeren bir döngü önermektedir. Bu döngüdeki bazı süreçler, ölçek istenilen biçime gelinceye kadar birden çok kez tekrarlanabilir. Bu durumda ölçek geliştirme çalışmaları, birkaç kez ön uygulama yapmayı ve tekrar tekrar madde analizi yapmayı gerektirebilir. Ölçek geliştirmek, üzerinde titizlikle durulması gereken ve zaman alan bir süreç olduğundan, gerek öğrenme çıktılarını belirleme, gerekse amaca uygun ölçek soruları oluşturma aşaması, mümkün olduğunca fazla uzman görüşüne de yer verilerek gerçekleştirilmiştir.

PDÖ sürecinde öğrencilere kazandırılması amaçlanan kazanımların ölçülmesi gerekmektedir. Ölçeğin kavramsal olarak ölçeceği kazanımlar belirlenmiştir. Bu kazanımlar belirlenirken fizik eğitimi uzmanlarından görüş alınmıştır. Üç uzmandan alınan görüşler doğrultusunda kazanımlar son biçimini almıştır. Kazanımlar belirlenirken, ısı ve sıcaklığın kapsamı ve bu kapsama en uygun düşen kavramsal temel kazanımların alınması uygun görülmüştür. Aynı zamanda kazanımların çoktan seçmeli

bir ölçek ile ölçülebilir nitelikte olmasına özen gösterilmiştir. Ölçek ile ilgili belirlenen kazanımlar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Etkinlik için belirlenen kazanımlar.

| Konu                                                    | Kazanımlar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Isı, Sıcaklık ve Isıl (Termal, İç) Enerji Kavramları | 1.1. Öğrenci ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını açıklar.<br>1.2. Öğrenci sıcaklık, ısı ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiyi örneklerle açıklar.<br>1.3. Öğrenci ısı sığası ve ısı iletim katsayısı arasındaki ilişkiyi açıklar.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2. Isının Aktarımı ve Yalıtımı                          | 2.1. Öğrenci ısı (termal) dengeyi sıcaklık farkı ve ısı kavramları ile ilişkilendirir.<br>2.2. Öğrenci aktarılan ısı ile sıcaklık değişimi arasındaki ilişkiyi kavrar.<br>2.3. Öğrenci iletim yolu ile ısı aktarımının bağlı olduğu etmenleri kavrar.<br>2.4. Öğrenci taşınım yolu ile yapılan ısı aktarımını açıklar.<br>2.5. Öğrenci ışınım yolu ile aktarılan enerjinin yayılmasını açıklar.<br>2.6. Öğrenci bir maddedeki enerji aktarma hızı ile sıcaklık farkı arasındaki ilişkiyi keşfeder. |
| 3. Genleşme                                             | 3.1. Öğrenci genleşme ve büzülme olayını açıklar.<br>3.2. Öğrenci genleşme ve büzülme olaylarına etki eden etmenleri açıklar.<br>3.3. Öğrenci genleşmeye günlük yaşamdan örnekler verir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4. Hal Değiştirme                                       | 4.1. Öğrenci hal değiştirmenin doğasını açıklar.<br>4.2. Öğrenci ısı aktarımı ve hal değiştirme ısı ile hal değişimi arasındaki ilişkiyi açıklar.<br>4.3. Öğrenci basıncın hal değiştirme olaylarına etkisini açıklar.                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Ölçeğin geliştirilmesi sürecinde ilk olarak, her kazanıma uygun sorular yazılmıştır. Yazılan sorular, bir soru havuzunda toplanmış ve yine üç ayrı uzmandan görüş alınarak kazanımlara uygun olup olmadığı ve bilimsel hata içerip içermediği denetlenmiştir. Soruların havuzda birikmesinin ardından, havuzdan fizik ve fizik eğitimi alanında uzman üç kişinin görüşleri ile seçilen en uygun sorular ile bir ölçek oluşturulmuştur. Oluşturulan ölçek 37 tane beş seçenekli çoktan seçmeli soru içermektedir. Oluşturulan ölçeğin geçerliliği için uzman görüşü alınmıştır. Ölçekteki soruların kazanımlara göre dağılımı, Ek B1’de verilmiştir. Daha sonra 208 öğrencinin

katılımıyla ölçeğin ön uygulaması yapılmıştır. Bu ön uygulamaya katılan öğrencilerin dağılımı Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. ISKÖ için ön uygulamaya katılan öğrencilerin dağılımı.

| Bölümü                   | Sayısı | Yüzdesi |
|--------------------------|--------|---------|
| Fizik Öğretmenliği       | 67     | 32,21   |
| Kimya Öğretmenliği       | 37     | 17,79   |
| Fen Bilgisi Öğretmenliği | 104    | 50,00   |
| Toplam                   | 208    | 100,00  |

Yapılan ön uygulama verileri bilgisayar yardımıyla değerlendirilmiştir. Değerlendirme, her doğru cevap için “1” puan, yanlış cevaplar için “0” puan verilerek yapılmıştır. Boş bırakılan cevaplar ise dikkate alınmamıştır. Yapılan analizler sonucunda hesaplanan genel istatistikler Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. ISKÖ için yapılan ön uygulamanın genel istatistikleri.

| Nicelik                      | Değeri |
|------------------------------|--------|
| Soru Sayısı                  | 37     |
| Örneklem Sayısı              | 208    |
| Ortalama Puan                | 19,82  |
| Varyans                      | 40,63  |
| Standart Sapma               | 6,37   |
| Çarpıklık                    | 0,19   |
| Basıklık                     | -0,64  |
| En Düşük Puan                | 7,00   |
| En Yüksek Puan               | 33,00  |
| Ortanca                      | 19,00  |
| Ortalama Güçlük Derecesi     | 0,52   |
| KR-20 Güvenirlilik Katsayısı | 0,81   |

Kehoe (1995), 10-15 kadar sorudan oluşan çoktan seçmeli ölçekler için 0,50 kadar olan KR-20 güvenirlik katsayısının yeterli olacağını, ölçek 50 sorudan çok ise, bu katsayının 0,80 olması gerektiğini belirtmiştir. Ölçekten elde edilen verilerin 0,81 gibi

yeterli bir güvenilirlik katsayısı olduğu görülmüştür. Ölçeğin ortalama güçlük derecesinin 0,50'ye yakın oluşu, ortalama puan ile ortancanın yakınlığı, çarpıklık ve basıklık oranlarının sıfıra yakın oluşu, ölçeğin sonuçlarının normal dağılıma oldukça yakın olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ölçek için madde analizi de yapılmıştır. Yapılan analizlerin ayrıntıları Ek B3'te verilmiştir. Ölçek sorularının ayırma gücü uygun düzeydedir.

Yapılan ön uygulama sonucunda, ölçeğin geçerli ve güvenilir, ayrıca normal dağılıma oldukça yakın sonuçlar verdiği, ölçek sorularının ayırıcılık gücünün istenen aralıklarda olduğu için ikinci bir ön uygulamaya gerek duyulmamıştır. Ölçek son durumunu bu biçimde almıştır.

### **3.3.1.2. Ölçeğin Uygulanması**

ISKÖ, katılımcıların PDÖ uygulamaları öncesi kavramsal düzeyini belirlemek amacıyla ön test olarak; PDÖ uygulamaları sonrasında da aynı öğrencilere son test olarak uygulanmıştır. Ön test ve son test arasında tam 37 günlük zaman farkı vardır. Ölçek için yazılı yönerge bulunmasına karşın, uygulama sırasında sözlü olarak da yönergedeki konulara değinilmiştir. Öğrencilerin beş seçenekli sorulardan kendilerine en doğru gelen bir seçeneği cevap formuna işaretlemeleri istenmiştir. Gerek ön test gerekse son test uygulamalarında katılımcılara 37 soruluk ölçek için 45'er dakika süre verilmiştir. Verilen süre, katılımcılara yeterli gelmiştir.

### **3.3.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu**

Katılımcılardan alınan nitel veri gruplarından biri de görüşmelerden elde edilmiştir. Nitel araştırmalarda en sık kullanılan yöntemlerden biri olan görüşmeden, bu araştırmada öncelikle katılımcıların ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramsal yapılarını

betimlemede yararlanılmıştır. Ayrıca katılımcıların PDÖ süreci ile ilgili görüşlerine de yer verilmiştir. Görüşme, insanın bakış açılarını, deneyimlerini, duygularını ve algılarını ortaya koymada oldukça güçlü bir yöntemdir (Bogdan ve Biklen, 1992). Patton'a göre (1990), görüşmenin amacı, bir bireyin iç dünyasına girerek bakış açısını anlamaktır. Bu araştırmada da görüşmeler, katılımcıların zihinsel yapısını ortaya koymada kullanılmıştır.

Nitel araştırmalarda yapı bakımından; yapılandırılmamış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmış görüşmeleri olmak üzere üç çeşit görüşme yapılabilir (Moyle, 2002). Yapılandırılmış görüşmeler, önceden belli bir dizi soru ve cevabı içerir. Oysa yapılandırılmamış görüşmeler, belli bir esneklikte açık uçlu soruları içerir (Chadwick ve diğerleri, 1984). Yarı yapılandırılmış görüşmelerde ise araştırmacı görüşme sorularını önceden düzenlemesine karşın, görüşme sırasında esneklik sağlayarak, görüşme sorularının değiştirilmesine, yeniden düzenlenmesine, tartışılmasına, yeni sorular eklenmesine izin verir (Ekiz, 2003). Görüşme formu ise, görüşmeler sırasında kullanılmak üzere düzenlenirler. Bu araştırmada da üstünlükleri nedeniyle yarı yapılandırılmış görüşme türü seçilmiştir. Bu araştırma için düzenlenen görüşme formu da Yıldırım ve Şimşek'in (2006) önerdiği görüşme formu örnek alınarak düzenlenmiştir. Araştırmada kullanılan görüşme formu Ek G1'de verilmiştir.

Patton'a göre ise (1987), üç tür görüşme yaklaşımı vardır. Bunlar, sohbet tarzı görüşme, görüşme formu yaklaşımı ve standartlaştırılmış açık uçlu görüşme biçimidir. Sohbet biçimi görüşmelerde problemin değişik yönlerine ilişkin gerekli ve yeterli veriyi toplayabilmek için etkileşimin doğal akışı içinde soruların duruma göre değişebileceği bir yaklaşımdır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Görüşme formu yaklaşımı ise, benzer konularda değişik bireylerden aynı tür bilgilerin alınması için kullanılır (Patton, 1987). Görüşme formu, görüşme sorularının araştırma probleminin tüm boyutlarının

kapsamasını güvence altına almak için geliştirilir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Standartlaştırılmış açık uçlu görüşme yaklaşımda ise esneklik daha sınırlıdır. Sorular önceden belirli bir sıraya göre sorulur (Patton, 1987). Bu araştırmada, görüşme formu yaklaşımı temel alınmış, ancak alınan cevapların farklılaştığı ve görüşmenin yeni bir yol izlediği durumlarda bazen sohbet tarzı görüşme yaklaşımına da başvurulmuştur.

Görüşmeler, katılımcıların ısı ve sıcaklık ile ilgili zihinsel yapısını ortaya koymayı amaçlamıştır. Buradan elde edilen veriler, ISKÖ ile yapılan nicel ölçümler ve PDÖ Oturum Formları yardımı ile yapılan doküman incelemesi ile elde edilen verileri desteklemekte kullanılmıştır. Görüşmeler doğrudan araştırmacı tarafından, katılımcıların içerisinde seçilen altı kişi ile gerçekleştirilmiştir. Bu altı kişinin seçimi “3.2.1” bölümündeki “Katılımcıların Seçimi” kısmında açıklanmıştır. Görüşmeler beş hafta boyunca, haftada bir kez olmak üzere ve katılımcılar ile birlikte belirlenen uygun saatlerde gerçekleştirilmiştir. Yani altı katılımcı ile her hafta bir kez ayrı ayrı görüşülmüştür. Toplamda her katılımcı ile beşer kez olmak üzere, 30 görüşme gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, görüntü kaydına sıcak bakmamış, tedirgin olabileceklerini dile getirmişlerdir. Bu yüzden görüşmeler katılımcıların izniyle ses kaydına alınmıştır.

Katılımcılara beş hafta boyunca her hafta ısı, sıcaklık ve iç (ısı/termal) enerji kavramları ile ilgili doğrudan sorular yöneltilmiş, etkinlik boyunca ilerleyen haftalarda ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramsal süreçler olan ısı iletimi, hal değişimi ve genleşme süreçleri de örnek olay olarak eklenerek sorulara zenginlik katılmıştır. Böylelikle katılımcıların bu süreçlere ilişkin düşüncelerinden yararlanarak ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları ile ilgili zihinsel yapısı anlaşılmasına çalışılmıştır. Bu amaçla, görüşmelerde kısa cevaplı sorulardan çok, “neden”, “nasıl” gibi açıklayıcı cevaplara yönelik sorulara ağırlık verilmiştir. Böylelikle katılımcının daha açıklayıcı ve zengin veri elde etmeye

yönelik daha derin cevaplar vermesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bireylere sorular açıklayıcı ve tam olarak anlaşılır biçimde, değişik biçimlerde sorulmuş, katılımcılardan alınan cevaplar da yanlış anlamaya olanak vermemek açısından özetlenerek onayı istenmiştir.

Görüşmeler sırasında, kavramlarla ilgili veri toplanmasının ardından, PDÖ çalışmasının izlediği yol ve yapısı ile ilgili de katılımcıların düşünceleri sorulmuştur. Buradan elde edilen veriler de PDÖ yaklaşımının öğrenciler üzerindeki etkisini betimlemekte kullanılmıştır.

### **3.3.3. PDÖ Oturum Formları**

Araştırmaya katılan 13 katılımcı, kümeler ayrılmış ve kümeler biçiminde PDÖ oturumlarına katılmışlardır. PDÖ yaklaşımı oturumlar biçiminde gerçekleşir. Ancak oturum sırasında olduğu gibi, oturumlar dışında da etkinlikler yapıp yapmamak küme üyelerinin elindedir. PDÖ’de öğrenciler kendi öğrenmelerinden sorumludurlar. Oturumlar, genelde karar almak, kararı uygulamak ya da tartışmak için küme üyelerinin bir araya geldiği toplantılar biçimindedir (Massa, 2008).

PDÖ oturumları sırasında kümelerin eğitim yönlendiricisi tarafından yönlendirilmesi söz konusudur. Bu çalışmada kümelerle tek tek ilgilenilmesinin yanı sıra bu yönlendirme, kümedeki öğrenciler tarafından doldurulması beklenen bir takım formlarla da pekiştirilmiştir. Kullanılan formlar, kümelerin problemin çözümüne, denetimli ve bilimsel olarak yaklaşmaları açısından yönlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Bu formlar, öğrencilerin araştırma, plan ve tartışmalarını not edecekleri biçimde tasarlanmıştır. Bu formların tümü, Yaman (2003) tarafından başka bir PDÖ çalışması için geliştirilmiştir. Araştırmacı tarafından, formlar bu çalışmaya göre

uyarlanmış ve kullanılmıştır. Uyarlanmış formlar, geliştiricinin de düşüncesi alınarak son durumuna getirilmiştir. Bu formlar, beş türde olup çeşitli zamanlarda ve çeşitli amaçlarda kullanılacak biçimdedir. Bunlar; Problemin Analizi Formu (PAF), Alt Problem Formu (APF), Problemin Çözümü Formu (PÇF), Beyin Fırtınası Formu (BFF) ve Deneysel Araştırma Formu (DAF) şeklinde adlandırılmıştır. PDÖ Oturum Formları'nın boş birer örneği Ek H1-5'te verilmiştir.

PDÖ çalışması bitiminde, katılımcılardan PDÖ Oturum Formları toplanmıştır. Katılımcılardan, PDÖ Oturum Formlarının yanı sıra, çalışma sırasında almış oldukları notlar, karalamalar, planlar, çizimler ve benzeri tüm yazılı belgelerini de dosyalayarak araştırmacıya vermeleri istenmiştir. Bu formlara yazılan bilgiler ve öğrencilerden toplanan çalışma notları, karalamalar ve benzeri belgeler, doküman incelemesi yolu ile analiz edilerek çalışmada veri kaynağı olarak kullanılmıştır.

### **3.3.3.1. Problemin Analizi Formu (PAF)**

Ek H1'de boş bir örneği verilen Problemin Analizi Formu (PAF), PDÖ oturumları sırasında kullanılan formlardan ilkidir. PAF, ilk oturum sırasında kullanılmak, problemin analizi ile ilgili düşünceleri kayıt altına almak amacıyla tasarlanmıştır. PAF üzerinde, PDÖ çalışmasının düzenli ve bilimsel olarak gerçekleşmesi için, senaryonun analizi için bölümler bulunmaktadır. Senaryodaki problemin saptanıp yazılabileceği ve problemin alt problemlerinin belirlenip yazılabileceği bölümler içermektedir. Aynı zamanda PAF, problemin analizinin yanı sıra, kümenin araştırma ve çözüm planları yapması için kısımları da barındırır. Her küme, problemin analizini PAF üzerine kaydetmiştir.

### 3.3.3.2. Alt Problem Formu (APF)

Ek H2’de boş bir örneği verilen Alt Problem Formu (APF), PDÖ’nün ilk ve son oturumları arasında yapılan oturumlar olan ara oturumlar sırasında kullanılan formlardan biridir. APF, ara oturumlar sırasında alt problemleri analiz etmek ve çözüm aşamalarını kaydetmek amacıyla tasarlanmıştır. APF üzerinde, alt problemlerin sistemli bir biçimde ve bilimsel olarak çözülebilmesi için bölümler bulunmaktadır. APF, bir alt problemin çözümü için yapılan çalışmaları ve çözüm ile ilgili düşünceleri kayıt altına almak için kullanılmıştır. Tüm kümeler, tüm ara oturumlarda APF üzerine alt problemlerle ilgili çalışmalarını kaydetmişlerdir.

### 3.3.3.3. Problemin Çözümü Formu (PÇF)

Ek H3’te boş bir örneği verilen Problemin Çözümü Formu (PÇF), PDÖ’nün son oturumunda kullanılmak üzere düzenlenmiştir. PÇF, son oturum sırasında, daha önceden gerçekleşen oturumlarla alt problemlere ilişkin çözümlerin birleştirilip, ana problemin çözümü ile ilgili bir sentezin yapıldığı son oturumdaki düşünceleri kayıt altına almak amacıyla kullanılmıştır. Bunun yanı sıra sunuma ilişkin planlamanın da yapılması için bölümler içerir. Kümelerin tümü, PÇF üzerine problemin çözümü ile ilgili çalışmalarını kaydetmişlerdir.

### 3.3.3.4. Beyin Fırtınası Formu (BFF)

Ek H4’te boş bir örneği verilen Beyin Fırtınası Formu (BFF), kümeler tarafından, gerek ilk oturum, gerek ara oturum, gerekse son oturum sırasında yaratıcı düşünce üretmek amacıyla yapılan Beyin Fırtınası etkinliklerini kayıt altına almak için tasarlanmıştır. Bu etkinlik sırasında üretilen düşünceler, bu düşüncelerden onaylananların ve geri çevrilenlerin BFF üzerinde kayıt altına alınması sağlanmıştır.

Kümeler, Beyin Fırtınası tekniğinden yararlandıklarında BFF üzerine bu etkinliği kaydetmişlerdir.

### **3.3.3.5. Deneysel Araştırma Formu (DAF)**

Kümelerin geliştirdikleri hipotezleri sınamak için, gerek duyduklarında deney yapmak isteyebilirler. Ek H5'te boş bir örneği verilen Deneysel Araştırma Formu (DAF), bu durumda yapılan deneylerin kayıt altına alınması amacıyla tasarlanmıştır. Bu formda bir deneyin aşamalarına uygun bölümler bulunmaktadır. Deney yapma yoluna giden tüm kümeler, DAF üzerinde deneylerini kayıt altına almışlardır.

### **3.3.4. PDÖ Değerlendirme Formları**

PDÖ Değerlendirme Formları, PDÖ sürecinin başında veya sonunda, öğrencilerin başlangıçta PDÖ yaklaşımına nasıl baktıkları veya sonunda nasıl etkilendiklerini belirlemek amacıyla tasarlanmış formlardır. Bu formlar, Serin (2009) tarafından kullanılan PDÖ formlarından yararlanılarak, çalışmaya uyarlanmıştır. Bunlardan ilki olan Senaryo Değerlendirme Formu (SDF) PDÖ etkinliğinin başında; diğer formlar olan Etkinlik Değerlendirme Formu (EDF), Öz Değerlendirme Formu (ÖDF) ve Küme Arkadaşını Değerlendirme Formu (KADF) ise etkinlik sonunda uygulanmıştır. Bu formların her biri hem Likert türde nicel veri, hem de açık uçlu türde nitel veri almak için bölümler içermektedir. Bu formlardan elde edilen nicel ve nitel veriler, görüşmelerden elde edilen etkinliğin işleyişi ile ilgili öğrenci görüşleri ile birlikte bütüncül olarak değerlendirilmiştir. Böylelikle, öğrencilerin PDÖ yaklaşımı ile gerçekleşen etkinlikten nasıl etkilendikleri betimlenmiştir.

Bu anket niteliğindeki formların, geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları daha önceden Serin (2009) tarafından yapılmış olmasına karşın bazı değişiklikler ile bu

çalışmaya uyarlanmış olmasından ötürü, açık uçlu kısımları iki hakem tarafından da incelenerek, değerlendirmelerin araştırmacı ile tutarlılığı denetlenmiştir. Ayrıca PDÖ Değerlendirme Formları, üç uzmanın görüşleri alınarak veri toplamadaki uygunluğu onaylanmıştır. İlgili anketler, yalnızca PDÖ etkinliğine katılan öğrencilere uygulanabileceğinden ve PDÖ uygulamalarının az sayıda öğrenci ile gerçekleştirilmesi nedeniyle, ayrıca nicel bir güvenilirlik çalışması yapma olanağı olmamıştır. Çünkü güvenilirlik analizi yapmak için istatistiksel açıdan yeterli sayıya ulaşma imkanı yoktur.

#### **3.3.4.1. Senaryo Değerlendirme Formu (SDF)**

Ek F1’de boş bir örneği verilen Senaryo Değerlendirme Formu (SDF), PDÖ senaryolarını değerlendirmek için tasarlanmıştır. SDF, toplam 14 adet Likert önerme ve bir de öğrencilerin diğer görüşlerini yazabilecekleri açık uçlu bir soru içerir. PDÖ etkinliklerinin başında iki kez, iki ayrı senaryo için uygulanmıştır. SDF’nin ilk uygulanması, katılımcılar gruplara ayrılmadan önce ve bir örnek senaryo ile gerçekleşmiştir. Örnek senaryo hakkında katılımcıların görüşleri, kümelere ayırma işleminde yardımcı olmuştur. Kümelere ayırma işlemi yapılırken, kümelerin Likert değerlendirmelerinin birbirine yakın sonuçlar içermesine çalışılmıştır. Aynı zamanda açık uçlu bölümdeki düşünceler de göz önüne alınmıştır.

SDF’nin ikinci uygulaması ise, kümelere ayırma işlemi gerçekleştirildikten sonra, gerçek etkinliği oluşturan ana senaryonun değerlendirilmesi için yapılmıştır. İkinci uygulama, diğer PDÖ Değerlendirme Formları ile birlikte, etkinliğin değerlendirilmesi için kullanılmıştır.

### 3.3.4.2. Etkinlik Değerlendirme Formu (EDF)

Ek F2’de boş bir örneği verilen Etkinlik Değerlendirme Formu (EDF), PDÖ sürecinin öğrenci üzerindeki etkisinin öğrencilerin görüşleri ile değerlendirildiği, Likert önermelerden oluşan bölümler ve açık uçlu bölümün bulunduğu bir anket formudur. Likert tipindeki önermeler beş kısımda incelenmiştir. EDF, toplamda 32 adet Likert önerme ve bir de öğrencilerin görüşlerini yazarak ifade etmelerine olanak sağlayan açık uçlu bir soru içermektedir.

EDF etkinlik sonunda uygulanmıştır ve EDF’den elde edilen veriler, PDÖ etkinliğinin öğrenciler üzerindeki etkisini betimlemekte kullanılmıştır. Buradan alınan nicel ve nitel veriler diğer formlardan alınan verilerle de karşılaştırılarak bütüncül olarak sunulmuştur.

### 3.3.4.3. Öz Değerlendirme Formu (ÖDF)

Ek F3’te boş bir örneği verilen Öz Değerlendirme Formu (ÖDF), öğrencinin etkinlik sonunda kendisini değerlendirmesi amacıyla anket niteliğinde tasarlanmıştır. PDÖ etkinliğinin sonunda uygulanmıştır. ÖDF, toplamda sekiz açık uçlu soru ve 14 Likert türü önermeden oluşur. ÖDF, öğrencilerin öz eleştiri yapmalarına ve PDÖ etkinliğinin kendileri üzerindeki etkilerini değerlendirmelerine olanak sağlar. Bu anket formundan elde edilen veriler, başta Küme Arkadaşını Değerlendirme Formu (KADF) olmak üzere, diğer PDÖ Değerlendirme Formları ile birlikte bütüncül olarak değerlendirilmiştir.

#### 3.3.4.4. Küme Arkadaşını Değerlendirme Formu (KADF)

Ek F4'te boş bir örneği verilen Küme Arkadaşını Değerlendirme Formu (KADF), küme çalışması sırasında öğrencilerin etkileşimi ve kümeye olan katkılarını birbirleri açısından değerlendirmek amacıyla, etkinlik sonunda uygulanan anket niteliğinde bir formdur. KADF, toplamda dört açık uçlu sorudan ve 14 Likert türü önermeden oluşmaktadır. Diğer PDÖ Değerlendirme Formları ve özellikle de ÖDF ile birlikte bütüncül olarak değerlendirilmiş, öğrencilerin birbirleri ve kendileri ile ilgili görüşleri karşılaştırılmıştır.

### 3.4. Verilerin Analiz Yöntemi

Araştırmada katılımcıların ısı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramlar hakkındaki zihinsel yapılarını, PDÖ etkinlikleri öncesinde, sonrasında ve sırasında betimlemek için nicel bir kavram ölçeği (ISKÖ) ön test ve son test olarak uygulanmış, aynı zamanda uygulama boyunca katılımcılar içinden seçilen altı öğrenci ile görüşme yapılmış ve grupların çalışma notları doküman incelemesi yapılmak üzere alınmıştır. Yani araştırmada ısı ve sıcaklığa ilişkin kavramlar ile ilgili betimlemeler için üçgenleme; nicel olarak ISKÖ, nitel olarak ise görüşme ve doküman incelemesi yolları ile çözümlenmiştir.

Araştırmanın bir diğer odağı olan PDÖ etkinliklerinin öğrenciler üzerindeki etkisini betimlemek için yapılan üçgenleme ise, nicel ve nitel veriler içeren PDÖ Değerlendirme Formları ve görüşmeler ile alınan öğrencilerin etkinlikle ilgili görüşlerinden yararlanılmıştır.

Araştırmada kullanılan dört grup ölçme aracından elde edilen veriler, nicel ve nitel olarak ayrı ayrı değerlendirilmiş ve bütüncül olarak yorumlanmıştır.

### 3.4.1. Nicel Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen nicel veriler, ISKÖ ve PDÖ Değerlendirme Formları'nın Likert yapıda olan nicel kısımlarından elde edilmiştir.

ISKÖ, araştırmacı tarafından geliştirilmiş beş seçenekli çoktan seçmeli bir kavram ölçeğidir. ISKÖ, 37 test sorusundan oluşmaktadır. Her sorunun bir doğru cevabı vardır. Değerlendirme yapılırken her doğru cevap için "1" puan verilmiş, her yanlış cevap için ise "0" puan verilmiştir. Boş bırakılan sorular dikkate alınmamıştır. Yani bir öğrenci ölçekten en çok 37 puan alabilmektedir.

ISKÖ, etkinlik öncesi ön test ve etkinlik sonrası son test olmak üzere iki kez uygulanmıştır. Her bir uygulama 13 katılımcının tümü ile gerçekleştirilmiştir. Ön test ve son test için tanımlayıcı ve betimleyici istatistiksel analizler yapılmıştır. Aynı zamanda, ön test ve son test uygulamalarının yapıldığı birçok araştırmada, ön test ile son test sonuçları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı incelenir. Ancak bu tür analizler, örneklemin evrene genellenmesi amacıyla yapılmaktadır. Ancak bu çalışmanın böyle bir amacı olmadığından ön test ve son test verileri için yordamsal analizler yapılmamıştır. Onun yerine ön test ve son test verileri betimsel olarak karşılaştırılmıştır.

Diğer bir nicel veri grubu olarak, PDÖ Değerlendirme Formları'nın Likert önermeleri ele alınmıştır. Bu Likert önermeler beş seçenekli olarak hazırlanmıştır. Bu beş seçenekten en olumlu olanına "5"; en az olumlu veya en olumsuz olanına ise "1" puan verilmiştir. Böylece her yargı belirten önerme 1'den 5'e kadar bir puana karşılık gelmiştir. Bu puanlar aracılığıyla, gerek her bir katılımcının her bir formu için ayrı ayrı veya bir form içindeki belirli bir kesim Likert önerme için ayrı ayrı ortalamaları alınarak bir puan elde edilebilmiştir. Bu puanlar yorumlanırken, verilebilecek en yüksek puan ile

en düşük puan arasındaki farkı, seçenek sayısına bölerek yorumlama için puan aralıkları belirlenmiştir. Her bir önermeye verilen cevapların puanları en düşük “1”, en yüksek ise “5” olduğu için ve beş seçenek olduğu için  $((5 - 4) / 5 = 0,8$  olduğundan), bu aralıklar formalara göre değişiklik göstermekle birlikte Tablo 10'daki gibi olmuştur:

Tablo 10. Likert türü önermeler için değerlendirme ölçütleri

| Aralıklar   | Bölge       | Bölge             |
|-------------|-------------|-------------------|
| 1,00 – 1,80 | Çok Olumsuz | Çok Az Yararlı    |
| 1,80 – 2,60 | Olumsuz     | Az Yararlı        |
| 2,60 – 3,40 | Yansız      | Yararlı           |
| 3,40 – 4,20 | Olumlu      | Çok Yararlı       |
| 4,20 – 5,00 | Çok Olumlu  | Çok Fazla Yararlı |

Her bir önerme için verilen puanların ortalamaları alınmış, ortalamaların belirlenen aralıklardan hangisine düştüğü saptanmış ve buna göre yorumlama yapılmıştır. Kümeleri oluşturan öğrencilerin Likert türü önermelere verdikleri cevapların ortalamalarının aynı aralığa düşüp düşmediği de belirlenmiştir. Buna göre diğer veri kaynaklarıyla bütüncül olacak biçimde yorumlamalarda bulunulmuştur.

### 3.4.2. Nitel Verilerin Analizi

Araştırmada nitel veriler; görüşmeler, öğrencilerin çalışma notları, PDÖ Oturum Formları ve PDÖ Değerlendirme Formları'nın açık uçlu bölümlerinden elde edilmiştir. Görüşmelerden elde edilen veriler, ses kayıt aygıtı ile kaydedilmiş olduğundan, öncelikle bilgisayar ortamında yazıya aktarılmıştır. Altı katılımcının her biri ile yapılan beşer görüşmenin görüşme kaydına ilişkin bu yazılı dökümler ham veri grubu olarak alınmıştır ve birkaç kez dinlenerek denetimden geçirilmiş, yanlışları düzeltilerek son durumuna getirilmiştir. Bu ham veri grubu içerik analizi yapılarak değerlendirilmiştir.

Öğrencilerden alınan çalışma notları, PDÖ Oturum Formları ve PDÖ Değerlendirme Formları'nın açık uçlu bölümleri yazılı birer belge oldukları için belge incelemesi yoluyla doğrudan değerlendirmeye alınmıştır.

Strauss ve Corbin (1990), elde edilen verilerin düzenlenmesi ve anlamlı bir bütün oluşturması için betimsel analiz ve içerik analizi olmak üzere iki çeşit veri analiz yöntemi önermektedir. Betimsel analizin amacı verileri özetlemek ve yorumlamaktır. Oysa içerik analizinde temel amaç, elde edilen verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Araştırmada verilerin tanımlanması, birbirine benzeyen verilerin belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirilmesi ve verilerin içerisinde saklı olabilecek gerçeklerin ortaya çıkarılması için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır (Aslan, 2009). İçerik analizinin yanı sıra, araştırmanın gerektirdiği durumlarda sürekli karşılaştırma veri analizi yöntemi de kullanılmıştır. Sürekli karşılaştırmalı veri analizi, incelenen verilerin kategori şeklinde kodlanmasını ve incelenmekte olan verileri sürekli olarak karşılaştırma işlemini kapsamaktadır (Ekiz, 2003).

İçerik analizi, verilerin önce kavramsallaştırılması, sonra da ortaya çıkan kavramlara göre mantıklı bir biçimde bir araya getirilmesi ve buna göre veriyi açıklayan temaların belirlenmesini gerektirmektedir. Bu süreçte veriler dört aşamada analiz yapılmaktadır. Bu aşamalar şöyledir:

- a. Verilerin kodlanması
- b. Temaların bulunması
- c. Kodların ve temaların örgütlenmesi
- d. Bulguların tanımlanması ve yorumlanması

Öncelikle yapılan kodlama süreci, elde edilen verileri bölümlere ayırmayı, inceleyerek ve karşılaştırarak kavramsallaştırmayı ve ilişkilendirmeyi gerektirir (White ve Gunstone, 1992). Strauss ve Corbin (1990), üç çeşit kodlama biçiminden söz eder. Bunlar: “daha önceden belirlenmiş kavramlara göre yapılan kodlama”, “verilerden çıkarılan kavramlara göre kodlama” ve “genel bir çerçeve içinde yapılan kodlama” biçimindedir. Bu kodlamalardan ilki, araştırmanın temelini oluşturan kuram ya da kavramsal çerçeve göz önüne alınarak, araştırmacı tarafından önceden belirlenen kod dizisine göre yapılan kodlamadır. İkinci ve bu çalışmada da tercih edilen tür kodlama ise, verilere ilişkin kodlamaların önceden belirlenmesinin mümkün olmadığı durumlarda, kodların verilerden elde edilen bilgilere göre oluşturulduğu durumlarda yapılan kodlamadır. Üçüncü kodlama türü ise, bu iki türün birleşimi biçiminde yapılan kodlamadır. Bu tür kodlamalarda, önceden belirlenen kod dizisi olmasına karşın, verilerden yeni kodlar elde edildikçe, bunlar da kod dizisine eklenir. Bu çalışmada katılımcılardan elde edilen verilerin çeşitliliği nedeniyle kodlama işlemi verilerden çıkarılan kavramlara göre yapılmıştır. İçerik analizi sırasında yapılan kodlamalar araştırmacı tarafından yapılmıştır.

İçerik analizi ile sözcük sözcük kodlanan veriler, gömülü kuram kullanılarak kuramlaştırılmıştır. Öncelikle kodlar, soyut ve açıklayıcı terimler veya söz grupları altında toplanır. Bu kod gruplarına kategoriler denir (Strauss ve Corbin, 1998). Kategoriler kavramlara, özelliklerine ya da olaylara göre olabilir. Bu kategoriler de alt kategorilere ayrılarak kodlar kümelenir. Bu kategori ve alt kategoriler, kavramların alt boyutları ve ilişkilerini incelemek için mikro analiz yapmayı kolaylaştırır. Kategoriler ve alt kategoriler arasındaki ilişkiler kuramın açıklayıcı özelliğini artırır (Strauss ve Corbin, 1998). Gömülü kuram yaklaşımının ana amacı, verileri tekrar tekrar inceleyerek değişkenleri (kategoriler, kavramlar, süreçler ve özellikler) ve aralarındaki ilişkileri ortaya çıkararak etiketlemektir.

Kodlanan ve kategori ve alt kategorilere ayrılan verilerin, aralarındaki ilişkiyi açık bir biçimde ortaya koyabilmek gereklidir. Bunun için analizde izlenen yöntem alanyazında kullanılan yöntemlerden farklıdır. Çünkü araştırma süreci incelemeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle elde edilen verilerin eş zamanlı ya da ardışık olarak belirlenip belirlenmediği ve öğrencinin anlatım biçimi, ilişkilerin ortaya konmasında önemli görülmüştür. Bu amaçla kategori içindeki kodların da diğer kodlara göre zamanlaması ve anlatım biçimi ilişkilendirmenin omurgasını oluşturmuştur. Örneğin aynı kategori içinde sürekli veya sık sık, eş zamanlı veya ardışık olarak saptanan kodların aralarında bir ilişki olabileceği düşünülebilir. Bu durumda, bu kodların simgelediği önermeler, verilerle karşılaştırılmış, öğrencinin verileri anlatım biçimi incelenmiş ve ilişkinin doğası ortaya konmuştur. İlişkiler not alınmış ve öğrencinin zihnindeki kavramsal yapı betimlenmeye çalışılmıştır.

### 3.5. Geçerlilik ve Güvenilirlik

Bilimsel araştırmalarda sonuçların inandırıcılığı en önemli ölçütlerden birisidir. Geçerlilik ve güvenilirlik bu konuda en yaygın olarak kullanılan iki ölçüttür (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Geçerlilik, araştırma sonuçlarının doğruluğu, başka durumlara yansıtılabilmesi veya uygulanabilmesi anlamına gelir. Güvenilirlik ise araştırmanın başka araştırmacılar tarafından aynı şekilde tekrar edildiğinde aynı ya da benzer sonuçlar vermesiyle ilgilidir.

Nitel araştırmalarda geçerlilik ve güvenilirlik, nicel araştırmalardan başka yollarla sağlanır. Lincoln ve Guba (1985), araştırmalarda geçerlilik ve güvenilirliği arttıracak bazı stratejiler önermektedir. Lincoln ve Guba'ya göre (1985), iç geçerlilik yerine inandırıcılık, dış geçerlilik yerine aktarılabilirlik, iç güvenilirlik yerine tutarlılık ve dış güvenilirlik yerine de onaylanabilirlik kavramlarını kullanmak daha uygundur.

Araştırmada inandırıcılığı arttırmak için verilerde çeşitlemeye gidilmiştir. Katılımcıların tüm görüşlerini olduğu gibi yansıtabilmek açısından değişik veri kaynaklarından aynı verilere ulaşılmaya çalışılmıştır.

Araştırmalarda aktarılabiliirliğin arttırılması için ise betimleme ve amaçlı örnekleme olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır (Erlandson ve diğerleri, 1993). Bu araştırmada da katılımcılar, önceden belirlenen bir takım ölçütlere göre amaçlı örnekleme yoluyla seçilmişlerdir. Katılımcılardan alınan veriler, ayrıntılı bir biçimde sunulmuş, gerektiğinde doğrudan alıntılar yapılarak geçerlilik arttırılmaya çalışılmıştır.

Araştırmada tutarlılık, aynı katılımcıdan alınan verilerin tutarlı olup olmaması, yapılan yorumların tutarlı olup olmaması ile ilgilidir. Bu amaçla, değişik veri toplama yolları ile katılımcılardan elde edilen veriler sık sık karşılaştırılmış ve tutarlılığı denetlenmiştir. Aynı şekilde yapılan yorumların da tutarlılığı sık sık denetlenmiştir.

Nitel araştırmalardaki nesnellik, onaylanabilirlik kavramı ile açıklanmaya çalışılmıştır. Bunun için ulaşılan sonuçlar sık sık ham verilerle karşılaştırılıp onaylanabilirlik arttırılmaya çalışılmıştır. Aynı zamanda verilerin analizleri ve ulaşılan sonuçlar, fizik eğitimi alanında lisansüstü çalışma yapmakta ve yapmış olan değişik uzmanlar tarafından da incelenmiştir. Uzmanların inceleme sonuçları ile araştırmacının inceleme sonuçları arasındaki uyuma bakılmıştır.

Ayrıca araştırmada kullanılan ölçme araçlarının geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları ayrıntılı olarak ölçme araçlarının açıklandığı “3.3.” bölümünde bütüncül olarak verilmiştir.

### 3.6. Araştırmanın Betimsel Çerçevesi

Bu bölümde, Taşar'ın (2001) McDermott'tan (1983) uyarlayarak kullandığı, bir araştırmanın temel noktalarını ortaya koyan ve özetleyen betimsel çerçevesi yine Taşar'dan (2001) uyarlanarak sunulmaktadır.

Şekil 2'de görüldüğü gibi araştırmanın betimsel çerçevesi birbirinden farklı 9 boyuttan oluşmaktadır. Buradaki her boyut iki uç arasında araştırmanın özelliğini ortaya koymaktadır. Betimsel çerçevenin sol tarafı araştırmanın araştırmacı temelli olduğunu, sağ tarafı ise araştırmacı temelli olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla araştırmanın niteliği ya bu uçlardan birinde ya da bu iki uç arasında bir yerde olmaktadır. Örneğin Şekil 2'de, çalışmanın örneklem ve odak boyutunda katılımcıların tamamen amaçlı örneklemle seçildiği ve bunun yanında çoğunlukla bireylere odaklandığı görülmektedir.

Şekil 2. Araştırmanın Betimsel Çerçevesi (Taşar'dan (2001) uyarlanmıştır)

| Araştırmanın Betimsel Çerçevesi                           |                                                     |                                                                    |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|                                                           | <b>Araştırmacı-katılımcı etkileşiminin derecesi</b> |                                                                    |
| Etkileşimli                                               | ✓                                                   | Etkileşimsiz                                                       |
|                                                           | <b>Katılımcı-ölçüm aracı etkileşiminin doğası</b>   |                                                                    |
| Etkin                                                     | ✓                                                   | Edilgen                                                            |
|                                                           | <b>Örneklem ve odak</b>                             |                                                                    |
| Amaçlı örnekleme                                          | ✓                                                   | Rastlantısal örnekleme                                             |
| Bireylere odaklanma                                       | ✓                                                   | Kümelere odaklanma                                                 |
|                                                           | <b>Bağlamsal kurgu</b>                              |                                                                    |
| Araştırmaya yönelik                                       | ✓                                                   | Doğal                                                              |
|                                                           | <b>Zamansal kurgu</b>                               |                                                                    |
| Zamana yayılmış                                           | ✓                                                   | Kısa sürede                                                        |
|                                                           | <b>İncelemenin derinliği</b>                        |                                                                    |
| Birçok durum/kavram                                       | ✓                                                   | Tek durum/kavram                                                   |
| Bir dizi soru/kavram                                      | ✓                                                   | Tek bir soru/kavram                                                |
| Üzerine düşünülerek cevap verme                           | ✓                                                   | İlk bakışa göre cevap verme                                        |
|                                                           | <b>Veri biçimi</b>                                  |                                                                    |
| Yazılı uzun cevap                                         | ✓                                                   | Çoktan seçmeli ölçekler                                            |
| Araştırmacının geliştirdiği ölçekler                      | ✓                                                   | Standartlaştırılmış ölçekler                                       |
| Görüşmede seçilen kayıtların çözümü                       | ✓                                                   | Kelimesi kelimesine görüşme analizi                                |
| Açık uçlu: öğrenci yapıtları kendi bakış açısını yansıtır | ✓                                                   | Kalıplaştırılmış: Öğrenci yapıtları Eğitmenin yönergesine bağlıdır |
|                                                           | <b>Verilerin analizi</b>                            |                                                                    |
| Süre giden/döngüsel                                       | ✓                                                   | Tek bir kez                                                        |
| Nitel                                                     | ✓                                                   | Nicel                                                              |
|                                                           | <b>Araştırmacının bakış açısı (amaç)</b>            |                                                                    |
| Hipotez kurma                                             | ✓                                                   | Hipotez sınama                                                     |
| Bulmaya yönelik, betimleyici ve açıklayıcı                | ✓                                                   | Onaylamaya yönelik                                                 |

### 3.6.1. Araştırmacı-Katılımcı Etkileşiminin Derecesi

Araştırmanın her aşamasında araştırmacı ile araştırmaya katılan öğrenciler etkileşim içerisindeydiler. Gerek lme araçlarının uygulanması, gerek belge niteliğindeki verilerin toplanması, gerek PD oturumları, gerekse yüz yüze görüşmeler tamamen araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.

### 3.6.2. Katılımcı-lm Aracı Etkileşiminin Doğası

Araştırmada kullanılan tüm veri toplama işlemleri katılımcıların etkin katılımını gerektirmektedir. Çünkü araştırma verileri tamamen katılımcılara yönelik hazırlanmış lme araçları ile gerçekleştirilmiştir. Yazılı formlar ve diğer belgeler doğrudan katılımcıların etkin olarak görüşlerini yansıtmalarını sağlayacak biçimde tasarlanmıştır. Nitekim görüşmeler de katılımcıların etkin olmasını gerektirmektedir.

### 3.6.3. Örneklem ve Odak

Araştırmada ısı ve sıcaklığa ilişkin kavramlarla ilgili zihinsel yapının betimlenmesi ve PD sürecinin öğrenciler üzerindeki etkisini saptamayı amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırma, amaçlı örneklem yapılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma, daha önce Termodinamik dersi almamış olan öğrenciler içerisinden, araştırmacıyı tanıyan ve daha kolay iletişim kuracağı düşünülen öğrenciler arasından gönüllü olan öğrencilerle yrtlmştir. Öğrenciler dört kümeye ayrılmış ve küme olarak çalışmaları sağlanmıştır. Araştırmada veri olarak küme halinde elde edilen veriler ve değerlendirmeler kullanıldığı gibi, bundan daha çok bireysel verilere ağırlık verilmiştir. Kümeler, sadece PD Oturum Formları'nı ve araştırma notlarını birlikte doldurmuşlar, onun dışındaki anket ve lk niteliğindeki tüm lme araçlarını bireysel olarak cevaplamışlardır. Aynı zamanda öğrencilerle yapılan görüşmeler de bireysel olarak

gerçekleştirilmiştir. Araştırma bu durumuyla önemli ölçüde bireylere odaklanmış durumdadır.

#### **3.6.4. Bağlamsal Kurgu**

Araştırma, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi'nin Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalında öğrenim gören 2. Sınıf öğrencileri arasından gönüllü olanlarla gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere araştırma hakkında önceden yazılı ve sözlü olarak bilgi verilmiştir. Dolayısıyla öğrenciler bir araştırmaya katıldıklarının bilincindedirler. Araştırma, araştırmacı tarafından ve gönüllü öğrencilerin katılımı ile ders dışı zamanlarda öğrenciler ile birlikte belirlenen günlerde saatlerde ilgili yükseköğretim kurumunun fizik laboratuvarlarında yürütülmüştür. Araştırma bu açıdan doğal olmaktan çok araştırmaya yönelik bir bağlamda kurgulanmış görünmesine karşın, gönüllü öğrencilerin etkinliği doğal bir ders gibi algılamaları ve bu şekilde davranmaları bağlamsal kurgunun da doğal olmasına neden olmuştur.

#### **3.6.5. Zamansal Kurgu**

Bu araştırmanın uygulama aşaması yedi haftalık bir zamanı kapsamaktadır. İlk hafta tanıtım ikinci hafta ise bilgilendirme ve problemin sunumunu içermektedir. Uygulama toplamda yedi hafta sürmüştür. Tanıtım haftası, katılımcı seçimi ve bilgilendirilmesini, sonraki hafta ise ön testin uygulanmasını ve örnek senaryo sunumuyla bu örnek senaryonun değerlendirilmesini, kümeleme işlemlerini kapsamaktadır. Daha sonraki haftalar PDÖ oturumları gerçekleşmiş olup, görüşmeler de oturumlarla eş zamanlı olarak yapılmıştır. Oturumlar haftada iki kez ve her biri iki ders saati süresince gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerin süresi ise değişmektedir. Oturum ve görüşme zamanlarına, katılımcılarla birlikte karar verilmiştir. En son hafta sunumu ve son test ile PDÖ Değerlendirme Formları'nın uygulandığı hafta olmuştur. Çalışma yedi

haftaya yayılmış olarak 2009-2010 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyılında gerçekleştirilmiştir. Etkinliklerin, hem öğrencileri hem de araştırmayı olumsuz etkilememesi için akademik takvimde ilan edilen yarıyıl sınavlarından önce bitirilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle, bahar yarıyılı başlar başlamaz çalışma için harekete geçilmiştir. Araştırmanın uygulama ve veri toplama süreci Tablo 11’de görülmektedir.

Tablo 11. Araştırmanın Uygulama ve Veri Toplama Süreci

| Hafta           | Gün      | Uygulama                                                     | Veri Toplama                       |
|-----------------|----------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Tanıtım Haftası | 15 Şubat | Katılımcı adaylarına sözlü ve yazılı bilgilendirme yapılması |                                    |
|                 | 16 Şubat | Öğrencilerin etkinlik hakkındaki sorularına cevap verilmesi  |                                    |
|                 | 22 Şubat | Katılımcıların belirlenmesi                                  |                                    |
|                 | 24 Şubat | Katılımcılara örnek senaryo verilmesi                        | ISKÖ (Ön test), SDF                |
|                 | 25 Şubat | Problemin sunumu ve Analizi                                  | SDF, PAF                           |
| 1. Hafta        | 1 Mart   |                                                              | Görüşme – Cansu, Kasım             |
|                 | 2 Mart   |                                                              | Görüşme – Eylül, Hira, Bulut, Ekin |
|                 | 3 Mart   | Oturum                                                       | APF                                |
|                 | 4 Mart   | Oturum                                                       | APF                                |
| 2. Hafta        | 5 Mart   |                                                              | Görüşme – Ekin                     |
|                 | 8 Mart   |                                                              | Görüşme – Kasım                    |
|                 | 9 Mart   |                                                              | Görüşme – Eylül, Bulut, Cansu      |
|                 | 10 Mart  | Oturum                                                       | APF, Görüşme – Hira                |
|                 | 11 Mart  | Oturum                                                       | APF                                |
| 3. Hafta        | 15 Mart  | Oturum (Yeşil, Kara, Sarı)                                   | APF, Görüşme – Kasım, Cansu, Ekin  |
|                 | 16 Mart  |                                                              | Görüşme – Eylül, Bulut             |
|                 | 17 Mart  | Oturum (Gök)                                                 | APF, Görüşme – Hira                |
|                 | 18 Mart  | Oturum                                                       | APF                                |
| 4. Hafta        | 22 Mart  | Oturum (Yeşil, Kara, Sarı)                                   | APF, Görüşme – Ekin, Kasım, Cansu  |
|                 | 23 Mart  |                                                              | Görüşme – Eylül, Hira, Bulut       |
|                 | 24 Mart  | Oturum (Gök)                                                 | APF                                |
|                 | 25 Mart  | Oturum                                                       | APF                                |
| 5. Hafta        | 29 Mart  | Oturum (Yeşil, Kara, Sarı)                                   | PÇF, Görüşme – Ekin, Kasım, Cansu  |
|                 | 30 Mart  |                                                              | Görüşme – Hira, Bulut              |
|                 | 31 Mart  | Oturum (Gök)                                                 | PÇF, Görüşme – Eylül               |
|                 | 1 Nisan  | Sunumlar                                                     | GDF                                |
|                 | 2 Nisan  |                                                              | ISKÖ (Son test), ÖDF, KADF, EDF    |

Araştırma sürecinde oturumlar gerçekleştirilirken, bir takım zamanlama problemleri yüzünden kümelerin ayrı ayrı zamanlarda oturum gerçekleştirmek zorunda kaldıkları haftalar olmuştur. Tablo 11’de bu durum, ayraç içinde hangi küme ile oturum yapıldığını gösterir biçimde yansıtılmıştır. Ayraç içinde küme adı yazmayan oturumlarda ise, tüm kümeler birlikte oturuma katılmışlardır. Ayrıca, Tablo 11’de BFF ve DAF ile toplanan veriler ve öğrencilerin araştırma notları ile karalamalar yardımıyla toplanan verilerin kullanımı öğrencilerin isteğine bırakıldığı ve süreç boyunca çeşitli zamanlarda kullanıldığı için yansıtılmamıştır.

### **3.6.6. İncelemenin Derinliği**

Bu araştırmada katılımcıların ısı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramlara yönelik zihinsel yapısını betimlemek ve PDÖ etkinliğinin katılımcılar üzerindeki etkisini incelemek için nicel ve nitel çeşitli veri toplama yöntemleri kullanılmıştır. Nicel olarak çoktan seçmeli ölçek ve Likert anketler; nitel olarak ise, görüşmeler, çalışma belgeleri ve formlar kullanılmıştır.

### **3.6.7. Veri Biçimi**

Araştırmada elde edilen verilerin çoğunluğunu nitel veriler oluşturmaktadır. Öğrencilerin çoktan seçmeli veya Likert türü olarak cevapladıkları nicel ölçme araçları da bulunmasına karşın, çoğunlukla açık uçlu cevaplar verebilecekleri ve görüşlerini kolayca yansıtabilecekleri ölçme araçları daha sık kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmelerin bire bir dökümü yapılmıştır. Ölçme araçlarının bir kısmı araştırmacı tarafından geliştirilmiş olup bir kısmı da daha önceden başka araştırmacılar tarafından kullanılmış olan ölçme araçlarından uyarlanmıştır.

### 3.6.8. Verilerin Analizi

Araştırmada, nicel ve nitel veriler ayrı ayrı toplanmış ve ayrı ayrı çözümlenmiştir. Analizlerde nicel veriler için nicel teknikler, nitel veriler için ise nitel teknikler kullanılmıştır. Elde edilen veriler bütüncül olarak ve tek bir zamanda çözümlenmiştir. Analizlerden elde edilen bulgular, alanyazın çerçevesinde yorumlanmıştır.

### 3.6.9. Araştırmacının Bakış Açısı

Araştırma, katılımcıların ısı ve sıcaklığa ilişkin temel kavramlarla ilgili zihinsel yapısını ortaya çıkarmayı ve PDÖ sürecinin etkisini betimlemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın amacına yönelik olarak öğretmen adaylarının etkinlik öncesi ve sonrası görüşlerinin ve kavramlarının ne olduğunu belirlemeye yönelik bir hipotez kurma söz konusudur. Diğer yandan, PDÖ etkinliğinin kendisinin öğrenci üzerindeki etkilerinin betimlenmesi ve bu etkilerin ısı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramların gelişimine etkisinin ne olduğunu betimlemeye yönelik bir hipotez kurma, aynı zamanda PDÖ'nün etkisinin olup olmadığını saptamaya yönelik de bir hipotez sınama tarafı da bulunmaktadır. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının görüşlerinin ve kavramlarla ilgili zihinsel yapılarının ortaya konmasına ve betimlenmesine yönelik bir amaç oluşurken, diğer yandan da etkinlik sürecinin bu kavramların gelişimine etkili olup olmadığına dair bir onaylama ve etkili ise etkisinin betimlenmesi amacı da oluşmaktadır.

## 4. BULGULAR ve YORUM

Bu bölümde, araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen bulgular, analizler ve bulgulara dayalı olarak yapılan yorumlar ve çıkarımlar sunulmuştur.

### 4.1. PDÖ Sürecinin Duyuşsal Etkileri ile İlgili Bulgular ve Değerlendirilmesi

Bu bölümde, PDÖ etkinliğinin ve küme çalışmasının katılımcılar tarafından nasıl algılandığını tespit etmek amacıyla geliştirilen PDÖ Değerlendirme Formları ve yarı yapılandırılmış görüşme sırasında öğrencilerin süreç ile ilgili olarak belirttikleri görüşleri çözümlenmiştir. PDÖ Değerlendirme Formları Likert türde hazırlanmış olan önermeler ve açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Likert türdeki önermelerin analizinde beşli aralıklar, açık uçlu soruların analizinde ise betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerin süreç ile ilgili kısımları da betimsel analiz tekniği kullanılarak incelenmiştir. Daha sonra, yapılan analizlerden yararlanarak bütüncül bir değerlendirmeye gidilmiştir.

#### 4.1.1. Senaryo Değerlendirme Formu'nun (SDF) Analizi

SDF, toplam 14 adet Likert türde önerme ve bir de açık uçlu soru içermektedir. SDF'de yer alan Likert türdeki önermeler, senaryonun ilgi ve merak uyandırıp uyarmadığı, dersin bu senaryo üzerinden işlenmesinin istenip istenmediği, senaryonun anlatım dili ve senaryodan ortaya çıkan problemi nasıl çözmeyi uygun gördükleri

konusunda çeşitli yargılar içermektedir. PDÖ etkinliklerinin başında iki kez, iki ayrı senaryo için uygulanmıştır.

SDF'nin ilk uygulanması, katılımcılar kümelerine ayrılmadan önce bir örnek senaryo ile gerçekleşmiştir. Örnek senaryoya ilişkin katılımcıların görüşleri, kümelerine ayırma işleminde yardımcı olmuştur. Katılımcılara verilen örnek senaryo, daha çok mekanik konularından statik denge konusunu içeren bir senaryo metnidir. Örnek senaryo metni Ek F1'de verilmiştir. Verilen örnek senaryo metni, katılımcılarca SDF yardımıyla değerlendirilmiştir. Örnek senaryoyu okuyan katılımcılar bireysel olarak SDF'yi cevaplamışlardır. Örnek senaryo için elde edilen SDF verilerinden kümeleme yapılırken yararlanılmıştır. Buna göre oluşan kümelerin SDF puan ortalamaları ve bireysel temeldeki sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Örnek Senaryo için SDF'nin Likert türdeki maddelerinin sonuçları

| Katılımcı    | Puan Ortalaması | Aralık     | Küme  | Küme Puan Ortalaması | Aralık |
|--------------|-----------------|------------|-------|----------------------|--------|
| Papatya      | 4,36            | Çok Olumlu | Yeşil | 4,16                 | Olumlu |
| Masal        | 3,86            | Olumlu     |       |                      |        |
| Tanem        | 3,79            | Olumlu     |       |                      |        |
| Ekin         | 4,64            | Çok Olumlu | Gök   | 4,17                 | Olumlu |
| Hira         | 4,21            | Çok Olumlu |       |                      |        |
| Eylül        | 4,64            | Çok Olumlu |       |                      |        |
| Bulut        | 3,64            | Olumlu     | Kara  | 3,98                 | Olumlu |
| Kasım        | 4,36            | Çok Olumlu |       |                      |        |
| Nisan        | 3,71            | Olumlu     |       |                      |        |
| Damla        | 3,86            | Olumlu     | Sarı  | 3,71                 | Olumlu |
| Cansu        | 4,00            | Olumlu     |       |                      |        |
| Mete         | 3,71            | Olumlu     |       |                      |        |
| Tuğçe        | 3,43            | Olumlu     |       |                      |        |
| Ortalamalar: | 4,02            | Olumlu     |       | 4,02                 | Olumlu |

Tablo 12'ye göre katılımcılar bireysel anlamda genel olarak "olumlu" veya "çok olumlu" görüşler belirtmişlerdir. Belirlenen kümeler baktığımızda tüm kümelerin üyelerinin aynı aralıkta (3,40 – 4,20) bir ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Kümelerin tümü örnek senaryoya "olumlu" yaklaşmaktadır.

Örnek senaryo için uygulanan SDF'nin sonundaki açık uçlu bölümde katılımcılara sorulan soru şöyledir: "Senaryo ile ilgili önerilerinizi aşağıya yazınız. (Beğendiğiniz ya da beğenmediğiniz yerler, senaryoya eklemek istediğiniz şeyler, anlaşılmayan yerler, anlatım dili, vb.)"

Öğretmen adaylarından yalnızca üçü açık uçlu bölümdeki soruya cevap vermişlerdir. Cevapları şöyle olmuştur:

- Cansu: "Yaşantımızda aslında bir çok yerde olan gördüğümüz ya da görmediğimiz problemlerden birisidir. Mühendislikle daha çok ilgili olduğunu düşünsemde, sonuçta mühendislerin de fizik eğitimi aldığını biliyorum. Köprünün yapımında kullanılacak demir, çimento vs. araçların ne derece uygun olduğunu değerlendirerek köprünün yapımına fizikçi olarak katkıda bulunabileceğimizin farkındayım. Fakat çözüme nereden başlayacağımı bulabilmek için grup arkadaşlarıma ve fikirlerine ihtiyacım olduğuna kesinlikle katılıyorum..."
- Tuğçe: "Senaryo, daha çok mühendislik alanını ilgilendiriyor gibiydi."
- Ekin: "Köprünün çok kötü durumda olduğu söylenmektedir. Ne bakımdan çok kötü, bu açıklanmalı."

(Yazım yanlışları katılımcılara aittir, herhangi bir düzeltme yapılmamıştır.)

Öğretmen adaylarının açık uçlu bölüme verdikleri cevaplardan da anlaşıldığı üzere, öğrencilerin bir bölümü, konunun daha çok mühendislik ile ilgili olduğunu,

alanlarının biraz dışında kaldığını düşünmektedir. Aynı zamanda daha fazla ayrıntı istedikleri de görülmektedir. Örnek senaryo için öğrencilerin görüşleri, ana senaryonun son durumunu almasında göz önüne alınmıştır.

SDF'nin ikinci uygulaması ise, kümeleme işlemi tamamlandıktan sonra, etkinlikte kullanılan senaryonun değerlendirilmesi için yapılmıştır. İkinci uygulama, diğer ölçme araçları ile birlikte etkinliğin değerlendirilmesi için kullanılmıştır.

Araştırmada ikinci olarak, katılımcılara PDÖ etkinliğinde kullanılacak olan ana senaryo ile SDF verilmiştir. Katılımcılara verilen ana senaryo, ısı ve sıcaklıkta yer alan kavramları içeren yaşamın içinden bir senaryo metnidir. Ana senaryo metni, örnek senaryo metnine getirilen eleştiriler de göz önüne alınarak ayrıntılı olarak sunulmuştur. Ana senaryo metni Ek D'de verilmiştir.

Örnek senaryo için yapılan işlemler, yukarıda verilen PDÖ sürecinde kullanılan ana senaryo verildikten sonra tekrarlanmıştır. Buna göre, katılımcıların ana senaryo için SDF'ye verdikleri cevaplardan elde edilen veriler Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Ana Senaryo için SDF'nin Likert türdeki maddelerinin sonuçları

| Katılımcı    | Puan Ortalaması | Aralık     | Küme      | Küme Puan Ortalaması | Aralık |
|--------------|-----------------|------------|-----------|----------------------|--------|
| Papatya      | 4,07            | Olumlu     | Yeşil     | 4,12                 | Olumlu |
| Masal        | 3,64            | Olumlu     |           |                      |        |
| Tanem        | 3,92            | Olumlu     |           |                      |        |
| Ekin         | 4,86            | Çok Olumlu |           |                      |        |
| Hira         | 4,00            | Olumlu     | Gök       | 4,14                 | Olumlu |
| Eylül        | 4,71            | Çok Olumlu |           |                      |        |
| Bulut        | 3,71            | Olumlu     |           |                      |        |
| Kasım        | 4,50            | Çok Olumlu | Kara      | 4,17                 | Olumlu |
| Nisan        | 4,07            | Olumlu     |           |                      |        |
| Damla        | 3,93            | Olumlu     |           |                      |        |
| Cansu        | 4,00            | Olumlu     | Sarı      | 3,67                 | Olumlu |
| Mete         | 3,14            | Yansız     |           |                      |        |
| Tuğçe        | 3,86            | Olumlu     |           |                      |        |
| Ortalamalar: | 4,03            | Olumlu     | Ortalama: | 4,03                 | Olumlu |

Tablo 13'ten elde edilen verilere göre, ana senaryoya karşı dokuz katılımcı "Olumlu", üç katılımcı "Çok Olumlu" ve bir katılımcı ise "Yansız" bir yaklaşım sergilemektedir. Katılımcıların hiç birinin senaryoya karşı olumsuz bir yaklaşımı olmamıştır. Kümelere baktığımızda, tüm kümelerin aynı aralıkta (3,40 – 4,20) bir ortalaması olduğunu görmekteyiz. Kümelerin tamamı ana senaryoya “olumlu” yaklaşmaktadır. Tüm katılımcıların ortalama puanı ise, örnek senaryo için yapılan SDF’den elde edilen ortalama puan ile neredeyse eşit çıkmıştır.

SDF üzerinde, katılımcıların görüşlerini yazabilecekleri açık uçlu bir kısım bulunmaktadır. Ancak katılımcıların hiçbirisi bu alana görüşlerini yazmamıştır.

SDF'den elde edilen Likert türdeki kısmından elde edilen bulgulara dayanarak, PDÖ sürecinin başında, kendilerine günlük yaşamı içeren bir senaryo verildiğinde,

katılımcıların güdülenme ve ilgilerinin arttığı, senaryoya ve çözümüne karşı olumsuz bir tutum içinde olmadıkları söylenebilir.

#### 4.1.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizi

Katılımcılarla süreç boyunca sürekli olarak yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler, sürecin başından sonuna kadar zamana yayılmıştır. Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler genel olarak kavramlarla ve kavramsal süreçlerin etkili olduğu olaylarla ilgili olsa da, ara ara katılımcılara etkinlik ve işleyişi ile ilgili sorular da yöneltilmiştir. Buralardan alınan veriler bu bölümde değerlendirilmiştir.

Her kümeden en az bir kişi olmak üzere toplamda altı katılımcı ile görüşme yapılmıştır. Bu görüşmeler sırasında katılımcıların süreç ile ilgili sözlerinden alıntılar yapılarak yorumlanmıştır.

Bulut adlı katılımcı ile yapılan görüşmelerden, süreç ile ilgili olarak söylediklerinden bazıları şöyledir:

- HŞK: Peki bu çalışmayla ilgili herhangi bir önerin, düşüncen var mı?
- Bulut: Çalışmayla?
- HŞK: Ya da eleştirin?
- Bulut: Şu an bence, şu anki haliyle gayet iyi ve zevkli geçiyor bu araştırmanız olsun, konu zaten güzel bir konu. İnternette ya da herhangi bir kaynaktan da araştırması kolay bir konu olduğundan dolayı bence güzel şu an. Gruplar da güzel.
- HŞK: Memnun olmadığın bir şey?
- Bulut: Yok.
- HŞK: Söyleyeceğin bir şey var mı peki? Şöyle olsa daha iyi olur falan dediğin bir şey?

- Bulut: Yok, şu anki haliyle ben gayet memnunum. Herhangi ekleyecek bir şey bence yok.

(Bulut ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 11-13. dakikalar arası)

Bulut ile yapılan görüşmeden alınan kesitten, Bulut'un PDÖ etkinliğinin gidişinden mutlu olduğu ve herhangi bir değişikliğe gerek olmadığını düşündüğünü söyleyebiliriz. Bulut küme arkadaşlarından da mutlu olduğunu da dile getirmektedir. Ayrıca çalışmadan hoşnut olduğunu belirtmektedir.

Ekin adlı katılımcı ile yapılan görüşmelerden, süreç ile ilgili olarak sözlerinden bazıları şöyledir:

- HŞK: Peki çalışmayla ilgili eleştirin, önerin, şöyle olsa daha iyi olurdu dediğin bir şey var mı?
- Ekin: Hocam, şöyle söyleyeyim; ben ilk buraya bu şeye katıldığımda bu kadar olumlu olacağını düşünmüyordum. En azından bu kadar zevk alacağımı düşünmüyordum. Dün araştırma yaparken çok büyük bir zevkle yani, isteyerek yaptım. Yani... ve gerçekten bir şeyler öğrendim. Yani öğrendiğime inanıyorum. Gerçi ısı sıcaklıkla ilgili olmayabilir ama yani bu otel konusunda falan en azından kendimi çok önemli olduğum, yani önemli olduğumu hissettim.
- HŞK: Anladım. Peki, ben senaryoyu size vermeden önceki senle şimdiki sen arasındaki fark ne?
- Ekin: Şimdi kendimi sanki mezun olmuş, hani öğretmen olarak değil de fizik mühendisi olarak görüyorum kendimi. Araştırma yaparken örneğin.
- HŞK: Yani? Özgüven artışı mı diyorsun? ☺
- Ekin: Evet, özgüven artışı çok fazla oldu.
- HŞK: Başka ne faydası oldu sana?
- Ekin: Bir de hocam mesela, en azından boş zamanlarımı oturarak değil de, yani şunu bir araştırayım, İnternete bir gireyim, ansiklopediden bir araştırayım, neymiş... merak ediyorum en azından. Boş zamanlarımı bu şekilde değerlendiriyorum. Boş boş oturmak yerine bilgisayar başında kendimi bir anda araştırma yaparken buluyorum örneğin.

- HŞK: Hımm... Anladım. Peki, önerdiğin bir şey var mı? Şöyle olsa daha iyi olurdu dediğin?

- Ekin: Hocam bence bu şekilde çok güzel.

(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 29-32. dakikalar arası)

- Ekin: Hayata geçirilen ya da ne bileyim hayat üzerine anlatılan şeyler benim aklımda kalır. Ama kavram olarak anlatılıp geçildiği zaman ben de üzerine düşünmezsem, çalışmazsam aklımda kalmıyor. Çok çabuk unutabiliyorum.

.....

- HŞK: Soracağın, söyleyeceğin bir şey var mı?

- Ekin: Yok hocam. Teşekkür ederim.

- HŞK: Ben teşekkür ederim.

- Ekin: Aklımı karıştırdığınız için... Araştırmaya yönelttiğiniz için beni. Başka bir şey yok.

- HŞK: Peki süreçle ilgili bir şeyin var mı?

- Ekin: Ben çok memnunum hocam. Yine geçen dediğim gibi. Yani gayet iyi gidiyor.

(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 45-48. dakikalar arası)

- HŞK: Şey var mı, bu süreçle ilgili söylemek istediğin bir şey var mı?

- Ekin: Zaten hocam bu son haftamız herhalde değil mi?

.....

- Ekin: Ben çok keyif aldım. Doğru e yanırlarımı en azından gördüm doğruları da öğrenmeye çalıştım.

- HŞK: Peki sana başka ne faydası olduğunu düşünüyorsun?

- Ekin: Yani hocam en azından araştırmaya... nasıl söyleyeyim araştırmamızı sağladınız yani ben boş zamanlarımda tutup da ısı-sıcaklığı araştırmazdım bir fizik öğrencisi olarak ayıp bir şey ama ısı sıcaklığı ne bileyim genişmeyi en azından araştırmazdım ve... sizin dediğiniz gibi hani tamam belli bir şeyleri bize öğretiler ama o boşluklar nasıl doldu asıl önemli olan o. Bir nevi onu doldurmaya çalıştım. Doldurabildiysem.

- HŞK: Boşluklarının var olduğunu farkında mıydın?

- Ekin: Değildim siz onu fark etmişsiniz. Yani benim bildiğim hepsi doğruymuş gibi geliyordu ama değilmiş.

- HŞK: Eksiksiz diyelim ona yani doğru ya da yanlışını bilemiyoruz şu anda
- Ekin: Ama araştırdığım kadarıyla yanlış bazıları  
(Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 36-38. dakikalar arası)

Ekin ilk haftalardan beri araştırma yapmak için bir istek duyduğunu, boş zamanlarında kendini farkında olmadan araştırma yaparken bulduğunu belirtmekte, etkinliği umduğundan daha çok beğendiğini, hoşnut olarak çalıştığını belirtmektedir. Merakının ve güdülenmesinin oldukça yüksek bir duruma geldiğini, özgüveninin arttığını düşünmektedir. Süreçten mutlu olduğunu dile getiren Ekin, kuramsal bilgilerin kendisine doğrudan verilmesi yerine, uygulamaya yönelik araştırmadan daha çok öğrendiğini söylemekte, kendi zihninde kavramsal boşlukların farkına vardığını ve eksiklerini tamamlamaya çalıştığını belirtmektedir.

Eylül adlı katılımcı ile yapılan görüşmelerden, süreç ile ilgili olarak söylediklerinden bazıları şöyledir:

- HŞK: Peki bundan önce ben senaryoyu falan vermeden önce düşüncen neydi, şimdi düşüncen ne? Arada fark var mı? Yani şöyle söyleyeyim: hem bakış açısı olarak hem başka şeyler olarak?
- Eylül: Ben bu senaryoyu almadan önce şey diye düşünüyordum; hani biz Serway'den çalışacağız. İşte ısı nedir, sıcaklık nedir, işte ısı dengenin... o tür terimleri falan çalışacağız. İşte hoca sürekli bize soru soracak işte. Ondan sonra biz bunlardan sınav olacağız işte. Hoca işte bize sürekli sınav yapacak işte görüşmeler yapacak diye düşünüyordum. Hani ben bu konuda zaten çok kötüydüm. Hani en azından bir şeyler öğrenirim diye düşündüm. O yüzden. Sonra senaryoyu görünce daha farklı, daha heyecanlı bir şey olduğunu fark ettim. Bizim için daha bir öğretici. Daha iyi bence.
- HŞK: Peki ben sana senaryoyu vermeden önce, bu şeyler başlamadan önceki kendinle şimdiki kendin arasında ne fark var onu öğrenmek istiyorum. Şu anda tamam olay hakkındaki düşünceni biliyorum.
- Eylül: Ben bundan öncesi tamamen ezberle dayalı gideceğimizi düşünüyordum. Ama şimdi öyle düşünmüyorum. Şimdi tamamen böyle öğrenmeye, görselliğe dayalı olarak bir çalışma olarak görüyorum.

- .....
- HŞK: Peki önerin falan var mı? Şöyle olsa daha iyi olur, böyle daha iyi çalışırız falan gibisinden?
  - Eylül: Yok. Bence her şey şimdiye kadar hani iyi gidiyor. Her şey çok güzel hani.
  - HŞK: Eleştirin de olabilir tabi.
  - Eylül: Yok, yok. Hayır yok. Her şey iyi bence. Ya her şey iyi düşünülmüş hani mesela sizin bizi sınamanız, işte hani... ne kadar ilerledik, ne kadar şey öğrendik ya da buradaki gruplarımız... Onlar çok önemli oldu mesela. Hani grup çalışması... Daha önceden çok fazla grup çalışmasına katılmadık mesela. Ben kendi adıma konuşayım şu anda benim için çok iyi oldu. Grup çalışmasının şimdi daha şey olduğunu görüyoruz... hani daha iyi. Ondan sonra işte paylaşımı öğreniyoruz.
- (Eylül ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 23-27. dakikalar arası)

Eylül, etkinliğin umduğundan, beklentilerinden çok daha heyecanlı, eğlenceli ve öğretici olduğunu düşünmektedir. Ezbere dayalı değil, öğrenmeye yönelik bir yaklaşım olduğunu düşünmektedir. Ayrıca etkinliğin iyi planlandığını düşünmektedir. Daha önce çok fazla küme çalışması yapma olanağı bulamadığını, küme çalışmasının kendisi için iyi bir deneyim olduğunu düşünmektedir.

Hira adlı katılımcı ile yapılan görüşmelerden, süreç ile ilgili olarak sözlerinden bazıları şöyledir:

- HŞK: Peki ben size bu senaryoyu vermeden önce daha öncesinde yani, o zamanki senle şimdiki sen arasındaki fark ne? Yani bu sana ne kattı ya da ne götürdü?
- Hira: Yani bazı şeyleri işleme dökmeden düşünmeyi öğrendim hani. Fizik sadece işlemekten ibaret gibi düşünülüyor. Ama düşünmek gerek yani genelde fiziği şeye dökemiyoruz. Normal hayatımıza dökemiyoruz. Ama bu senaryoyla onu başaracağız herhalde. Mesela...
- HŞK: Matematik dışına mı çıktım diyorsun?

- Hira: Matematik dışına çıktım. Biraz düşünebiliyorum. Bazen... araştırma hevesim geldi. Araştırmayı çok sevmeyen bir insanım. Sürekli araştırma hevesim geldi yani kendime. Düşünüyorum, boş zamanlarımda onu düşünüyorum. Ne yapabilirim acaba nasıl fikirler üretebilirim diye. Yani değişik bir şeydi. Yani böyle bir şeyle daha önce karşılaşmamıştım. Bir fizikçi olarak bir otel yapımında nasıl bir görev alabilirim hiç düşünmezdim yani.

.....

- HŞK: Anladım. Peki, bir önerin falan var mı ya da eleştirdiğin bir husus?
  - Hira: Senaryoyla ilgili mi?
  - HŞK: Çalışmayla ilgili genel olarak.
  - Hira: Ha çalışmayla ilgili...
  - HŞK: Senaryoyla ilgili de olabilir.
  - Hira: Konuyla ilgili bir eleştiri mi? Yok aslında yok, yok. Güzeldi.
  - HŞK: Çalışmanın işleyişiyle?
  - Hira: Yok. İşleyişle ilgili de bir problemim yok.
  - HŞK: Oturumlarla ilgili falan?
  - Hira: Yok hayır.
  - HŞK: Önerin falan da mı yok?
  - Hira: Önerim falan da yok.
- (Hira ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 17-22. dakikalar arası)

Hira'nın süreçten hoşnut olduğu görülmektedir. Ayrıca matematikten uzaklaşarak daha uygulamaya yönelik bir çalışma içinde olduğunu düşünmekte ve bundan hoşnut olduğunu belirtmektedir. Araştırma yapmaya pek sıcak bakmadığı halde, çalışma isteği edindiğini belirtmiştir. Hira'nın bakış açısında değişme olduğu söylenebilir.

Kasım adlı katılımcı ile yapılan görüşmelerden, süreç ile ilgili olarak söylediklerinden bazıları şöyledir:

- HŞK: Bir hafta önceki senle şimdiki sen arasındaki fark ne? Sadece bilgi açısından değil. Davranış açısından, tutum açısından, düşünce açısından, her şey açısından.
- Kasım: Yani hocam, şimdi açıkça konuşmak gerekirse ben bundan önce oturup da böyle bir proje üzerinde düşünmezdim yani. En azından böyle hani, laboratuvar dersinde olsa, hani bu kadar detaylı düşünmezdim açıkçası. Hani yazardım bir şeyler, çizerdim, verirdim hocaya. Ama hani böyle çalıştıkça da, hani veya bir şey üretmeye başladıkça da hani insanın hoşuna gider ya. Yaptığı yapı falan. Şahsen, ben bundan önce böyle ki şeyleri yani, programa katılmaydı, yok şu deney yapılacaktı, yok şu ispatlanacak... Zaten laboratuvar derslerinden nefret ederdim. Ama yani hani böyle... ne bileyim... not korkusu yok, bir şey yok, üretim var, en azından düşünme var... Ben gece 1:46'da yattım ama yatağa yatışım 12'ydi. Bu 1 saat 45 dakika boyunca binanın şeklini ve o pencereleri nasıl yerleştireceğimi düşündüm. Yani insanın ister istemez hocam yani düşünüyor. Ben şu kadar süre zarfında düşündüm. O pencereleri nasıl olsun da, veya nasıl olsun da o bina öyle dursun diye düşündüm açıkçası. (Kasım ile yapılan birinci görüşme, 01.03.2010, 20-22. dakikalar arası)

Etkinlik ile Kasım'ın güdülenme sorununu aştığı söylenebilir. Çünkü başka zaman istek duymadığını dile getirdiği araştırma yapma düşüncesine istek duymaya başlamıştır. Üretmek, yeni bir şeyler ortaya koyduğunu sezmekten hoşlanmış, not kaygısı olmadan çalışmaya başlamıştır. Düşüncelerini konuya odaklamakta sorun yaşamamaktadır.

Genel olarak görüşme yapılan katılımcıların etkinliğin gidişinden hoşnut olduğu görülmektedir. Hatta kendilerini beklentilerinin üzerinde bir etkinlik içinde bulduklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların söylemlerinde güdülenme, yani araştırma ve üretme konusunda istekli olma, özgüven artışı, küme çalışması ve öğrenme konusunda yeni deneyimler edinmenin verdiği duygu önemli görülen konulardır.

#### 4.1.3. Etkinlik Değerlendirme Formu'nun (EDF) Analizi

PDÖ sürecinin katılımcılar üzerindeki etkisinin katılımcıların görüşleri ile değerlendirildiği, Likert türdeki önermelerden ve bir açık uçlu bölümden oluşan bir anket formudur. Likert türdeki önermeler beş kısımda incelenmiştir. EDF, toplamda 32 adet Likert türde önerme içermektedir. EDF, beş hafta süren PDÖ sürecini içeren etkinlik sonunda uygulanmıştır ve elde edilen veriler, PDÖ etkinliğinin katılımcılar üzerindeki etkisini betimlemekte kullanılmıştır. EDF beş seçenekli Likert türü önermelerden oluşan bir ankettir. EDF'nin birinci kısmı (1-9. önerme arası), etkinlik sırasındaki unsur ve etmenlerin öğrenmelerine ne derece yararı olduğunu; ikinci kısmı (10-16. önerme arası), etkinlik sırasında yapılan çalışmaların becerileri üzerine etkisini; üçüncü kısmı (17-22. önerme arası), küme çalışması sırasındaki duyuşsal etmenleri; dördüncü kısmı (23-29. önerme arası), öğretim elemanının tutumunun sürece etkisini ve beşinci kısmı ise (30-32. önerme arası) etkinlik ile ilgili genel önermelerden oluşmaktadır.

PDÖ sürecinin sonunda katılımcıların süreci değerlendirmeleri istenmiştir. Bunun için öğrencilere EDF verilmiştir. Süreci beş kısımda ele alan EDF'nin sonunda katılımcıların görüşlerini yazabilecekleri bir de açık uçlu kısım bulunmaktadır. EDF'nin Likert türde önermelerinden elde edilen bireysel sonuçlar Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. PDÖ sonunda uygulanan EDF'nin bireysel sonuçları

| Katılımcılar | Kısım 1<br>Ortalama | Kısım 2<br>Ortalama | Kısım 3<br>Ortalama | Kısım 4<br>Ortalama | Kısım 5<br>Ortalama | Genel<br>Puan<br>Ortalama |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|
| Papatya      | 4,9                 | 4,9                 | 5,0                 | 5,0                 | 5,0                 | 4,94                      |
| Cansu        | 4,0                 | 3,9                 | 5,0                 | 4,0                 | 3,0                 | 4,08                      |
| Hira         | 3,3                 | 3,3                 | 5,0                 | 4,4                 | 4,3                 | 3,97                      |
| Eylül        | 4,8                 | 5,0                 | 4,7                 | 4,0                 | 5,0                 | 4,65                      |
| Kasım        | 4,8                 | 5,0                 | 5,0                 | 4,6                 | 5,0                 | 4,84                      |
| Masal        | 4,6                 | 4,4                 | 4,3                 | 4,4                 | 4,3                 | 4,44                      |
| Nisan        | 4,7                 | 5,0                 | 5,0                 | 5,0                 | 4,3                 | 4,85                      |
| Mete         | 3,8                 | 4,3                 | 4,0                 | 3,9                 | 4,0                 | 3,97                      |
| Damla        | 3,3                 | 3,7                 | 4,0                 | 3,6                 | 1,7                 | 3,46                      |
| Bulut        | 4,4                 | 4,4                 | 4,8                 | 5,0                 | 4,3                 | 4,63                      |
| Tuğçe        | 4,0                 | 3,9                 | 5,0                 | 4,9                 | 3,0                 | 4,27                      |
| Tanem        | 4,2                 | 4,6                 | 4,8                 | 4,6                 | 5,0                 | 4,56                      |
| Ekin         | 4,8                 | 5,0                 | 5,0                 | 5,0                 | 5,0                 | 4,94                      |
| Ortalamalar: | 4,27                | 4,41                | 4,74                | 4,48                | 4,15                | 4,43                      |

Tablo 14'te verilen bireysel sonuçlardaki genel puanlara baktığımızda, tüm katılımcıların "Olumlu" aralığında ya da "Çok Olumlu" aralığında değerlendirme yaptıklarını görebiliriz. Üstelik Damla takma adlı katılımcı, beşinci kısımda "Çok Olumsuz" aralığında değerlendirmede bulunmasına karşın genel değerlendirmesi "Olumlu" aralığındadır. Kısımlara göre değerlendirmelerin bir bölümü "Yansız" aralığında olsa da, geneli "Olumlu" aralığında ya da "Çok Olumlu" aralığında olmuştur. Bu durum, katılımcıların etkinlikleri kendilerine yararlı bulduklarını göstermektedir.

EDF'den elde edilen bulgular kümeler temelinde de değerlendirilmiştir. Bunun için kümeyi oluşturan katılımcıların görüşleri bir araya getirilip birlikte incelenmiştir. Kümeler temelindeki sonuçlar Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15. PDÖ sonunda uygulanan EDF'nin kümeler temelindeki sonuçları

| Küme         | Küme Üyeleri                | Kısım 1 Ortalama | Kısım 2 Ortalama | Kısım 3 Ortalama | Kısım 4 Ortalama | Kısım 5 Ortalama | Genel Puan Ortalama |
|--------------|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Yeşil        | Papatya, Ekin, Masal, Tanem | 4,6              | 4,7              | 4,8              | 4,8              | 4,8              | 4,72                |
| Gök          | Hira, Eylül, Bulut          | 4,5              | 4,6              | 4,8              | 4,5              | 4,6              | 4,42                |
| Kara         | Kasım, Nisan, Damla         | 4,3              | 4,6              | 4,7              | 4,4              | 3,7              | 4,39                |
| Sarı         | Cansu, Mete, Tuğçe          | 3,9              | 4,0              | 4,7              | 4,2              | 3,3              | 4,11                |
| Ortalamalar: |                             | 4,27             | 4,41             | 4,74             | 4,48             | 4,15             | 4,43                |

Tablo 15'te verilen sonuçlara baktığımızda, kümelerden biri dışındaki tüm kümelerin genel puanlarda aynı aralıkta (4,20 – 5,00) ortalamasının olduğunu görmekteyiz. "Sarı Küme" ise değişik bir (3,40 – 4,20) aralıktadır. Kümelerin tümü etkinlikle ilgili "Olumlu" aralıkta veya "Çok Olumlu" aralıkta değerlendirme yapmışlardır. Her bir kısım için de benzer bir sonuç vardır. Yalnızca "Sarı Küme", beşinci kısımda "Yansız" aralıkta değerlendirme yapmış, diğer tüm kısımlarda ise değerlendirmeleri "Olumlu" veya "Çok Olumlu" aralıkta olmuştur. Bu durum, katılımcıların oluşturdukları kümelerin etkinlikleri kendilerine yararlı bulduklarını ve birbirine yakın tutumlara sahip olduklarını göstermektedir.

EDF'nin sonunda yer alan açık uçlu soruya katılımcıların üçü dışında hepsi cevap vermiştir. Açık uçlu cevapların sayısının SDF'ye göre artış göstermesi ilginçtir. Katılımcıların "Ders ile ilgili görüşlerinizi aşağıya yazınız. (Beğendiğiniz ya da beğenmediğiniz yerler, derste değiştirilmesini istediğiniz şeyler, vb.)" biçiminde sorulan soruya verdikleri cevaplar şöyledir:

- Papatya: Bir konu hakkında nasıl araştırma yapacağımı, bilmediklerimi nasıl öğrenebileceğimi, grup içerisinde nasıl davranacağımı öğretti. Güzel bir süre zarfıydı. Fiziğe karşı ilgimi arttırdı. İlgi çekiciydi.
- Cansu: Daha fazla düşünmemi, bilgilerimi kontrol edip eksik ve yanlışlarımı tamamlamamı veya biraz olsun düzeltmemi sağladı. Fikirlerimi sunma becerimi artırıp grup halinde çalışmanın avantaj ve dezavantajlarını görmemi sağladı. Yapılan etkinliğin kısa bir süreye sığdırılmaya çalışması üzerimde bir baskı hissetmemi ve bu baskı nedeniyle performansımın düşmesine, zaman zaman, neden oldu. Okuduğum bölümle ilgili iş bulma kaygılarımı azalttı ve öğrendiğim bilgilerin günlük hayatta birçok yerde kullanılabileceğini görmemi sağladı.
- Eylül: Benim bilgileri birleştirmemde çok faydalı oldu. Aslında bu konuda çok da bilgisiz olmadığımı sadece bilgileri birleştiremediğimi anladım. Beğenmediğim hiçbir yön yok.
- Kasım: Ders ile ilgili; Enerji Bakanlığın sakladığı bilgiler yüzünden kısıtlı bir bilgi elde edebildik. Bu yüzden bilgileri tam olarak kullanamadık.
- Masal: Bence bu araştırma bize çok iyi geldi. Bir takım eksiklerimizi hem eğlenceli hem de öğretici hale getirerek kapattık. Bu yüzden bu gibi çalışmaların bir başka konular üzerinde tekrarlanması bizim için iyi olur.
- Nisan: Bu yöntem yararlı bir yöntemdi. Hem grup çalışması, araştırmaya yönlendirmesi, kendi bilgilerimizle yola çıkıp yanlış bilinenleri düzeltmemize yaradı.
- Damla: Bize verilen problemin bence ısı ve sıcaklıkla pek alakası olmadı. Biz genel olarak inşaat ile ilgilenme zorunluluğunda kaldık. Umduğum kadar fayda görmedim. Konuyla problemi birbirine çok yakın bulmadım. Daha iyi bir problem seçilerek, ısı ve sıcaklıkla ilgili bilgiler pekiştirilebilirdi.
- Bulut: Araştırmayı geliştirmesini beğendim. Farklı çalışma kaynaklarından yararlanmak güzeldi (yazılı, elektronik).
- Tuğçe: Grup çalışması yaparak, araştırarak öğrenmek, öğrenirken öğretim elemanının bize yol göstermesi, grup içi bilgi alışverişi ve tartışmalar faydalı oldu.

İletişimimizi güçlendirmesi, araştırmaya teşvik etmesi, dersin merak edilir olmasından dolayı, bizi bir hedefe yöneltmek onun için çalışmamızı sağlaması, ders için istek uyandırması çalışmayı başarılı kıldı. Vakitlerimizin kısıtlı olması ve her aradığımız bilgiye ulaşamamak kötüydü. Ama araştırma yapabilmemiz için yol gösterilmesi iyiydi.

- Ekin: Bildiklerimin doğru olup olmadığını analiz etmemi sağladı. Araştırma yapmamı sağladı. Araştırma yapmaya teşvik etti. Lise öğretilen bilgilerin bazılarının yanlış olduğunu ve benim bazı boşlukları nasıl doldurduğumu görmemi sağladı. Birşeyler için uğraşmak, birşeyler yapabildiğimi görmek özgüvenimi arttırdı.

(Yazım yanlışları katılımcılara aittir, herhangi bir düzeltme yapılmamıştır.)

Katılımcıların açık uçlu kısma yazdığı yorumlara bakıldığında, birçok konuya değindiklerini görmekteyiz. Bunlardan olumlu olanlarını şöyle özetleyebiliriz:

- Çalışmanın araştırmaya özendirilmesi ve araştırma yapmayı öğretmesi
- Bilgi ve kavrama açısından eksik ve yanlışların farkına varmak ve düzeltmek için adım atılması
- Bilgilerin analiz ve sentezinin desteklemesi
- Küme çalışmasının öğrenilmesi
- İletişim becerilerini geliştirmesi
- Özgüveni arttırması
- Gelecek kaygısını azaltması
- Merak ve ilgiyi arttırması
- Konuyu eğlenceli hale getirmesi
- Sunum becerilerini geliştirmesi

Bunlardan olumsuz olanlarını ise şöyle özetleyebiliriz:

- Zaman kısıtlılığı
- Araştırma sırasında karşılaşılan sorunlar

Bunların dışında bir katılımcı problemi eleştirmiştir. Konunun doğrudan verilmemesi, dolaylı verilmesi buna etkindir. Ancak aynı katılımcı SDF'de açık uçlu bölümde görüş belirtmemekle birlikte, Likert bölümde de senaryo için olumlu görüş bildirmiştir.

PDÖ etkinliği sonunda yapılan EDF'nin kısımlarının sonuçları arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Katılımcıların EDF'ye bireysel olarak verdikleri cevaplar yardımıyla, EDF'yi oluşturan beş kısmın verilerinin kendi aralarında ve genel puan ile aralarında anlamlı bir ilişki olup olmadığına bakılmıştır. Bunun için Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı hesaplanmıştır. Anket verilerinin kısımları arasındaki ilişkiye dair katsayılar, Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. EDF'nin kısımları arası ilişki katsayıları

|         | EDF<br>Kesim 1 |      | EDF<br>Kesim 2 |      | EDF<br>Kesim 3 |      | EDF<br>Kesim 4 |      | EDF<br>Kesim 5 |      | EDF<br>Genel |      |
|---------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|--------------|------|
|         | r              | P    | r              | P    | r              | P    | r              | P    | r              | P    | r            | P    |
| Kesim 1 | -              | -    | 0,92           | 0,00 | 0,41           | 0,17 | 0,58           | 0,04 | 0,71           | 0,01 | 0,93         | 0,00 |
| Kesim 2 | 0,92           | 0,00 | -              | -    | 0,24           | 0,43 | 0,44           | 0,13 | 0,71           | 0,01 | 0,87         | 0,00 |
| Kesim 3 | 0,41           | 0,17 | 0,24           | 0,43 | -              | -    | 0,70           | 0,01 | 0,43           | 0,14 | 0,62         | 0,02 |
| Kesim 4 | 0,58           | 0,04 | 0,44           | 0,13 | 0,70           | 0,01 | -              | -    | 0,52           | 0,07 | 0,78         | 0,00 |
| Kesim 5 | 0,71           | 0,01 | 0,71           | 0,01 | 0,43           | 0,14 | 0,52           | 0,07 | -              | -    | 0,83         | 0,00 |
| Genel   | 0,93           | 0,00 | 0,87           | 0,00 | 0,62           | 0,02 | 0,78           | 0,00 | 0,83           | 0,00 | -            | -    |

EDF'nin kısımları arasındaki ilişkiye bakıldığında, EDF'nin kısımlarının bazılarının kendi aralarında ve genel puan ile aralarında anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. EDF'nin genel sonucu zaten kısımların ortalamaları olduğu için her bir kısım ile genel sonuç arasında anlamlı ilişki olması zaten doğaldır. Ancak, EDF'nin birinci kısmı ile ikinci, dördüncü ve beşinci kısımlarının; ikinci kısmı ile beşinci kısmının; üçüncü kısmı ile dördüncü kısmının arasında da anlamlı ilişkilere rastlanmıştır. Buradan, katılımcıların PDÖ etkinliği sırasındaki unsur ve etmenlerin öğrenmelerine olan etkisi ile etkinlik sırasında yapılan çalışmaların etkisi arasında ve öğretim elemanının tutumu ile etkinliğin kendisine karşı tutum arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Ayrıca, etkinlik sırasında yapılan çalışmaların etkisi ile etkinliğin kendisine karşı olan tutumun; ayrıca küme çalışması sırasındaki duyuşsal etmenlerle öğretim elemanının tutumun arasında da anlamlı ilişki olduğunu görmekteyiz. Ayrıca PDÖ etkinliğinin her bir unsurunun katılımcı üzerindeki diğer bir unsura etkisi olduğu görülmüştür. Yani PDÖ süreci içindeki bileşenler bütün olarak ele alınmalıdır.

Genel olarak katılımcılar, PDÖ etkinliğinin kendilerinin çalışma becerileri, iletişim becerileri, özgüven ve güdülenmeleri gibi duyuşsal becerilerinde artış olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcılar başka konularda da PDÖ yaklaşımının kullanılmasında istekli olmuşlardır.

#### **4.1.4. Küme Arkadaşını Değerlendirme Formu (KADF) ve Öz Değerlendirme Formu'nun (ÖDF) Analizi**

PDÖ sürecinin bitiminde, katılımcılar araştırmacı tarafından geliştirilen beş seçenekli Likert tipi iki anket ile kendilerini ve küme arkadaşlarını değerlendirmişlerdir. Bu formlardan biri (ÖDF) öz değerlendirme amacıyla, diğeri ise (KADF) akran

değerlendirmesi amacıyla kullanılmıştır. Bu formlar hem Likert türdeki bölümlerden hem de açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Akran ve öz değerlendirme için kullanılan formların Likert türdeki önermelerinin sonuçları Tablo 17 ve 18'de verilmiştir.

Tablo 17. Akran ve öz değerlendirme için kullanılan Likert türü ölçeklerin sonuçları

| Değerlendirilen | Küme (Küme Üyeleri)                         | Değerlendiren | Puan Ortalaması | Aralık     |
|-----------------|---------------------------------------------|---------------|-----------------|------------|
| Papatya         | Yeşil Küme<br>(Papatya, Masal, Tanem, Ekin) | Kendisi       | 4,64            | Çok Olumlu |
|                 |                                             | Masal         | 4,50            | Çok Olumlu |
|                 |                                             | Tanem         | 4,86            | Çok Olumlu |
|                 |                                             | Ekin          | 5,00            | Çok Olumlu |
| Masal           | Yeşil Küme<br>(Papatya, Masal, Tanem, Ekin) | Kendisi       | 3,86            | Olumlu     |
|                 |                                             | Papatya       | 5,00            | Çok Olumlu |
|                 |                                             | Tanem         | 2,71            | Yansız     |
|                 |                                             | Ekin          | 4,50            | Çok Olumlu |
| Tanem           | Yeşil Küme<br>(Papatya, Masal, Tanem, Ekin) | Kendisi       | 4,21            | Çok Olumlu |
|                 |                                             | Papatya       | 5,00            | Çok Olumlu |
|                 |                                             | Masal         | 4,57            | Çok Olumlu |
|                 |                                             | Ekin          | 5,00            | Çok Olumlu |
| Ekin            | Yeşil Küme<br>(Papatya, Masal, Tanem, Ekin) | Kendisi       | 4,71            | Çok Olumlu |
|                 |                                             | Papatya       | 5,00            | Çok Olumlu |
|                 |                                             | Masal         | 4,14            | Olumlu     |
|                 |                                             | Tanem         | 4,14            | Olumlu     |
| Hira            | Gök Küme<br>(Hira, Eylül, Bulut)            | Kendisi       | 3,21            | Yansız     |
|                 |                                             | Eylül         | 3,86            | Olumlu     |
|                 |                                             | Kasım         | 3,79            | Olumlu     |
| Eylül           | Gök Küme<br>(Hira, Eylül, Bulut)            | Kendisi       | 4,71            | Çok Olumlu |
|                 |                                             | Hira          | 3,54            | Yansız     |
|                 |                                             | Bulut         | 4,21            | Çok Olumlu |
| Bulut           | Gök Küme<br>(Hira, Eylül, Bulut)            | Kendisi       | 3,50            | Olumlu     |
|                 |                                             | Hira          | 2,07            | Olumsuz    |
|                 |                                             | Eylül         | 3,79            | Olumlu     |

Tablo 18. Akran ve öz değerlendirme için kullanılan Likert türü ölçeklerin sonuçları  
(Devamı)

| Değerlendirilen | Küme (Küme Üyeleri)                | Değerlendiren | Puan Ortalaması | Aralık     |
|-----------------|------------------------------------|---------------|-----------------|------------|
| Kasım           | Kara Küme<br>(Kasım, Nisan, Damla) | Kendisi       | 4,14            | Olumlu     |
|                 |                                    | Nisan         | 4,93            | Çok Olumlu |
|                 |                                    | Damla         | 4,86            | Çok Olumlu |
| Nisan           | Kara Küme<br>(Kasım, Nisan, Damla) | Kendisi       | 4,36            | Çok Olumlu |
|                 |                                    | Kasım         | 4,79            | Çok Olumlu |
|                 |                                    | Damla         | 3,86            | Olumlu     |
| Damla           | Kara Küme<br>(Kasım, Nisan, Damla) | Kendisi       | 3,50            | Olumlu     |
|                 |                                    | Kasım         | 4,79            | Çok Olumlu |
|                 |                                    | Nisan         | 4,50            | Çok Olumlu |
| Cansu           | Sarı Küme<br>(Cansu, Mete, Tuğçe)  | Kendisi       | 3,50            | Olumlu     |
|                 |                                    | Mete          | 4,43            | Çok Olumlu |
|                 |                                    | Tuğçe         | 4,79            | Çok Olumlu |
| Mete            | Sarı Küme<br>(Cansu, Mete, Tuğçe)  | Kendisi       | 4,00            | Olumlu     |
|                 |                                    | Cansu         | 4,29            | Çok Olumlu |
|                 |                                    | Tuğçe         | 4,29            | Çok Olumlu |
| Tuğçe           | Sarı Küme<br>(Cansu, Mete, Tuğçe)  | Kendisi       | 4,21            | Çok Olumlu |
|                 |                                    | Cansu         | 4,36            | Çok Olumlu |
|                 |                                    | Mete          | 4,00            | Olumlu     |

Tablo 17’de verilen sonuçlara göre, birkaç farklılık dışında katılımcıların kendilerinin ve küme arkadaşlarının puan ortalamaları aynı aralığa düşmektedir. Bu durum, katılımcıların çalışma sırasındaki kendi performanslarını nasıl gördüğü ile arkadaşlarının onu nasıl gördüğü arasında bir uyum olduğunu göstermektedir. Yani katılımcılar, kendilerini değerlendirirken arkadaşlarının değerlendirmeleriyle tutarlılık göstermişlerdir.

Katılımcılardan Masal, Tanem tarafından "Yansız" aralığında değerlendirilmiştir. Ayrıca Hira da kendisini ve küme arkadaşlarından Eylül’ü " Yansız" aralığında, Bulut’u ise "Olumsuz" aralıkta değerlendirmiştir. Bunların dışındaki tüm

değerlendirmeler "Olumlu" veya "Çok Olumlu" aralıklardadır. Bu durumda Hira'nın kümesine uyum sağlamada diğer katılımcılara göre güçlük çektiği düşünülebilir.

KADF ve ÖDF, açık uçlu sorular da içermektedir. ÖDF'de sekiz, KADF'de ise dört açık uçlu soru bulunmaktadır. KADF'de bulunan tüm sorular ÖDF'de de bulunmakta, ayrıca dört soru daha bulunmaktadır. Bu sorular katılımcının çalışma boyunca yaptıkları konusunda bilgiler isteyen niteliktedir. Örneğin ÖDF'de bulunan "Bu çalışmada neler yaptım?" sorusu ile KADF'de bulunan "Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?" sorularına verilen cevaplar birlikte değerlendirilmiştir. Değerlendirilen katılımcı için kendisinin ve küme arkadaşlarının kendisi için soruya verdiği cevaplar birlikte ele alınmıştır. KADF ve ÖDF'nin açık uçlu bölümlerinde sorulan sorulara verilen cevapların tümü Ek F5'te birlikte verilmiştir. Örneğin söz konusu soru için Ekin'in değerlendirildiği veriler şöyledir:

- Ekin (Kendisi, ÖDF'den): Bana düşen görevleri yerine getirdim. Sorumluluklarımı yerine getirdim. Isı yalıtımı ile ilgili araştırma yaptım. Enerji çeşitlerini araştırdım.
  - Papatya (KADF'den): Otelin ulaşımını, rüzgar enerjisini nasıl kullanabileceğimizi, yerden ısıtma sistemini güzel bir şekilde araştırdı. İlk Erciyes Dağı hakkında bilgileri o getirmişti. Ve bu da bize cesaret vermişti, böylece daha bir zevkle çalıştık.
  - Masal (KADF'den): Arkadaşımız bu çalışmada her konuda yardım etmeye çalıştı. Elektronik aletlerden bilgi alma, araştırma vb işleri bizimle paylaştı.
  - Tanem (KADF'den): Problem hakkında araştırma. Oturumlarda fikir alışverişi. Sorumluluklarını yerine getirdi.
- (Yazım yanlışları katılımcılara aittir, herhangi bir düzeltme yapılmamıştır.)

Formlardan ÖDF'de bulunan "Bu çalışmada neler yaptım?" sorusu ile KADF'de bulunan "Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?" sorularına verilen cevaplardan, Ekin'in küme içinde kendisine verilen görevleri yerine getirdiği hem kendisi hem de küme arkadaşları tarafından belirtilmektedir. Küme içinde daha çok bilgi kaynaklarından yapılan araştırma görevini yürüttüğü yine ortak görüştür. Ayrıca Papatya, Ekin'in küme

içindeki güdülenmeyi arttırıcı bir etkisinden bahsetmektedir. Bu durumda Ekin'in küme içinde sorumluluklarını yerine getiren, kümeye, daha çok veri kaynaklarından araştırma yaparak, bilgi toplayarak katkıda bulunan ve küme içindeki güdülenmede etkisi olan bir küme üyesi olduğu düşünülebilir.

Yukarıda verilen örnekte olduğu gibi tüm katılımcıların her bir açık uçlu soru için, hem kendisinin ÖDF aracılığıyla, hem de küme arkadaşlarının her birinin KADF aracılığıyla vermiş oldukları cevaplar incelenmiştir. Buna göre her katılımcı için değerlendirmeler sırasıyla verilmiştir.

Yeşil Küme'yi oluşturan Papatya, Masal, Tanem ve Ekin'in PDÖ süreci boyunca kendi yaptıkları çalışmaları değerlendirmeleri ve küme arkadaşları ile ilgili gözlemleri sonucu birbirlerini değerlendirmeleri alınmıştır. Bu değerlendirmeler Ek F5'te verilmektedir. Bu değerlendirmelere ilişkin yorumlar aşağıda verilmiştir.

Papatya, kendisi küme içinde uzman kişilerle görüşme görevini üstlendiğini, kümenin güdülenmesinde etkili olduğunu, yeni kişilerle tanıştığını, küme çalışması ve iletişim konusunda kendini geliştirdiğini, hayal gücünü etkin bir biçimde kullanma olanağı bulduğunu, araştırmalarını kağıda dökmeyi öğrendiğini ancak araştırma ve uzmanlarla görüşme konusunda güçlükler yaşadığını belirtmektedir. Küme arkadaşları ise Papatya'nın kendilerine yardımcı olduğu ve sorumluluklarını yerine getirdiğini, hem oturumlarda hem de sunumda etkin olarak yer aldığını belirtmişlerdir. Papatya'nın kendisi ile ilgili değerlendirmeleri ve küme arkadaşlarının değerlendirmeleri genelde tutarlıdır.

Masal, kendisi küme içinde araştırma yapma görevini üstlendiğini, ısı yalıtımını öğrendiğini, çalışmaya ilişkin belgeleri toplayarak koruduğunu belirtmiştir. Ayrıca PDÖ

etkinliği sonunda veri toplamak amacıyla katılımcılardan yazılı olarak alınan belgelerin kendisine göre çok olduğunu düşünmektedir. Küme arkadaşları ise, Masal'ın sorumluluklarını yerine getirdiğini, küme içi tartışmalarda ilginç düşünceler ileri sürdüğünü, kümenin güdülenmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca küme arkadaşları, Masal için görevlerini aksatması, yeterince hızlı olmaması, kimi zaman konu dışına çıkması, oturumlara devamı ve çalışmaya hakimiyette güçlük çekmesi gibi konularda eleştiriler getirmişlerdir. Masal'ın küme arkadaşları tarafından Likert önermelerde de görelili olarak daha düşük ortalama puan almasının nedeni bu eleştiriler olabilir.

Tanem, kendisi küme içinde yazılı anlatım, araştırmaları ve oturumları değerlendirme, eşgüdüm sağlama, araştırma, yeni düşünceler üretme gibi görevler üstlendiğini belirtmiştir. Isı ve sıcaklık ile ilgili duraksamalarının ortadan kalktığını ve her zaman tüketici olmak yerine üretici de olunabileceğini gördüğünü belirtmiştir. Küme arkadaşları da Tanem'in özellikle eşgüdüm ve araştırma ile ilgili görevlerine vurgu yapmışlardır. Tanem'in küme arkadaşlarına görev paylaşımı yapmakta etkili olduğu, bir çeşit önderlik yaptığı söylenebilir.

Ekin, kendisi küme içinde araştırma görevini üstlendiğini belirtmiştir. Isı yalıtımı, ısı ve sıcaklık kavramlarını, enerji çeşitlerini öğrendiğini; etkinliğin beklentilerinin üzerinde bir etkinlik olduğunu belirtmiştir. Küme arkadaşları ise, kümenin güdülenmesi konusunda araştırmalarıyla ilk adım atanın Ekin olduğunu, sorumluluklarını yerine getirdiğini, sunum başarımı, gereç eldesi gibi konularda etkili olduğunu, düşüncelerinin çalışmayı etkilediğini belirtmişlerdir. Ekin ile ilgili olarak arkadaşları ve kendisi oturumlara yetişmekte güçlük çektiği yönünde bir eleştiri getirmişlerdir.

Sarı Küme'yi oluşturan Mete, Tuğçe ve Cansu'nun PDÖ süreci boyunca kendi yaptıkları çalışmaları değerlendirmeleri ve küme arkadaşları ile ilgili gözlemleri sonucu birbirlerini değerlendirmeleri alınmıştır. Bu değerlendirmeler Ek F5'te verilmektedir. Bu değerlendirmelere ilişkin yorumlar aşağıda verilmiştir.

Cansu, süreç sırasında kendi bilgilerini gözden geçirme olanağı bulduğunu, küme çalışması sırasında sorumluluk alma konusunda kendini denediğini, küme içinde bilgilerin sentezi ve çözüm önerisi getirme konularında etkili olduğunu, ancak bulguları kağıda dökmekte güçlük çektiğini dile getirmiştir. Küme arkadaşları ise, Cansu'nun küme içinde araştırma görevine ve daha çok da toparlayıcı, çalışmaları yönlendirici olma konusunda önderlik etmesine vurgu yapmışlardır. Ayrıca kümenin güdülenmesini arttırmaya çalışmasından söz etmelerine karşın, bazen kendi güdülenmesinin de düştüğünü dile getirmişlerdir. Küme üzerinde bazen baskıya varan davranışlarda bulunduğu da eleştiri olarak göze çarpmaktadır. Cansu'nun, kümede önderlik görevini üstlendiği söylenebilir.

Mete, kendisini sorumluluklarını yerine getirmekte başarısız olarak değerlendirmektedir. Ancak yorumlama ve olasılıklar ortaya atma konusunda kümeye katkısının olduğunu belirtmektedir. Düzenli ve planlı çalışmanın önemini kavradığını söyleyen Mete, süreç boyunca elinden gelenin en iyisini yaptığını belirtmiştir. Küme arkadaşları ise, Mete'nin küme tartışmalarında ve yeni düşünceler ortaya çıkarma konusunda etkin olduğunu, bir takım bilgilerini paylaştığını belirtmişlerdir. Ancak Mete'nin konuya uyum sağlamak, odaklanma ve küme çalışmalarına katılım konusunda sıkıntılar çektiği konusunda eleştiriler getirmişlerdir.

Tuğçe, küme içinde araştırma, tartışma, düzenli olarak verileri saklama, öneri getirme konularında etkili olduğunu dile getirmiştir. Araştırma sırasında bazı bilgilere

ulaşmada sıkıntı çektiğini ve araç-gereç kullanımı konusunda eksiklik yaşadığını belirtmiştir. Küme arkadaşları ise, Tuğçe'nin elde edilen bilgilerin düzenli olarak kaydını tuttuğunu, değişik düşünceler ortaya atarak, sorular sorarak çalışmaya yön verdiğini belirtmişlerdir.

Gök Küme'yi oluşturan Hira, Eylül ve Bulut'un PDÖ süreci boyunca kendi yaptıkları çalışmaları değerlendirmeleri ve küme arkadaşları ile ilgili gözlemleri sonucu birbirlerini değerlendirmeleri alınmıştır. Bu değerlendirmeler Ek F5'te verilmektedir. Bu değerlendirmelere ilişkin yorumlar aşağıda verilmiştir.

Hira, küme içinde sıklıkla araştırma görevinde bulunduğunu, fikir ortaya attığını ve yazmanlık yaptığını; bilgiye ulaşmakta güçlük çektiğini, eğer tekrar etme olanağı olursa örgütleme ve görev paylaşımında daha etkili olacağını, daha çok araştırma yaparak sunum niteliğini arttıracağını belirtmiştir. Çalışma sonrasında kavramlara daha iyi hakim olduğunu belirtmiştir. Küme arkadaşları ise, Hira'nın yazmanlık, araştırma ve yeni düşünceler sunma katkılarının yanı sıra hipotezleri sınamak için deneyler yaptığını belirtmişlerdir. Ancak bu deneylerde güçlük çektiğini de eklemişlerdir.

Eylül, kümede uzman kişilerle görüşme ve araştırma yapma görevlerini yerine getirdiğini dile getirmiştir. Arkadaşları da Eylül'ün küme içindeki görevlerinde aynı düşüncededirler. Eylül, küme olarak çalışma yapmayı, konu ile ilgili bazı bilgileri ve bunları sentezlemeyi öğrendiğini belirtmiştir. Hira, Eylül'ün küme içinde yeterli çaba göstermediğini düşünmesine karşın küme arkadaşı Bulut ve kendisi aynı görüşte değildir. Ancak uzman kişilere ulaşmakta güçlük çektiğini belirtmektedir. Küme çalışması olarak iyi performans sergilediklerini ancak sunumunu yeterince iyi yapamadıklarını düşünmektedir.

Bulut ise kümede araştırma görevini üstlenmiştir. Bu sırada kavramsal bilgi ve enerji eldesi ileyalıtım konularında bilgi edindiğini belirtmektedir. Kendisi küme ile edindiği bilgileri paylaştığını belirtmesine ve Eylül de bilgilerin sentezinde Bulut'un etkisinden söz etmesine karşın, Hira Bulut'un çalışmalarını dağınık ve sorumluluktan uzak bulduğunu düşünmektedir. Bulut'un karar verme, araştırma yapma ve uzman bulmada güçlük çektiği görüşü arkadaşlarınca belirtilmiştir.

Hira'nın küme arkadaşlarını sert biçimde eleştirmesi, küme içerisinde yeterince mutlu olmadığının belirtisi olabilir. Ayrıca küme içinde önderlik görevini üstlenen biri olamadığı söylenebilir. Hira'nın kimi zaman önderlik görevi üstlenmeye çalıştığı, ancak başarılı olamadığı da araştırmacının edindiği izlenimdir. Bunda Hira'nın hırslı bir yaklaşım içinde olması ve önderlik etme isteği, ancak arkadaşlarının buna yanaşmaması etken olabilir.

Kara Küme'yi oluşturan Kasım, Nisan ve Damla'nın PDÖ süreci boyunca kendi yaptıkları çalışmaları değerlendirmeleri ve küme arkadaşları ile ilgili gözlemleri sonucu birbirlerini değerlendirmeleri alınmıştır. Bu değerlendirmeler Ek F5'te verilmektedir. Bu değerlendirmelere ilişkin yorumlar aşağıda verilmiştir.

Kasım'ın araştırmada, uzmanlarla görüşme ve yeni düşünceler üretme konusunda katkılar sağladığını küme arkadaşları tarafından belirtilmiştir. Görevlerini yerine getirmede başarılı olduğu ve küme içinde görev paylaşımında da yardımcı olduğu da eklenmiştir. Ayrıca arkadaşları ve kendisi de planlama ve bilgileri sentezleme konusunda da başarılı olduğunu düşünmektedir. Kasım etkinlik boyunca temel kavramlar ve enerji kaynakları ile ilgili olarak yeni şeyler öğrendiğini belirtmiştir. Arkadaşları Kasım'ın diğer arkadaşları gibi karar vermede güçlük çektiğini

düşünmektedir. Kendisi ise araştırma yapmakta güçlük çektiğini söylemektedir. Ayrıca beklediğinden daha karmaşık bir etkinlik olduğunu da eklemiştir.

Nisan, küme içinde yazmanlık görevini yerine getirmiş, aynı zamanda görev paylaşımı ve araştırma gibi görevleri üstlenmiştir. Kümede görel olarak önderlik görevini üstlendiği görülen Nisan, araştırmalardan elde edilen bilgileri sentezlemede, yeni düşünce üretmede ve güdülenmede etkili olmuştur. Kendisi etkinlikler sırasında enerji kaynaklarını kullanma konusunda bilinçlendiğini dile getirmiştir. Düşünce ayrılıkları yaşandığında, bilgileri not etme sırasında ve araştırma aşamasında bir takım güçlükler yaşadığı da anlaşılmaktadır.

Damla, kümede araştırma ve bilgileri sentezleme konularında katkıda bulunmuştur. Arkadaşları görevlerini yerine getirmede başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Nisan, Damla'nın güdülenmede de etkili olduğunu belirtmiştir. Damla, etkinliklerden yalıtım ve enerji kaynakları konularında yeni bilgiler edindiğini söylemiştir. Ancak zaman sıkıntısı yaşadığını da eklemiştir. Yani etkinliğin diğer derslerle birlikte kendisine ağır geldiğini düşünmektedir. Küme içindeki görevleri gereği ve doğrudan ısı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramlarla ilgilenemediğini düşünmektedir. Damla küme içinde kendisine verilen görevleri yerine getirse de, küme arkadaşlarına göre daha az istekli olduğu söylenebilir.

Genel olarak değerlendirmelere ve katılımcıların söylemlerine bakıldığında, süreç boyunca güdülenme, küme çalışmasının gerektirdiği iletişim becerileri gibi konularda çok sorun yaşanmadığı görülmektedir. Ancak katılımcıların araştırma yapma becerilerinin gelişmemiş olduğu, bu konuda zorlandıkları da söylenebilir. En sık dile getirilen sorun budur. Ayrıca planlama konusunda da bir takım sıkıntılar yaşandığı görülmektedir. Küme çalışmalarını planlama, iş bölümü gibi konularda bir takım

güçlükler yaşanmasının yanı sıra; problemin bölümlere ayrılarak aşama aşama çözüme ulaşmak yerine, doğrudan ve temel oluşturacak bilgileri edinmeden genel çözüme ulaşma isteği kimi zaman sürecin gidişini olumsuz etkilemiştir. Bu gibi durumlarda araştırmacı gerekli uyarıları ve yönlendirmeleri yaparak çalışmanın gidişine yön vermiştir.

#### **4.2. Kavramsal Yapı ile İlgili Bulgular ve Değerlendirilmesi**

Bu bölümde, katılımcıların ısı ve sıcaklığa ilişkin kavramları ve kavramlar arası ilişkileri içeren süreçleri algılama biçimlerinin PDÖ süreci boyunca nasıl değiştiği betimlenmiştir. Bunun için katılımcılara uygulanan kavramsal ölçekten elde edilen ön test ve son test verilerinin nicel olarak incelenmesi, PDÖ oturum formlarından elde edilen verilerin betimsel analizleri ve katılımcılardan biriyle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerin içerik analizi yapılarak gömülü kuram yardımıyla analizlerinden yararlanılmıştır. Daha sonra bu veri kaynaklarından elde edilen bulgular bütüncül olarak değerlendirilmiştir.

##### **4.2.1. ISKÖ'den Elde Edilen Verilerin Analizi**

Bu kısımda ISKÖ'den elde edilen veriler iki başlık halinde incelenmiştir. Öncelikle ön test ve son test verileri karşılaştırılarak tüm katılımcılara ilişkin genel bulgulara değinilmiştir. Daha sonra ise derinlemesine analiz için seçilen Ekin adlı katılımcının ön test ve son test verileri bireysel olarak ele alınmıştır.

##### **4.2.1.1. ISKÖ için Ön Test ve Son Test Verilerinin Genel Karşılaştırması**

Araştırmaya katılan öğrencilerin o anda var olan kavramsal yapısını, nicel olarak ortaya koymak amacıyla araştırmacının geliştirdiği çoktan seçmeli kavram ölçeği

(ISKÖ) kullanılmıştır. Bu ölçek, etkinlik öncesi “ön test” olarak; PDÖ etkinliği sonrası ise, “son test” olarak uygulanmıştır. Ön test ve son test arasında yaklaşık beş hafta, tam olarak ise 37 günlük zaman aralığı vardır. Katılımcıların beş seçenekli sorulardan kendilerine en doğru gelen bir seçeneği cevap formuna işaretlemeleri istenmiştir. Değerlendirme yapılırken her doğru cevap için “1” puan verilmiş, her yanlış cevap için ise “0” puan verilmiştir. Boş bırakılan sorular göz önüne alınmamıştır. Ön test ve son test için tanımlayıcı istatistiksel analizler yapılmıştır. Ön teste ve son teste ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analizler Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Ön test ve son teste ilişkin tanımlayıcı istatistiksel analizler

| Değer          | Ön Test | Son Test |
|----------------|---------|----------|
| Öğrenci Sayısı | 13      | 13       |
| En Düşük Puan  | 14      | 15       |
| En Yüksek Puan | 26      | 32       |
| Ortalama Puan  | 18,77   | 22,92    |
| Standart Hata  | 0,86    | 1,58     |
| Standart Sapma | 3,11    | 5,71     |
| Varyans        | 9,69    | 32,58    |
| Çarpıklık      | 0,92    | -0,08    |
| Basıklık       | 1,64    | -1,20    |

Tablo 19’da verilen ön test ve son test değerlerine göre, öğrencilerin son testteki ortalama puanlarının daha yüksek oluşu son testte daha başarılı olduklarını göstermektedir. Ancak son testin varyansının daha yüksek olması, puanlardaki dalgalanmanın daha fazla olduğunu göstermektedir. Zaten en yüksek ve en düşük puanlar arası fark olan değişim aralığı da son testte daha fazladır.

Her bir katılımcılar için ön test ve son test puanları karşılaştırmıştır. Ön testten aldıkları puanlar ve son testten aldıkları puanlar, Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Katılımcıların ön test ve son test puanları

| <b>Katılımcı</b> | <b>Ön Test</b> | <b>Son Test</b> |
|------------------|----------------|-----------------|
| Papatya          | 17             | 16              |
| Cansu            | 20             | 18              |
| Hira             | 19             | 26              |
| Eylül            | 14             | 21              |
| Kasım            | 18             | 25              |
| Masal            | 18             | 15              |
| Nisan            | 15             | 15              |
| Mete             | 19             | 32              |
| Damla            | 23             | 25              |
| Bulut            | 19             | 28              |
| Tuğçe            | 19             | 21              |
| Tanem            | 17             | 26              |
| Ekin             | 26             | 30              |
| Ortalamalar:     | 18,77          | 22,92           |

Tablo 20’ye bakıldığında, katılımcılardan üçünün (Papatya, Cansu, Masal) son testten aldığı puanın ön testten aldığı puandan düşük olduğu; birinin (Nisan) ön test ve son test puanlarının eşit olduğu ve geri kalan dokuzunun ise son testten aldıkları puanların ön testten aldıkları puanlardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Genele baktığımızda ise, katılımcıların tümünün ortalama puanının son testte daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, genel olarak kavramsal testte daha yüksek puanlar alındığını, yani kavramsal açıdan olumlu bir gelişme olduğunu göstermektedir.

#### 4.2.1.2. ISKÖ Verilerinin Ekin için Bireysel Analizi

ISKÖ yardımıyla ön test ve son testlerden elde edilen verilerin genel istatistiksel yöntemler çerçevesinde analizi ile araştırmaya katılan katılımcılar için genel olarak kavramsal yapılarında anlamlı ve olumlu bir fark olduğu belirlenmiştir.

Bu aşamada, daha derinlemesine veri elde edilmesi için seçilen, Ekin adlı katılımcıya ilişkin ön test ve son test verileri soru temelinde kavramsal olarak incelenmiştir. Ekin, ön testteki 37 sorudan 26'sına, son testte ise 30'una doğru cevap vermiştir. Kavramsal nitelikteki ISKÖ soruları göz önüne alındığında, Ekin'in kazanımlar temelinde verdiği cevapları incelemek yararlı olacaktır. Ekin'in ön test ve son testte verdiği cevapların kazanımlara göre dağılımı Tablo 21'de görülmektedir.

Tablo 21. Ekin'in ön test ve son test cevaplarının kazanımlara göre dağılımı

| Kazanım | Ölçek Soruları | Ön Testteki Doğru Oranı (%) | Son Testteki Doğru Oranı (%) | Değişim |
|---------|----------------|-----------------------------|------------------------------|---------|
| 1.1     | 1, 2, 3        | 33.33                       | 66.67                        | Olumlu  |
| 1.2     | 4, 5           | 50.00                       | 50.00                        | Yok     |
| 1.3     | 6, 7, 8, 9     | 75.00                       | 100.00                       | Olumlu  |
| 2.1     | 10, 11, 12     | 100.00                      | 100.00                       | Yok     |
| 2.2     | 13, 14, 15     | 100.00                      | 100.00                       | Yok     |
| 2.3     | 16             | 0.00                        | 100.00                       | Olumlu  |
| 2.4     | 17             | 100.00                      | 100.00                       | Yok     |
| 2.5     | 18             | 0.00                        | 0.00                         | Yok     |
| 2.6     | 19             | 100.00                      | 100.00                       | Yok     |
| 3.1     | 20, 21, 22     | 100.00                      | 100.00                       | Yok     |
| 3.2     | 23, 24, 25, 26 | 50.00                       | 50.00                        | Yok     |
| 3.3     | 27, 28         | 50.00                       | 100.00                       | Olumlu  |
| 4.1     | 29, 30, 31, 32 | 50.00                       | 50.00                        | Yok     |
| 4.2     | 33, 34         | 100.00                      | 100.00                       | Yok     |
| 4.3     | 35, 36, 37     | 100.00                      | 66.67                        | Olumsuz |

Kazanımlar temelinde ön test ve son teste verilen cevaplardaki değişime bakıldığında kazanımlardan dördünde olumlu ve birinde olumsuz değişim görülmektedir. Diğer kazanımlarda ise bir değişim olmamıştır. Yalnızca basıncın hal değiştirmeye etkisini konu eden kazanımda olumsuz bir değişim görülmektedir.

Ekin'in ön testteki sorulara verilen cevaplardan, son testte ayrı olarak cevaplananları incelenmiştir. Bu ayrı olanların analizinden elde edilen bulgular daha sonra Ekin ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşme verilerinden elde edilen bulgularla birlikte değerlendirilmek üzere kullanılmıştır.

Ekin'in ön test ve son test verileri incelendiğinde, dokuz soruya farklı cevap verdiği görülmüştür. Bu sorulara verilen cevapları ve soruların kazanımlara göre dağılımı Tablo 22'de görülmektedir.

Tablo 22. Ekin'in cevabını değiştirdiği sorular ve kazanımlara göre dağılımı

| Soru | Ön Test Cevabı | Son Test Cevabı | Doğru Cevap | Değişim | Kazanım |
|------|----------------|-----------------|-------------|---------|---------|
| 3    | E              | A               | A           | Olumlu  | 1.1     |
| 4    | A              | C               | C           | Olumlu  | 1.2     |
| 5    | B              | C               | B           | Olumsuz | 1.2     |
| 8    | A              | D               | D           | Olumlu  | 1.3     |
| 16   | D              | A               | A           | Olumlu  | 2.3     |
| 18   | E              | B               | D           | Etkisiz | 2.5     |
| 28   | A              | C               | C           | Olumlu  | 3.3     |
| 30   | C              | B               | B           | Olumlu  | 4.1     |
| 35   | B              | A               | B           | Olumsuz | 4.3     |

Tablo 22'den de görüldüğü gibi, Ekin ön testte verdiği cevaplardan dokuzunu değiştirmiş ve son testte bu sorulardan altısını doğru cevaplamıştır. Bunlar olumlu değişim olarak adlandırılmıştır. Ön testte doğru cevapladığı halde son testte yanlış cevapladığı soru sayısı ikidir. Bu değişim ise olumsuz değişim olarak adlandırılmıştır. Ekin'in cevabını değiştirdiği halde hem ön testte hem de son testte yanlış cevapladığı bir soru bulunmaktadır. Bu soruda değişim etkisiz olarak adlandırılmıştır.

Ekin, uygulanan son testte kazanımların ilk bölümü olan “Isı, Sıcaklık ve İç Enerji Kavramları” ile ilgili kazanımlara yönelik sorulardan dördünün cevabını

değiştirmiştir. Bunlardan biri olumsuz değişim gösterirken, diğer üçü olumlu değişim göstermiştir.

Olumlu değişimin görüldüğü 3, 4 ve 8. sorular incelendiğinde, 3. ve 4. soruların ısı ve sıcaklık kavramlarının birbirine karıştırılması ve günlük yaşamda kullanılması ile ilgili sorular olduğu görülmektedir. Bu iki soruya da son testte doğru cevap vermiş olması, Ekin'in ısı ve sıcaklık kavramlarının kullanımı ve ayırımına varma konusunda olumlu bir değişim gösterdiğini gösterebilir. Testte yer alan 8. soru ise ısı aktarımı ile ilgilidir. Burada da olumlu bir değişim söz konusudur.

Olumsuz değişim gösteren 5. sorunun metni şöyledir: “Yalıtılmış bir ortamda özdeş sıcak bir tuğla ile soğuk bir tuğla bitişik bir şekilde konulduğunda aşağıdakilerden hangisi ne olacağını doğru olarak açıklamaz?” Ekin bu soruya son testte C seçeneği olan “Sıcak cismin enerjisi düşer, soğuk cismin enerjisi artar” şeklinde cevap vermiştir. Doğru bir açıklama olan bu önermenin yanlış olduğunu düşünmüştür. Oysa ön testte B seçeneği olan “Sıcaklık, sıcak cisimden soğuk cisme akar” cevabını işaretlemişti. Bu durumda, bu cevabın son testin uygulandığı sırada doğru bir açıklama olduğunu düşünmektedir. Ekin'in, sıcaklığın enerji ile ilişkilendirilmesi konusunda ve ısı ile sıcaklık kavramlarını ayırt etme konusunda ilk duruma göre olumsuz bir gelişme gösterdiği düşünülebilir.

Ekin, uygulanan son testte kazanımların ikinci bölümü olan “Isının Aktarımı ve Yalıtımı” ile ilgili kazanımlara yönelik sorulardan ikisinin cevabını değiştirmiştir. Bunlardan biri olumlu değişim gösterirken, diğeri etkisiz değişim göstermiştir.

Olumlu değişim gösteren 16. soruya verilen cevap, iletim yolu ile ısı aktarımının bağlı olduğu etmenler ile ilgilidir. Bu durumda Ekin'in birbirine değmekte olan

tanecikler arasındaki ısı aktarımı ile ilgili kavramlarında olumlu bir değişim olduğu söylenebilir.

Ekin, 18. soruya ön testte de son testte de yanlış cevap vermiştir. Bu soru, ısıyım yolu ile ısı aktarımı ile ilgilidir. Buradan, Ekin'in ısıyım yolu ile ısı aktarımı ile ilgili kavramsal yapısında olumlu ya da olumsuz bir değişim gözlenmediği söylenebilir. Ancak bir değişim gerçekleşmiştir. Çünkü verilen cevap değişmiştir. Verilen cevaplara bakıldığında, son testte, ön testten farklı olarak, ısı (termal) ısıya yapan bir maddenin ısımasının dalga boyunun maddenin yüzeyinin yapısına bağlı olmadığını düşündüğü görülmektedir. Bu da aslında Ekin'in düşüncelerinde olumlu yönde bir değişim olduğu anlamını taşımaktadır. Çünkü bu düşünce doğrudur ve ön test sırasında var olan “ısı ısımanın maddenin yapısına bağlı olduğu” yanılığı son test sırasında görülmemektedir.

Ekin, uygulanan son testte kazanımların üçüncü bölümü olan “Genleşme” ile ilgili kazanımlara yönelik sorulardan birinin cevabını değiştirmiştir. Olumlu yöndeki bu değişim, 28. soruda gerçekleşmiştir. Bu soru gündelik yaşamda genleşme ile ilgili olarak karşılaşılan örnekler ile ilgilidir. Bu durumda Ekin'in genleşmeye ilişkin günlük yaşama yönelik deneyimlerinin arttığı düşünülebilir.

Ekin, uygulanan son testte kazanımların dördüncü bölümü olan “Hal Değiştirme” ile ilgili kazanımlara yönelik sorulardan ikisinin cevabını değiştirmiştir. Bunlardan biri olumlu değişim gösterirken, diğeri olumsuz değişim göstermiştir. Olumlu değişim gösteren 30. soru, hal değişimi sırasında sıcaklığın zaman göre değişimi ile ilgilidir. Ekin, ön test sırasında hal değişimi olurken sıcaklığı değiştiğini düşünürken, son test sırasında değişmeden kaldığını düşünmektedir. Olumsuz değişimin gerçekleştiği 35. soru ise, basıncın kaynamaya etkisi ile ilgilidir. Ekin hem ön testte hem de son testte basınç değiştirildiğinde kaynama noktasının değişeceğini

düşünmektedir. Ancak ön testte değişimi doğru ifade eden seçeneği işaretlemiş iken, son testte yanlış ifade eden seçeneği işaretlemiştir.

#### **4.2.2. Ekin'in İçinde Olduğu Kümenin PDÖ Oturum Formlarının ve Diğer Belgelerinin Betimsel Analizi**

Katılımcılar, beş hafta boyunca toplamda altı oturum gerçekleştirmişlerdir. Bunlara sırasıyla Problemin Analizi Oturumu (PO), Birinci Alt Problem Oturumu (A1), İkinci Alt Problem Oturumu (A2), Üçüncü Alt Problem Oturumu (A3), Dördüncü Alt Problem Oturumu (A4), Çözüm ve Sunum Oturumları (SO) adları verilmiştir. Bu oturumlar boyunca katılımcılar kümeler halinde çalışmalarını not etmiş ve kendilerine daha önceden verilen oturum formlarına kaydetmişlerdir. Ayrıca araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgileri de gerek bilgisayar çıktısı gerekse el yazısı ile aldıkları notlar ve çizimler biçiminde kayıt altına almışlardır. Bu belgeler çalışma sonunda araştırmacı tarafından toplanmış ve betimsel olarak incelenmiştir. Ayrıca formların boş halleri Ek H1-H5'te verilmiştir.

Ekin'in görüşlerini ve görüşlerindeki değişimleri incelerken, süreç boyunca küme çalışmaları sırasında neler yaptığı ve kümesinde ne tür çalışmalar gerçekleştirildiğinin bilinmesi PDÖ sürecinin Ekin'in görüşlerine ne biçimde etki ettiğini anlamak açısından yararlı olacaktır. Bu amaçla katılımcılardan alınan belgelerden, Ekin'in içinde bulunduğu Yeşil Kümenin belgeleri incelenmiş ve özellikle Ekin'in görüşlerine ve çalışmalarına yönelik bulgulara öncelik verilmiştir. Ancak belgeler daha çok problemin çözümüne yönelik bilgiler içermektedir. Yani daha çok problemde kendilerinden istenen otel yapım önerilerinin değerlendirilmesi, planlanması gibi bilgiler içermekte ayrıca katılımcıların araştırma notları da genelde bu yönde biçimlenmektedir. Amaç, kümenin oteli nasıl tasarladığını anlamak değil, çalışma

sırasında katılımcıların ısı ve sıcaklık ile ilgili hangi bilgilere eriştiklerini, bunları nasıl yorumlayıp uyguladıklarını, bilgileri problem çözerken nasıl kullandıkları ve Ekin'in görüşlerinin bu süreçten nasıl etkilendiğini ortaya koymaktır. Bu nedenle belgeler, katılımcıların bir oturumdan diğerine neleri araştırıp ne sonuçlar elde ettikleri, neler öğrendikleri çerçevesinde betimsel olarak incelenmiştir. Yani sadece ısı ve sıcaklık ile ilgili elde ettikleri kavramsal bilgiler ve genel gidiş örneklerle yorumlanarak verilmiştir.

#### **4.2.2.1. Problemin Analizi Oturumu Belgeleri ve Değerlendirilmesi**

Bu oturum genel olarak kümenin problemi anlaması ve planlaması amacını taşımaktadır. Bu nedenle belgeler de kavramsal bulgulardan çok planlama ile ilgilidir.

Bu aşamada Yeşil Küme, problemi belirlemiştir. Ardından alt problemleri beyin fırtınası tekniğini kullanarak saptamıştır. Beyin fırtınası sırasında sınırlılıkları da ortaya koymuşlardır. Aynı beyin fırtınası, öğrenilmesi, araştırılması ve bilinmesi gereken kavram ve etmenlerin neler olduğunu belirlemelerinde de etkili olmuştur. Daha sonra küme üyeleri aralarında bu gerekliliklerin araştırılması için görev paylaşımı yapmıştır.

Katılımcılar, kendilerinden istendiği gibi alt problemlerinin sayısını dört ile sınırlandırmışlardır. Belirledikleri alt problemler şöyledir:

- a. Isınma sistemi için ne tür kaynaklar kullanmalıyız?
- b. Otelin coğrafi konumuna göre nasıl bir sistem kurmalıyız?
- c. Oteldeki mevcut olan ısıyı korumak için nasıl bir yalıtım sistemi kurmalıyız?
- d. Otelde kurulacak olan sauna, kapalı havuz, hamam gibi dinlenme ve eğlence sistemleri için nasıl ayrı ayrı ısınma sistemleri oluşturabiliriz?

Katılımcılarca belirlenen alt problemlerin odak noktası enerji elde edilmesi ve verimli olarak kullanılmasını kapsamaktadır. Alt problemleri ve problemle ilgili öğrenilmesi gerekenleri belirlemek için beyin fırtınası tekniğini kullanmışlardır. Yapılan beyin fırtınası ile ilgili olarak alınan notlardan bir kesit Şekil 3'te görülmektedir.

Şekil 3. PO sırasındaki Beyin Fırtınası Formundan bir kesit

| Ortaya Atılan Görüşler ve Fikirler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Erziyes Dağı, nerde, nasıl bir bölgede?</p> <p>Havalandırma, tavanlarda buhar, sıcak hava nasıl sepiyor?</p> <p>Otele bir kaplıca nasıl yapılır?</p> <p>Yaz ayları için buz pistleri yapmalıyız.</p> <p>Babamın (papatyamın babası) düzenini otele yapmında kullanabiliriz.</p> <p>Tüneldeki enerji kaynakları?</p> <p>Maddi durumumuz nasıl?</p> <p>Sponsor arıyorduk otelimiz için.</p> <p>Otele yapacak paraya var mı?</p> <p>Erziyes Dağı, volkanik dağ mı? Ne zaman patlayacaktır?</p> <p>Isınmak için bir sistem...</p> <p>Otelin elektrigi için bir sistem...</p> <p>Otelin su ihtiyacı için bir sistem...</p> <p>Otelin ulaşımı için bir sistem...</p> <p>Erziyes Dağında günlük ortalama sıcaklık kaç derece?</p> <p>Kaç saat güneş vardır? Güneş ışınları nasıl ağıyla yeryüzüne inmektedir?</p> <p>Açıkta kalırsa... :)))</p> <p>İnşaat mühendisleriyle konuşmalıyız? Hangi malzemelerle oteli inşa etmeliyiz.</p> <p>Otel kuracağız.</p> <p>Depo Solar (Güneş Sistemleri)</p> <p>Erziyes Dağında kaç tane otel var? Nasıl kurulmuşlar?</p> |

Alt problemleri ve problemle ilgili öğrenilmesi gerekenleri belirlemek için beyin fırtınası tekniğini kullanan katılımcılar, Şekil 3'te görülen düşüncelerle gereklilikleri belirlemişler ve aralarında görev paylaşımını tartışma notlarına göre yapmışlardır. Katılımcıların Problemin Analizi Oturumu'nda doldurduğu formdan bir kesit Şekil 4'te görülmektedir.

Şekil 4. PO sırasındaki Problemin Analizi Formundan bir kesit

| Problem ile ilgili Öğrenilmesi Gereken Kavramlar ve Bağlantılar |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                               | → Isı ve sıcaklık ile bütün kuramsal terimleri öğrenmeliyiz.                        |
| 2                                                               | → Kullanabileceğimiz enerji kaynaklarını nasıl ve nerden temin edebiliriz.          |
| 3                                                               | → Kullanılacak kaynakların özelliklerini araştırmalıyız.                            |
| 4                                                               | → Enerji dağıtımın coğrafi konumu hakkında                                          |
| 5                                                               | → Otele kurulacak olan merkezlere için ne kadar sıcaklıkta suya ihtiyacımız vardır? |
| 6                                                               | → Nasıl sponsor bulabiliriz.                                                        |
| 7                                                               | → Otele ulaşımın dışarı hava ne derece etkili olur?                                 |
| 8                                                               | → Basınç, elektrik, perkolme                                                        |
| 9                                                               | → Otel yapımında kalıtım için; kullanılacak olan malzemenin ısıya olan duyarlılığı? |
| Üye Görevleri                                                   |                                                                                     |
| Moral → 1, 4, 8                                                 |                                                                                     |
| Ekin → 2, 3, 9                                                  |                                                                                     |
| Papaya - Tonem → 6, 7, 5                                        |                                                                                     |

Katılımcıların problem ile ilgili olarak öğrenilmesini gerekli gördükleri Şekil 4'te görülmektedir. Dokuz başlık altında topladıkları gereklilikleri aralarında

paylaşmışlardır. Kendisiyle yarı yapılandırılmış görüşme yapılan Ekin, 2, 3 ve 9 numaralı gereklilikleri araştırma görevini üstlenmiştir. Yani Ekin'in araştırmakla görevlendirildiği konular, enerji kaynakları ve özellikleri ile yalıtım malzemelerinin özellikleri biçiminde ikiye ayrılabilir.

#### **4.2.2.1. Birinci Alt Problem Oturumu Belgeleri ve Değerlendirilmesi**

Katılımcılar alt problemleri başlangıçta sıralamalarına karşın, daha sonra bu sıralamada değişiklik yapmış ve ilk olarak ikinci sıradaki alt problemi çözmenin daha uygun olacağına karar vermişlerdir. Bu nedenle bu oturumda otelin kurulacağı yerin belirlenmesi, iklim koşulları gibi konuları önceki oturumda kararlaştırıp topladıkları bilgiler ışığında tartışmışlar ve kararlar vermişlerdir. Bu aşamada bölgede bulunan diğer otellerin konumu, yerleşim ve yapı biçimleri gibi konulara; bölgenin haritası gibi bilgilere erişmişler; güvenlik, ulaşım ve ek kuruluşlar gibi konuları da göz ardı etmemişlerdir. Araştırma notlarından bir kesit Şekil 5'te görülmektedir.

Şekil 5. A1 sırasındaki Alt Problem Formundan bir kesit (Araştırma Notları)

| Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bilgiler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Erciyes Dağı (3916 m). Sönmüş, pasif bir volkan dağıdır. Şehir merkezine 25 km'dir. Bölgenin iklimi karasal iklimdir. Hakim rüzgar güney-batı yönünde eser.</p> <p>Kar kalınlığı 50-100 cm'dir. Doğdaki ölçülen en yüksek ortalama sıcaklık 33 derece iken; en düşük sıcaklık -35 derecedir.</p> <p>En yakın havalanı 30 km. uzaklıktaki Kayseri'deki Fikilet Havaalanıdır. Aras vasıtasıyla max. Tekir Dağı'na kadar sıkılabilir. Tekir Dağı'ndan Atelime kadar olan yolu da projemiz dahilinde yapacağımız Teleferikle seğlonayı düşünüyoruz.</p> <p>Otele kuracağımız sistem hem yazın 35°C'ye, hem de kışın -35°C'ye dayanıklı olması gerekiyor. Böyle bir sistem kurmayı kışın donma tehlikesi olmaması gerekiyor. Kuracağımız o sistemin borularını kışın donmayı önleyecek kabloları kullanarak yıllarca donmamasını sağlayabiliriz. Kullanacağımız boruların mümkün olduğunca paspas dayanıklı olmalarına dikkat etmeliyiz.</p> |

Katılımcılar ilk önce bölgenin ortalama sıcaklığı, en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri, hakim rüzgarın yönü, kar kalınlığı gibi bilgilere erişmişlerdir. Bu bilgiler çerçevesinde önce kayak alanları ve benzeri olanaklar açısından zirveye yakın yere kurmayı düşündükleri oteli, ısınma ve güvenlik gibi konuların daha önemli olduğunu düşünerek daha alçak bir noktaya, diğer var olan oteller ile aynı düzeye kurmayı uygun görmüşlerdir. Küme tartışmaları ile ilgili aldıkları notlardan bir kesit Şekil 6'da görülmektedir.

Şekil 6. A1 sırasındaki Alt Problem Formundan bir kesit (Küme Tartışması)

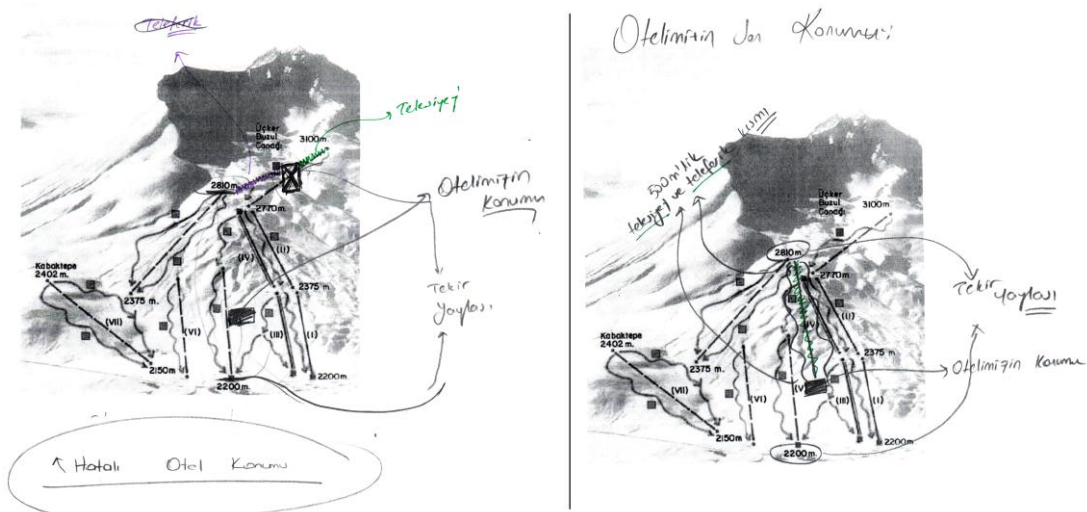
| Grup Tartışması Notları |                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1)                      | → Bacardan çıkan duman kolları eriterek oteli ve otelde yatanların insanları tehlikeye sokabilir. (Masal)                                                         |
| 2)                      | → Otele yakın sifilik kurulması. (Masal)                                                                                                                          |
| 3)                      | → Otelin etrafına tüpler yerleştirilerek depolara tesisatı kurmak. (Masal)                                                                                        |
| 4)                      | → Seytan bağatından uzak durulmalı. (Tanem)                                                                                                                       |
|                         | → Otelin yonca yere kuruyorsa. (Papotya)                                                                                                                          |
|                         | → Otelin diğer otel sahipleri gibi Tekir yaylasına kurulmalı. Diğer otellerle aynı yerde olmalı. (Ekin)                                                           |
| Tartışma Sonuçları      |                                                                                                                                                                   |
| 2)                      | → Doğu köyü nereden sifilik iptal!!! (1-3 aylık)                                                                                                                  |
| 1)                      | → Tehlikeyi önleyecek önlemler alınması takdirde sorun kalmayacaktır.                                                                                             |
| 4)                      | → Seytan bağatındaki kavgaların görülebilmesi sebebiyle otel kurulması gerekiyor.                                                                                 |
|                         | → Otelin kuracağımız yeri değiştirdik. Çünkü çok yüksek yerde oluyor. Dolayısıyla ısıtma sorunu ortaya çıkabilir. Otelin daha aşağı bölgeye kurmaya karar verdik. |

Küme üyeleri, yaptıkları tartışmalar sonucunda bir uygulama planı hazırlamış ve uygulamışlardır. Bu plan çerçevesinde yaptıkları araştırmalar ile bölgenin coğrafi özelliklerine ilişkin daha ayrıntılı bilgi edinmişlerdir. Uygulama planı Şekil 7'de görülmektedir. Yapılan araştırma ve tartışmalar sırasında haritalar kullanmış ve üzerinde çizimler yapmışlardır.

Şekil 7. A1 sırasındaki Alt Problem Formundan bir kesit (Uygulama Planı)

| Çözüm Önerilerinin İçin Uygulama Planları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>→ Kayseri / Erciyes Dağı'nın coğrafi haritasının çıkarılması, otelin kurulmasının tasarladığı yerin işaretlenmesi.</p> <p>→ Otelin çevresinde bulunacak telesiyej ve teleski kurulmasının tasarlanması</p> <p>→ Tekir yaylasının internetten araştırılması</p> <p>→ Dağın doğusu 2300m'deki sıcaklığın, basıncın, kar kalınlığının hakkında bilgi edinilmesi</p> <p>→ Erciyes dağının coğrafi konumu hakkında internetten, kütüphanelerden bilgi edinilmesi.</p> <p>→ Kayserili arkadaşlarımızla konuşulması</p> <p>→ Erciyes Dağındaki otellerin internetten araştırılması, otellerin fotoğraflarıyla nasıl kurulduğunun analiz edilmesi.</p> <p>→ Teleferik, telesiyej, teleski hakkında çeşitli kaynaklardan bilgi edinilmesi.</p> <p>→ Merkezi kalaritfer sistemi alanında bilgi sahibi olan kişilerle konuşulması.</p> |

Şekil 8. A1 sırasındaki tartışmalarda kullanılan haritalar



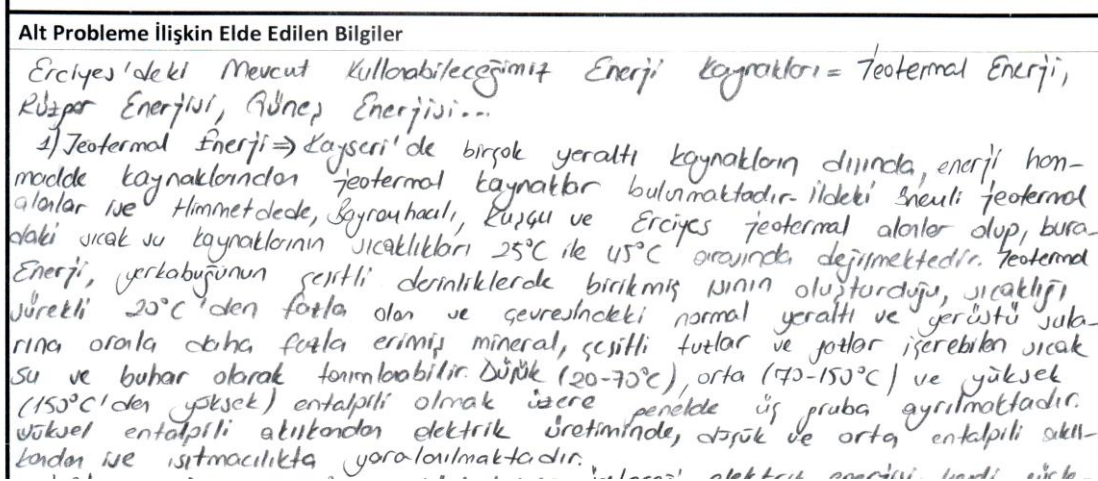
Şekil 8’de sol taraftaki harita araştırma ve tartışmadan önce otelin konumu ile ilgili vardıkları yargıyı göstermektedir. Küme üyeleri tarafından gerçekleştirilen tartışmalar sırasında bu harita üzerinde çizimler yapılmış ve son konumu yeni bir harita ile belirtilmiştir. Bu da sağ tarafta görülmektedir. Katılımcılar, verilen örneklerin dışında da çok çeşitli harita, bilgisayar çıktısı ve notlar kullanmışlardır.

#### **4.2.2.2. İkinci Alt Problem Oturumu Belgeleri ve Değerlendirilmesi**

Küme üyeleri ikinci olarak ilk sıradaki alt problemi çözmenin daha uygun olacağına karar vermişlerdir. Bu nedenle bu oturumda ısınma sistemi için kullanılacak enerji kaynaklarının araştırılması için çalışmışlardır. Önceki oturumda kararlaştırıp topladıkları bilgiler ve yeni elde ettikleri bilgiler ışığında tartışmışlar ve sonuca ulaşmışlardır.

Katılımcılar Güneş Enerjisi, Rüzgar Enerjisi ve Jeotermal Enerji üzerinde durmuşlar ve verim, tutumlu olma, çevre kirliliği gibi konuları da göz önünde bulundurarak tartışmışlardır. İlk oturumda enerji kaynaklarını araştırma görevini üstlenen Ekin özellikle Jeotermal Enerji üzerinde durmuş, araştırmalarını bu alanda yoğunlaştırmıştır. Araştırmalar sırasında enerji kaynaklarından Jeotermal Enerji ile ilgili olarak alınan notlardan birine ilişkin bir kesit Şekil 9’da görülmektedir.

Şekil 9. A2 sırasındaki Jeotermal Enerji ile ilgili alınan bir nottan kesit



Küme üyelerinin yaptıkları araştırma çerçevesinde bu enerji kaynakları ile ilgili oldukça ayrıntılı bilgiler edindikleri görülmektedir. Enerji elde etme yolları nasıl işlediği, üstünlükleri ve eksiklikleri üzerinde durmuşlardır. Ancak burada bu bilgilerin tümünü vermek yerine, çalışmanın amacına uygun olarak, sadece ısı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramlar açısından göze batan bazı bölümleri verilmiştir.

Bu sırada temel ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramlarını da araştırmalarına eklemişlerdir. Katılımcıların araştırma notları içinde sıcaklık tanımı ile ilgili bir kesit Şekil 10'da görülmektedir.

Şekil 10. A2 sırasındaki sıcaklık kavramı ile ilgili alınan bir notta kesit

Sıcaklık: Maddeyi oluşturan moleküllerin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsüdür. Ortanın fiziksel olarak değeridir. Termometre ile sıcaklığı, ortamın ortalama sıcaklığını ölçeriz.

Sıcaklık kavramını anlayabilmek için önce ısı teması ve ısı değeri kavramlarının tanımlanması gerekir. Sıcaklıkları farklı iki cisim aynı taban ısıya teması birbirleriyle ısı teması, ısı teması olmaları bir aralarında bir enerji alışverişi olur. Isı ve sıcaklık birbirinden farklı kavramlardır. İki farklı sıcaklıktaki iki cisim arasındaki enerji transferidir. İki cisim arasında enerji alışverişi olabiliyorsa bunların ısı (termal) teması olduklarını varsayabiliriz. Isı değeri birbirleri ile teması olan iki cismin ısı yığılması yolu ile artık enerji değişimini olmaları durumudur.

1) Bir cismin diğer cisimlerle ısı değeri olup olmadığını belirleyen bir özelliktir. Yani, iki cisim birbirleri ile ısı değeri ise, bu iki cismin sıcaklığı aynıdır. Zaten, sıcaklıkları farklı olan iki cisim birbirleri ile değeri olmaz.

2) Maddeyi oluşturan atom ya da moleküllerin enerjilerinin bir ölçüsüdür.

Isının birimi enerji birimidir. J ile gösterilir. (calori, joule)

Sıcaklık " ise  $^{\circ}\text{C}$  'dır. T ile gösterilir.

Burada sıcaklık "maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsü" olarak tanımlanmaktadır. Sıcaklık kavramını açıklamak için "ısı teması" ve "ısı dengesi" kavramlarının da açıklandığı görülmektedir. Isı ve sıcaklık kavramlarının ayrımı da alınan notta vurgulanmaktadır.

#### 4.2.2.3. Üçüncü Alt Problem Oturumu Belgeleri ve Değerlendirilmesi

Katılımcılar üçüncü olarak “Oteldeki mevcut olan ısıyı korumak için nasıl bir yalıtım sistemi kurmalıyız?” biçiminde belirttikleri alt problemi çözmenin daha uygun olacağına karar vermişlerdir. Bu amaçla yalıtım ve yalıtım malzemeleri konusunu araştırmış ve tartışarak yargıya varmışlardır.

Katılımcıların ısı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramlara yönelik ifadeleri önemli görüldüğünden bu konularla ilgili bölümler incelenmiştir. Şekil 11’de katılımcıların formlara yazdığı kayıtlardan bir kesit görülmektedir.

Şekil 11. A3 sırasındaki olasılıklar ile ilgili alınan bir nottan kesit

| Alt Probleme İlişkin Olası İhtimallerin Listesi                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>→ Isı yalıtımı yapılırken tasarruflu malzemeler kullanmak</p> <p>→ Duvardan, ısıtıcıdan, yoldan, pencereden ısı kaybı</p> <p>→ Tesviat borularından ve havalandırma kanallarından ısı kaybı</p> <p>→ Yaptığımız ısı yalıtımının kendisini yenileyebilir olması.</p> |

Katılımcıların olasılıklarla ilgili olarak Şekil 11’de görülen aldığı notta, “ısı kaybı” ifadesi önemlidir. Notlarda başka yerlerde de tekrar edilen bu sözler, “ısıyı korumak” biçiminde ilk oturumda belirlenen alt problem tümcesinde de görülmektedir. Bu durum, katılımcıların ısının saklanan, korunan, biriktirilen ve kaybolabilen bir enerji olarak gördükleri biçiminde değerlendirilebilir. Daha önceki oturumda ısının enerji olduğunu belirttikleri göz önüne alınırsa, buradan da ısının saklanan bir enerji biçimi olduğunu düşündükleri sonucuna varılabilir.

Araştırma notları, bilgisayar çıktıları ve benzeri belgelerle katılımcıların elde ettikleri bilgiler incelendiğinde kümenin araştırma süresince taradıkları kaynaklar arasında, “Konutlarda harcadığımız enerjinin yarısı yalıtımsız ya da kötü yalıtılmış dış duvarlar yüzünden kaybolmaktadır” tümcesinin geçtiği bir bilgisayar çıktısına rastlanmıştır. Ayrıca, el yazısı ile alınan notlardan birinde de “Panjurların ısı kaybına etkisi” başlığı görülmektedir. Benzer şekilde İnternette alınan diğer bilgisayar çıktıları ve el yazısı ile alınan notlarda “ısı kaybı” veya “enerji kaybı” gibi ifadelerin bolca geçtiği görülmektedir. Buradaki “enerji kaybı” düşüncesi ve sıkça tekrarlanan “ısı kaybı” sözü katılımcıları ısıнын saklandığı düşüncesine götürmüş olabilir. Bu oturum boyunca Ekin’in üstlendiği görev “yerden ısı kaybını araştırmak” olarak not edilmiştir.

Isının tanımı ve aktarımı ile ilgili olarak bir bilgisayar çıktısından alınan bir kesit Şekil 12’de verilmektedir.

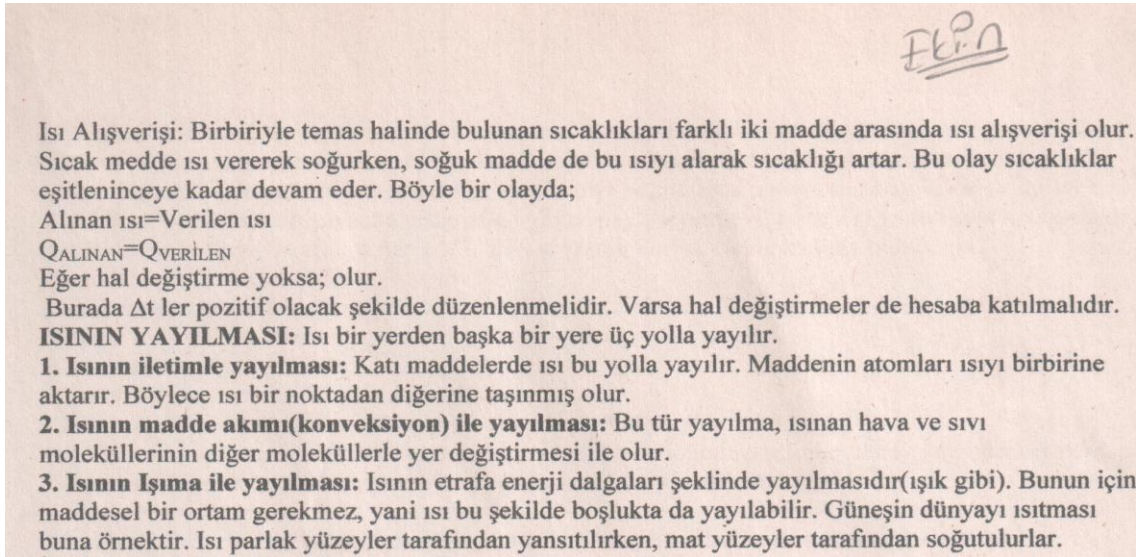
Şekil 12. A3 sırasındaki ısıнын tanımı ile ilgili alınan çıktıdan bir kesit

ISI İLETİMİ ISI NEDİR? Isı bir enerji şekli olup malzemeyi teşkil eden en küçük parçacıkların (atom ve moleküller) titreşimiyle meydana gelir. Eğer bir malzeme ısıtılırsa bu küçük parçacıkların titreşimi hızlanır, tersine soğutulursa titreşim azalır. Isı muhtelif yollardan elde edilir.

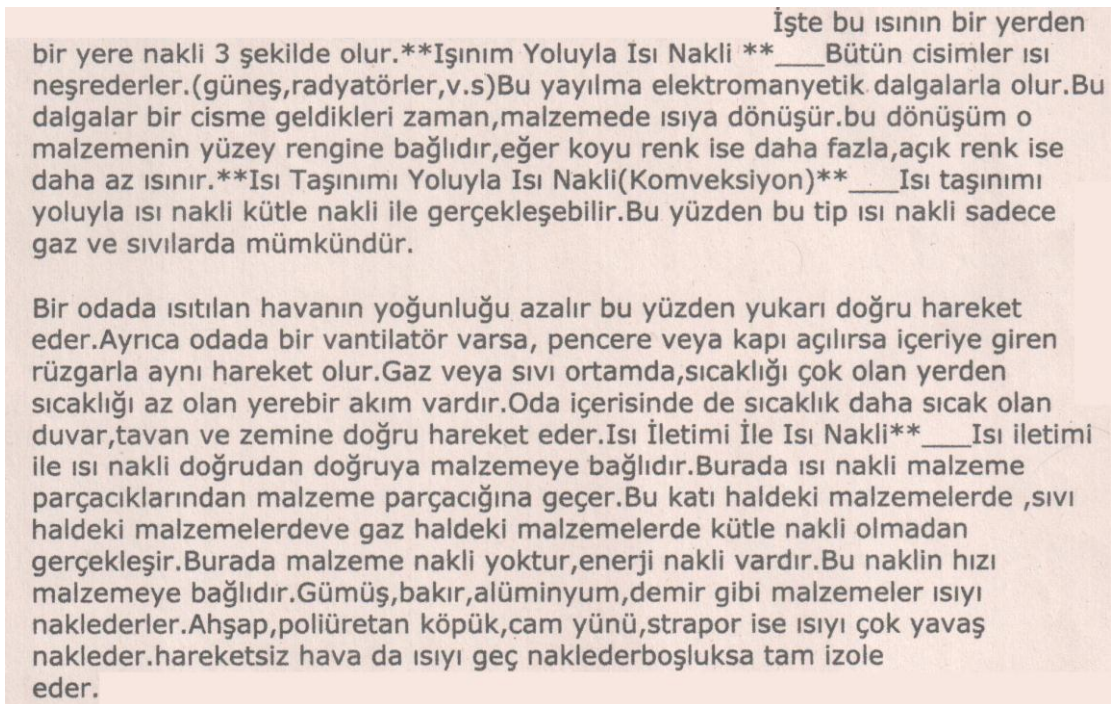
Katılımcıların araştırması sonucu ulaştıkları bilgiye göre ısı tanımının iç enerji kavramı ile karıştırıldığı görülmektedir. Isının tanımı olarak iç enerjinin tanımı verilmiştir. Oysa ısı, sıcaklık farkından ötürü aktarılan enerjiye verilen isimdir, maddede bulunan bir enerji değildir.

Ayrıca küme üyeleri, yalıtım malzemeleri ve binalardaki yalıtım tekniklerinin yanı sıra ısı aktarımı ile ilgili temel bilgileri de araştırmışlardır. Bu bilgileri genelde İnternet üzerinden araştıran katılımcılar, genelde bilgisayar çıktısı şeklinde saklamışlardır. Bunlardan örnekler Şekil 13’te ve Şekil 14’te görülmektedir.

Şekil 13. A3 sırasındaki ısı aktarımı ile ilgili alınan çıktıdan bir kesit



Şekil 14. A3 sırasındaki ısı aktarımı ile ilgili alınan çıktıdan başka bir kesit



Bilgisayar çıktısı olarak elde edilen ve Şekil 13'te ve Şekil 14'te görülen bilgiler içinde bilimsel gerçeklerle çelişen sözler bulunmaktadır. Isı alışverişi için dokunma koşulu olması, hal değiştirme sırasında ısı aktarımının olmadığını sezdirenen bir tümcenin olması bu duruma örnek verilebilir. Bu ve benzeri birçok bilimsel açıdan sakıncalı ve hatalı bilgiler barındıran bilgisayar çıktıları ve el yazması notlara rastlanmıştır.

#### **4.2.2.4. Dördüncü Alt Problem Oturumu Belgeleri ve Değerlendirilmesi**

Katılımcılar son olarak “Otelde kurulacak olan sauna, kapalı havuz, hamam gibi dinlenme ve eğlence sistemleri için nasıl ayrı ayrı ısınma sistemleri oluşturabiliriz?” biçiminde belirledikleri alt problemi çözmenin daha uygun olacağını düşünmüşlerdir. Bu amaçla enerji kaynakları, kaynakların ısınmada kullanılması ve ısınma sistemleri konularını araştırmış ve tartışarak yargıya varmışlardır.

Katılımcılar, amaçları doğrultusunda Güneş Enerjisi, Rüzgar Enerjisi, Jeotermal Enerji, Radyant Isıtma Sistemleri ve Buhar Jeneratörleri konularında araştırma yapmışlardır. Bu oturumda, özellikle Radyant Isıtma Sistemleri, Buhar Jeneratörleri ve Jeotermal Enerji üzerinde durdukları görülmektedir. Ancak Ekin'in küme içindeki görevi Rüzgar Enerjisini araştırmak olmuştur. Dışarıda kalan ek kuruluşlar için tartışmalar sonucunda Radyant Isıtma Sistemleri kullanmaya karar vermişlerdir. Bunun nedeni olarak da enerjinin ek kuruluşlara aktarımı sırasındaki kayıpları göstermektedirler. Şekil 15'de Radyant Isıtma Sistemleri ile ilgili araştırma notlarından bir kesit verilmiştir.

Şekil 15. A4 sırasındaki radyant ısıtma ile ilgili alınan nottan bir kesit

**# RADYANT ISITMA #**

Radyant ısıtımın temeli olan infrared ısıtım kavramı ilk olarak 1800 yılında bir İngiliz Astronom olan Sir Wm Herschel tarafından bulunmuştur ve evin kaynağıdır.

Sir Herschel, bir prizmadan süzülen güneş ışığının oluşturduğu sıcaklığı termometre ile ölçerken mor ışığın en düşük sıcaklıkta olduğunu ve sıcaklığın kırmızı spektrumuna doğru sürekli arttığını gözlemledi. Kırmızı spektrumun ötesinde ulaşılan en yüksek sıcaklığın ise infrared spektrumunda olduğunu tespit eder.

Güneş tarafından yayılan IR ısıtımın dünyayı çevreleyen atmosferden geçerek ve sadece dünya yüzeyine düştüğü anda soğurur ve sıcaklık artışına neden olur. Bu esnada IR ısıtım ısıtımından geçtiği atmosfer soğuk kalır. Çünkü IR ısıtımın dalgaları bazı havanın soğuracağı dalgaları boyunun dışında olduğu için hava, infrared ısıtımın soğurması ve dolayısıyla da sıcaklığı artmaz.

Sonuç olarak Radyant Isıtma, faydalı ısıtımın %50'den fazlasını infrared ısıtım tekniği ile kullanma olan ve bu nedenle de en uygun özellik olarak ısıtımın kaynaktan ısıtılacak noktaya kadar sıfırlanabilir bir değere kadar soğurur ve hava tarafından soğurulmadan min. kayıpla ulaşabildiği çok etkin bir ısıtım sistemidir.

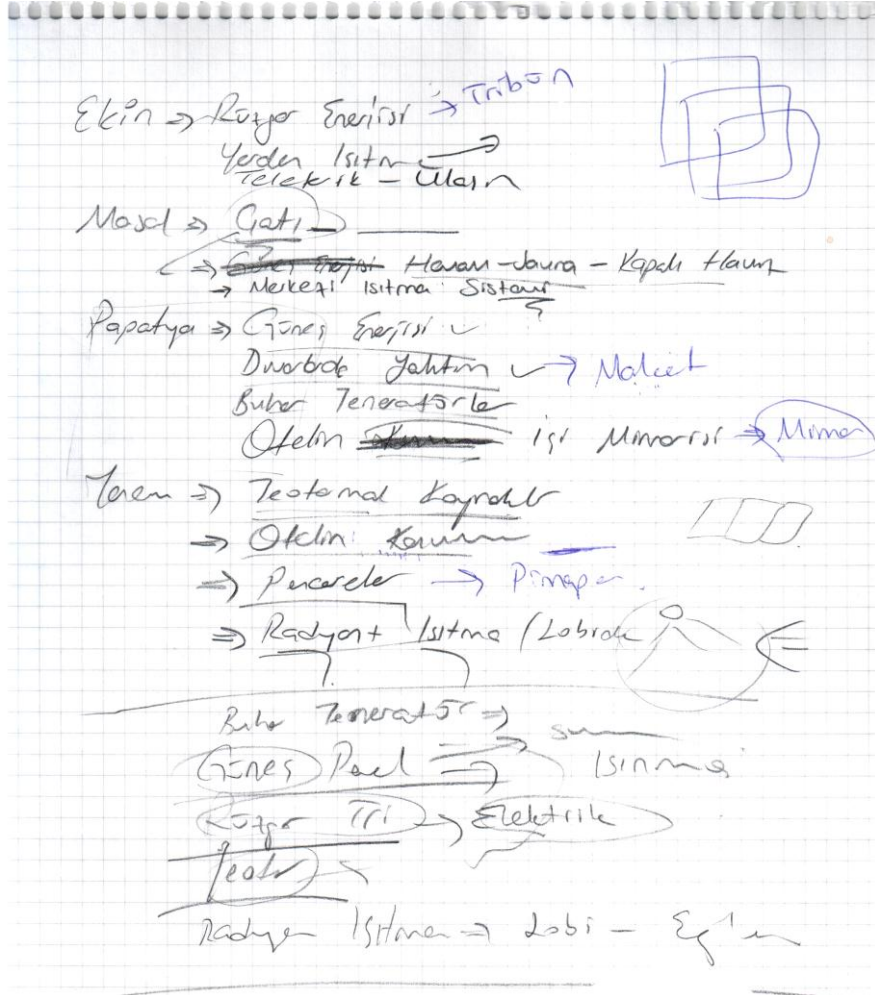
Katılımcılar ısı aktarım yollarından ısıtım yolu ile aktarımı kullanan Radyant Isıtma Sistemleri ile ilgili yaptıkları araştırma sırasında kızılötesi ışınların nasıl ısı aktarımına neden olduğunu da incelemişlerdir. Burada verilen Güneş örneği nedeniyle, katılımcıların zihninde yalnızca ışık kaynaklarının kızılötesi ısıtım yaparak ısıtım yolu ile ısı aktarımı yaptığı düşüncesi oluşmuş olabilir.

#### **4.2.2.5. Çözüm ve Sunum Oturumları Belgeleri ve Değerlendirilmesi**

Alt problemleri önceki oturumlarda çözen küme üyeleri bir sonraki adım olarak sunumlarını gerçekleştirmiştir. Sunum sırasında neler yapılacağı, genel çözüme nasıl erişildiği gibi konularda kümelerin tartışması ve karar vermesi için bir oturum gerçekleştirilmiştir. Bu oturuma Çözüm Oturumu adı verilmiştir. Bu oturumda sunum izlemelerini belirleyen kümeler, bir sonraki Sunum Oturumu sırasında da sunumlarını gerçekleştirmiştir. Çözüm Oturumu ve Sunum Oturumu birlikte ele alınmıştır.

Katılımcıların sunum stratejilerini belirledikleri ve sunum sırasındaki görev paylaşımlarına karar verdikleri el yazıları ile aldıkları not Şekil 16'da verilmiştir.

Şekil 16. SO sırasındaki sunum planı ile ilgili alınan nottan bir kesit



Sunum sırasında, plana göre hareket edilmiş, sunum iki ve üç boyutlu araç-gereçlerle desteklenmiştir. Sunum sırasında katılımcıların kullandıkları gereçlere ilişkin görseller, Ek I’da sunulmuştur.

#### 4.2.3. Ekin ile Yapılan Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerin Analizi

Bu bölümde Ekin ile yapılan görüşmeler incelenmiştir. Araştırmacı, katılımcı ile yaptığı görüşmelerin dökümlerini çıkarmış, içerik analizi yöntemi ile incelemiştir. Bunun için öncelikle her bir görüşme kaydı titizlikle incelenmiş ve katılımcının sorulara verdiği cevaplar doğrultusunda ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları ile ilgili olarak öne sürdüğü önermeler ayrı ayrı çıkarılmış, bu önermelerin her biri bir kod olarak alınmıştır. Kodlarda “Q” ile başlayanlar ısı, “T” ile başlayanlar sıcaklık ve “E” ile başlayanlar ise iç enerji ile ilgili kodların taranıp çıkarılması sırasında elde edilmiştir. İlgili kodlar temalar (alt kategoriler) başlığı altında, temalar ise kategoriler başlığı altında gruplanmıştır. Katılımcıdan elde edilen kodların ve temaların listesi Ek G2’te verilmektedir.

Katılımcı ile yapılan görüşmeler önce ayrı ayrı ele alınmıştır. Katılımcı ile süreç boyunca toplamda beş görüşme yapılmıştır. Her bir görüşme önce kendi içinde değerlendirilmiş, daha sonra süreç göz önünde bulundurularak bütüncül olarak ele alınmıştır. Bunun için şu aşamalar izlenmiştir:

- Katılımcıya ilişkin görüşme dökümlerinden yararlanılarak kodların çıkarılması.
- Kodların gruplanması ve temaların elde edilmesi.
- Temaların gruplanarak kategorilerin elde edilmesi.
- Her bir görüşme için görüşme süresinde kategorilerdeki kodların zamana bağlı olarak grafiğinin çıkarılması.
- Grafiklerden yararlanarak kodlar ve temalar arasında ilişkilerin saptanması.
- Görüşmelerden alıntılar yapılarak yorumlanması.

Görüşmeler için çıkarılan grafiklerde, kodlar ve temalar arası ilişkilerin belirlenmesinde, öncelikle görüşme sürecinde aynı anda veya ardışık olarak yinelenen kodların hangileri olduğu belirlenmiştir. Daha sonra bu kodlar arasında mantıksal bir bağ olup olmadığı o sırada gerçekleşen konuşma parçasından alıntı yapılarak incelenmiştir. Bu yolla ilişkiler belirlenmiştir.

Kodlar arası ilişkinin belirlenmesinin ardından, görüşmedeki tüm ilişkiler zamansal sıralama da göz önüne alınarak değerlendirilmiş, bir görüşme için genel bir yorum yapılmıştır. Katılımcıya ilişkin tüm görüşmeler bu şekilde değerlendirildikten sonra, elde edilen ilişkilerin tema bazında ve genel olarak zamansal sıralaması göz önüne alınarak katılımcının zihnindeki kavramsal yapının süreç boyunca hangi aşamalardan geçtiği betimlenmiştir.

Burada görüşmelerin ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları ile ilgili olarak katılımcının görüşleri değerlendirilmiştir. Bu amaçla, kavramlarla ilgili doğrudan sorular sorulduğu gibi; ısı aktarımı, hal değişimi, genleşme gibi örnekler üzerinden de katılımcının kavramlarla ilgili düşünceleri dolaylı olarak da betimlenmeye çalışılmıştır. Bu betimlemeler çoğu zaman önce tema ve kategoriler bazında gerçekleştirilmiş, daha sonra da bütüncül olarak ele alınmıştır.

Kategorilere ayrılmış olan kodlar ve temalar, katılımcı tarafından görüşme sırasında hangilerinin hangi zaman dilimlerinde dile getirildiği veya bu yönde önermede bulunduğu incelenerek grafiklere dökülmüştür. Bu grafikler yardımıyla ardışık önermeler de göz önüne alınarak ve doğrudan alıntılar yapılarak yorumlamaya gidilmiştir. Kodların zaman sıralaması ve eş zamanlı görülen kodların saptanması için grafik kullanılması alanyazında rastlanan bir durum değildir. Bu yöntem, araştırmacının geliştirdiği bir yöntemdir.

Grafiklerde düşey eksenle kodlar, yatay eksenle ise görüşme zamanı dakika olarak verilmiştir. Katılımcının dile getirdiği söylemlerde ilgili kodun hangi anda belirlendiği grafikte gösterilmiştir. Kodlar temalara göre gruplanmış ve temalar yatay bir çizgi ile birbirlerinden ayrılmıştır. Her bir grafik bir kategoriye temsil etmektedir. Ayrıca yorumlar yapılırken görüşmelerin o anda hangi fiziksel süreci örnek olay olarak ele aldığı da önemlidir. Bu sebeple ilk görüşmedeki grafik hariç diğer tüm grafiklerin üst tarafında bu durum kısaltmalarla belirtilmiş ve dikey ve kalın kesikli çizgilerle bölümlere ayrılmış, değişik konuların ele alındığı bölümler değişik renkte gösterilmiştir. Görüşmelerde üzerinde konuşulan konulara ilişkin kullanılan kısaltmalar Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23. Görüşmelerde ele alınan konulara ilişkin kısaltmalar

| Kısaltma | Konu                                                |
|----------|-----------------------------------------------------|
| G        | Genel (Doğrudan temel kavramlar ile ilgili konular) |
| İ        | Aktarım (Genel olarak ısı aktarımı konusu)          |
| T        | İletim Yoluyla Isı Aktarımı                         |
| K        | Taşınım Yoluyla Isı Aktarımı                        |
| R        | Işınım Yoluyla Isı Aktarımı                         |
| H        | Hal Değişimi                                        |
| V        | Genleşme                                            |

Tablo 23'te görülen kısaltmalar grafiklerde kullanılmıştır. Yorumlama yaparken bu kısaltmalara bakılarak, üzerinde konuşulan konu göz önüne alınmıştır. Örneğin ısı aktarımının gerçekleşme yöntemlerinden biri ile ilgili bir görüş, bu konu başlıklarından bağımsız düşünülemez.

#### 4.2.3.1. Ekin İle Yapılan Birinci Görüşmenin Analizi

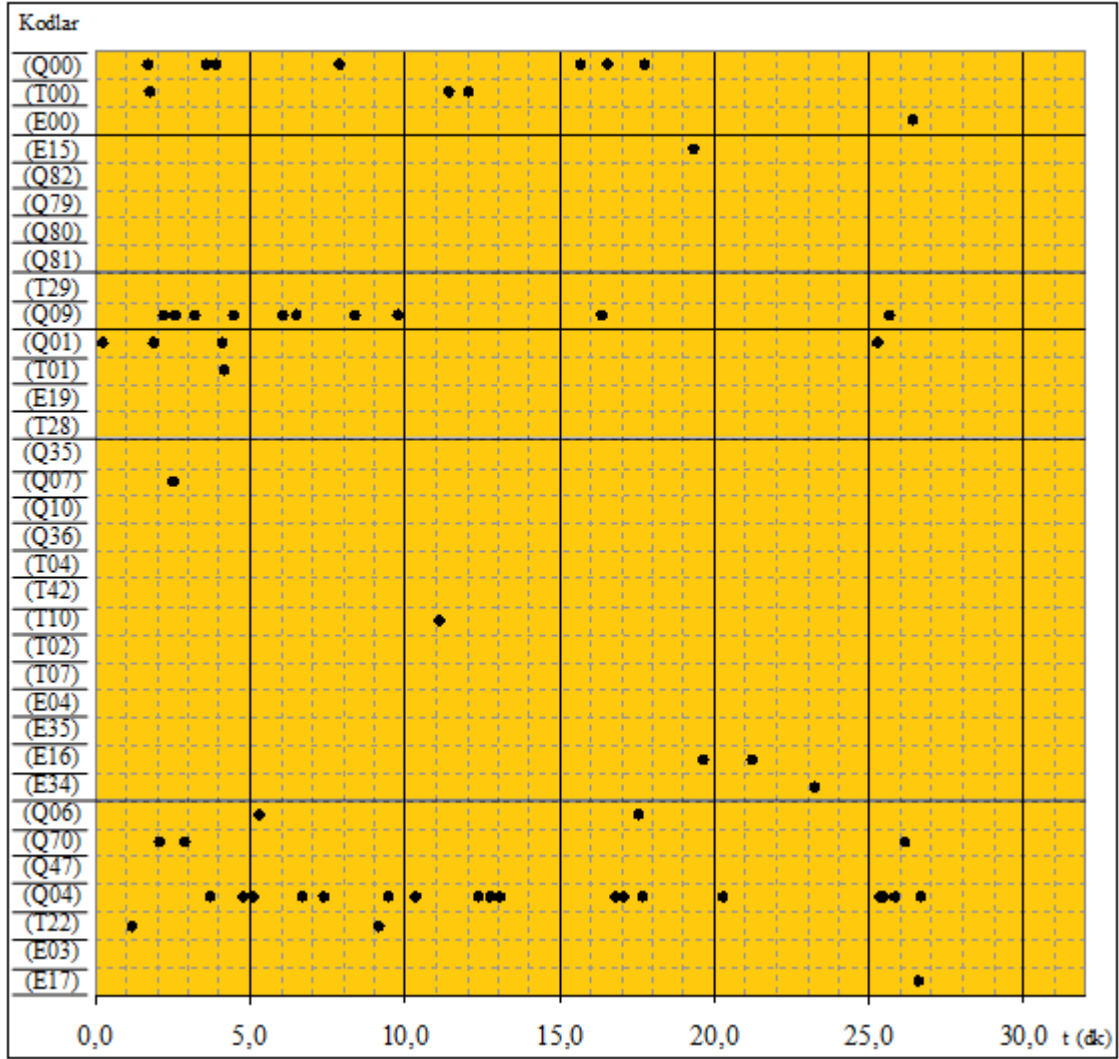
Ekin ile yapılan ilk görüşme, PDÖ için hazırlanan senaryonun öğrencilere sunumunun hemen ardından, PDÖ sürecinin başında gerçekleşmiştir. İlk görüşmede

sadece kavramlarla ilgili genel sorular ile doğrudan görüşler alınmıştır. Bu yorumlar doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. İlk görüşmede fiziksel süreçleri içeren örnek olaylarla ilgili dolaylı sorulara yer verilmemiştir.

#### **4.2.3.1.1. Ekin'in Birinci Görüşmede Kavramlarla İlgili Genel Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını tanırlığı, bu kavramları nasıl tanımladığı, bu kavramlarla ilgili olarak başka kavramlar tanımlayıp tanımlamadığı incelenmiştir. Ekin'in birinci görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 17'de görülmektedir.

Şekil 17. Ekin'in birinci görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı.



Katılımcının görüşleri, bu aşamada incelenen üç kavramı ayrı ayrı Şekil 17 yardımı ve alıntılar ile değerlendirilmiştir. Bir kategori olarak katılımcının kavramlarla ilgili genel görüşleri yorumlanırken, diğer kategorilerden farklı bir yöntem izlenmiştir. Diğer kategorilerde inceleme temalara göre ayrı ayrı yapılırken, burada kavram temelinde yapılmıştır. Aslında kavram ile ilgili bilgilerde emin olma durumu, bilinirlik-

tanınırlık, bu temel kavramların var olup olmadığı, fiziksel olarak sınıflanması, tanımları ve maddenin sahip olup olmadığı gibi temalara ayrılmıştır. Ancak bu temaları ayrı ayrı incelemek yerine, kavram temelinde incelemek daha bütüncül bir sonuç vereceğinden diğer kategorilere göre farklı bir yöntem izlenmesi daha yararlıdır. Diğer kategorilerde ise tema temelinde incelemek daha uygun görülmüştür. Çünkü diğer kategorilerdeki temaların temel kavramlarla ilişkisi birbirinden bağımsız ele alınabilirken bu durum ilk kategori için geçerli değildir.

### ***Ekin'in Birinci Görüşmede Isı Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Katılımcı, ilk olarak ısıнын bir tür enerji olduğunu (Q01) belirtmektedir ve görüşme sonuna kadar da bu düşüncesini korumaktadır. Ardından kavramlarla ilgili ve ardışık olarak Şekil 17'den, ısı ile ilgili olarak (Q00) yani “Bilmiyorum / Kararsızım” kodu saptanmaktadır. Bu sırada geçen konuşma parçası şöyledir:

- HŞK: Isı nedir sence?
  - Ekin: Isı hocam, bir tür enerji çeşidi. (Q01)
  - .....
  - Ekin: Isı ve sıcaklık kavramları sanki çok yakınmış gibi ama öğretmenlerimizin öğrettiği kadarıyla çok farklı şeyler. Ama ben hala ikisinin de kavram olarak ne olduklarını bilmiyorum. (Q00)
- (Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 01-02. dakikalar arası)

Yukarıda verilen konuşma parçasına göre katılımcı, ısıyı enerji çeşidi olarak tanımlamaktadır. Katılımcı ısıнын enerji olduğuna ilişkin düşüncesini özellikle görüşmenin ilk dakikalarında olmak üzere görüşme süresince yinelemektedir. Ancak hem ısı ve hem de sıcaklık kavramlarını tam olarak kavrayamamış olduğunun da bilincindedir.

Isının enerji olduğunu belirten katılımcıya, bir maddenin ısıya sahip olup olmadığı, ısı saklayıp saklamadığı sorulduğunda, ardışık olarak Şekil 17’de görülen (Q70) yani “Bir maddenin durgun iken sakladığı bir ısı yoktur”, (Q09) yani “Isı değişimi diye bir kavram vardır”, (Q07) yani “Sürtünmeden/Çarpışmalardan dolayı açığa çıkan enerjiye ısı denir”, (Q04) yani “Maddeler ısı saklar. / Maddelerin ısı vardı” Ve (Q00) yani “Bilmiyorum / Kararsızım” kodları saptanmıştır. Bu sırada geçen konuşma parçası şöyledir:

- HŞK: Yani bir cismin ısısı olur mu sence? Olursa nasıl ölçeriz? Nasıl tespit ederiz ya da hesaplarız?
- Ekin: Mesela durduğu yerde bir ısısı yoktur (Q70) ama elektromanyetizma laboratuvarında gördüğümüz gibi enerjiler birbirine dönüşüyor ve ısı kaybı (Q09) olarak da... mesela deney hatası olarak gözlemliyoruz ama o hata ısı kaybından (Q09) dolayı gerçekleşiyor.
- HŞK: Yani depoladığı bir ısı var. O kayıp mı oluyor? Onu mu demek istiyorsun?
- Ekin: Mesela sürtünmeden dolayı, (Q07) ısınmadan dolayı bir enerji kaybı (Q09) oluyor. Biz buna ısı enerjisi diyoruz.
- HŞK: Mesela şu defterin, defterinin bir ısısı var mı?
- Ekin: Bence yok. (Q70)
- HŞK: Hımm... Peki, bu defteri alsam ben buzdolabına koysam.
- .....
- Ekin: Şimdi o kavramlar mesela. Soğuduğu zaman enerji kaybeder mi? Ya da ısındığı zaman enerji mi kazanır? Onu bilmemiz gerekiyor. Aslında ikisi de bir ısı. Isısı düşmüş ya da yükselmiş. (Q09)
- HŞK: Isısı yükselmiş, ısısı düşmüş. Yani ısının artıp azalacağını mı düşünüyorsun?
- Ekin: Aslında düşen sıcaklığı.
- .....
- Ekin: Buzdolabı daha soğuk ve bunu koyduğumuz zaman etkileşim oluyor. Aralarında ısı alışverişi yapıyorlar. Isısı düşüyor. (Q09) Isı alışverişi yapınca hem sıcaklığı düşüyor hem de aynı zamanda ısı enerjisi (Q04) düşüyor bence. (Q09)
- HŞK: Isı enerjisi düşüyor. E yok demiştin.

- Ekin: Yok olarak düşünüyordum. (Q00) Şu anda öyle düşünmüyorum hocam (Q04).  
(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 02-05. dakikalar arası)

Yukarıdaki konuşma parçası yardımıyla katılımcıya sorulan sorulara verdiği cevaplar ve belirlenen kodlar, katılımcının ilk önce bilgi olarak bir maddenin durduğu yerde ısıya sahip olamayacağını belirttiğini göstermektedir. Katılımcının söylemlerinden “durduğu yerde” ifadesinden kastının hal değişimi ya da ısı alışverişinin olmadığı denge durumunu kastettiği anlaşılmaktadır. Bu söylemini görüşme içerisinde, ilerideki dakikalarda da tekrar etmektedir. Ancak “ısı kaybı” söylemini kullanması ise katılımcının gerçekte bir maddenin ısı sakladığını düşündüğünü, ilk önce bilgi olarak belirttiği söylemini kendisinin çürüttüğünü göstermektedir. Çünkü maddenin sahip olmadığı bir şeyi kaybetmesi söz konusu olamaz. Burada öğrencinin “ısı kaybı” söylemi sorgulandığında bu kaybı da “sürtünme” kavramına bağladığı görülmektedir. Bu durumun nedeni, özellikle mekanik sorularında öğrencilerin edindiği “sürtünme ile kaybolan enerji ısıya dönüşür” düşüncesinden ileri gelmekte olabilir. Katılımcının slogan olarak öğrendiği bu bilginin, daha sonra ısı kavramını zihninde oturtmasında etkisi olmuş olabilir. Katılımcı, maddenin ısısının artıp azalabilen bir büyüklük olduğunu düşünmektedir. Isı değişimi diye bir kavramın varlığını dile getirmektedir. Bu durum katılımcıyı bir maddenin ısı sakladığı sonucuna götürmüş olabilir.

Katılımcı, bu aşamaya kadar en son bir maddenin ısı sakladığı düşüncesini belirtmiştir. Bu nedenle, var olan bu enerjinin nasıl ölçülebileceği ya da hesaplanabileceği yönünde sorular sorulmuş ve katılımcının bu konudaki düşünceleri belirlenmeye çalışılmıştır. Şekil 17’den de görüleceği üzere, bu sırada ısı kavramıyla ilgili olarak, önce (Q06) yani “Maddeler ısı saklamaz. / Maddelerin ısısı yoktur”, ardından da daha önce de saptanmış olan (Q09) ve (Q04) kodları belirlenmiştir. Bu sırada geçen konuşma şöyledir:

- Ekin: İşte... onu hesaplayamayız. Bence. Çünkü ısı enerjisi varsa, evet dediğiniz gibi hesaplanması gerekiyor. Ama bunu hesaplayamayız. Defteri mesela, ısısını.
- HŞK: Hesaplayamayız. O zaman yok mu diyeceğiz?
- Ekin: O zaman yok dememiz gerekiyor. (Q06) Çünkü var dediğimde hesapla diyeceksiniz. Mesela hesaplayamam o şekilde. Ama mesela bu, buz eriyor, ondan sonra buhar haline geliyor. Onu hesaplayabiliyoruz.
- .....
- Ekin: Mesela buz, bir etkileşimde bulunuyor. Diyelim suyun içinde.  $Q = m.c.\Delta T$ 'den alınan ısı verilen ısı eşit oluyor ve o şekilde hesaplıyoruz.
- HŞK:  $Q = m.c.\Delta T$ . Peki bu ifade sana neyi anlatıyor, neyi çağrıştırıyor?... Yani  $Q = m.c.\Delta T$ 'yle hesapladığın değer nedir?
- Ekin: Isı değişimi aslında. (Q09) Mesela o  $\Delta T$ , ilk sıcaklık eksi... son sıcaklık eksi ilk sıcaklıktan aradaki, ilk haliyle son hali arasındaki ısı enerjisini hesaplıyoruz.
- HŞK: Isı değişimi diyorsun.
- Ekin: Evet ısı değişimini. (Q09)
- .....
- Ekin: Hesapladığımıza göre buzun mesela ilk başta bir enerjisi olması gerekiyor. (Q04) Çünkü son halinden ilk halini çıkartıyoruz.  
(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 05-07. dakikalar arası)

Yukarıdaki konuşmadan da görüldüğü gibi, katılımcıya maddenin sahip olduğu ısıнын ölçme ya da hesaplanma yöntemi sorulduğunda hesaplayamayacağını bu nedenle de maddenin ısı saklamadığını söylemektedir. Ancak daha sonra bu düşüncesinden vazgeçerek ısı değişimi düşüncesi üzerinden yine maddelerin ısı sakladığı sonucuna ulaşmaktadır. Katılımcı  $Q = m.c.\Delta T$  bağıntısı ile ısı değişimi düşüncesini açıklamaya çalışmaktadır. Katılımcı, maddenin “son ısısı” ile “ilk ısısı” arasındaki farkın hesaplandığını düşünmektedir.

Yukarıdaki konuşmalardan ve Şekil 17'deki dağılımdan da görüldüğü üzere, katılımcı ısıнын enerji olduğunu bilmekte ancak bu kavram konusunda eksiklerinin

olduğunu düşünmektedir. Her ne kadar bilgi olarak bir maddenin ısı saklamadığını belirtse de, maddenin ısısının alınıp verilerek artıp azalabileceğini ve ısı değişiminin olduğunu düşünmektedir. Bu durum aslında zihinsel yapısında maddelerin ısı sakladığını düşündüğünü göstermektedir. Zaten katılımcı, görüşme sırasında da bu düşüncesini doğrudan ya da dolaylı olarak birçok kez kabul etmektedir.

Şekil 17 özenle incelendiğinde, Ekin isimli katılımcı için (Q09), (Q07) ve (Q04) kodları arasında bir ilişki olabileceği sonucuna götürebilir. Çünkü bu üç kodun eş zamanlı ve birbirlerinin nedeni ve sonucu olarak söylenmiş olmaları önemlidir. Özellikle (Q09) ve (Q04) arasındaki paralellik görüşmenin ileri aşamalarında da yinelenmektedir. Görüşme boyunca (Q09) kodunun tekrarlandığı her an, dolaylı veya doğrudan ve ardışık olarak (Q04) kodunun da saptandığı Şekil 17’den görülebilir. Bu durum katılımcının ısı değişimi ile maddelerin ısı saklaması düşünceleri arasında bir ilişki kurduğunu göstermektedir. Ayrıca görüşme boyunca yinelenen ısının enerji olduğu düşüncesinin yanı sıra, katılımcının ısının nasıl bir enerji çeşidi olduğuna ilişkin en somut söylemini de “sürtünme ile ortaya çıkan enerji” şeklinde yapmış olduğu görülmektedir. Katılımcı, görüşme boyunca ısının nasıl bir enerji olduğuna ilişkin başka herhangi bir tanımlama ya da açıklamada bulunmamıştır.

### ***Ekin’in Birinci Görüşmede Sıcaklık Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Katılımcı, ilk olarak her maddenin bir sıcaklığının olduğunu ve sıcaklığın enerji olmadığını belirtmektedir. Şekil 17’den de görüldüğü üzere, (T22) yani “Bir maddenin sıcaklığı her zaman vardır” ve (T01) yani “Sıcaklık enerji değildir” kodları belirlenmiştir. Bu sırada geçen konuşmalardan bazıları şöyledir:

- Ekin: Bir cismin ısısı olur mu?.. Bir cismin sıcaklığı olur. (T22)  
(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 01-02. dakikalar arası)

- HŞK: Sıcaklık enerji mi peki?
- Ekin: Sıcaklık bir tür enerji değil. Isı enerjidir ama sıcaklık değildir. (T01)  
(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 04-05. dakikalar arası)

- HŞK: Demirin önceden bir ısısı var mıydı?
- Ekin: Sıcaklığı vardı. (T22)  
(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 09-10. dakikalar arası)

Daha önce Ekin'in ısı ile ilgili düşünceleri incelenirken verilen konuşmadan katılımcının ısı ile birlikte sıcaklık kavramına ilişkin de kendini kavramsal olarak yetersiz gördüğü belirtilmişti. Ayrıca bir maddenin sıcaklığa sahip olduğu düşüncesi de katılımcının yukarıdaki sözlerinden anlaşılmaktadır. Burada göze çarpan bir diğer konu ise, katılımcının sıcaklığın enerji olmadığına ilişkin söylemidir. Katılımcıya sıcaklığın enerji olup olmadığının sorulmasının nedeni, ısı ve sıcaklık kavramlarını bir arada kullanmış olmasıdır. Çünkü katılımcı, bir maddenin ısı saklamasını açıklarken sıcaklık kavramına da başvurmuştur.

Sıcaklık kavramı ile ilgili katılımcının bir başka söylemi de (T10) yani “Sıcaklık bir maddenin sıcak/ılık ya da soğuk olduğunu belirten/algılanan nitel gözleme dayalı bir kavramdır” şeklinde belirttiği kodun saptandığı konuşmadır. Bu konuşma şöyledir:

- HŞK: Peki sana şunu sorayım: sıcaklık ne?
- Ekin: Sıcaklık... Elimizi dokunduğumuzda hissettiğimiz şey aslında. Ya da mesela... (T10)
- HŞK: Hissettiğimiz şey?.. O zaman göreceli bir kavram mı?
- Ekin: Hayır hocam. Ölçebiliyoruz termometreyle.  
(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 11-12. dakikalar arası)

Yukarıdaki konuşmada, katılımcının bu görüşme sırasında yapmış olduğu sıcaklığı açıklayan tek sözü bulunmaktadır. Katılımcı sıcaklığı nitel gözleme dayalı olarak açıklamaktadır. Dokunma duyusu yardımıyla açıklamaya çalıştığı sıcaklık kavramını, daha sonraki söylemlerinde tam olarak bilmediğini ve açıklayamadığını da belirtmektedir. Bu bölümdeki kodlar arasında herhangi bir ilişki saptanamamıştır.

### ***Ekin'in Birinci Görüşmede İç Enerji Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Katılımcıya, öncelikle iç enerji (ısıl/termal enerji) kavramını tanıyıp tanımadığı sorulmuştur. Katılımcı ise bu kavramı tanıdığını dile getirmiştir. Şekil 17'den de görüldüğü üzere, iç enerji kavramı ile ilgili olarak, (E15) yani "Daha önce ısıl/termal enerji kavramını duymuştum", (E16) yani "Isıl enerji, ısının geniş çapta elde edilebilir veya kullanılabilir/yaşama geçirilebilir biçimine verilen addır", (E34) yani "Isıl enerji, kütlesi büyük olan maddelerin ısısına verilen addır", (E00) yani "Bilmiyorum / Kararsızım" ve (E17) yani "Maddelerin ısıl enerjisi olmaz" kodları saptanmıştır. Bu beş kodun belirlendiği konuşmalara örnekler şöyle verilebilir:

- HŞK: Daha önce duymuş muydun?
- Ekin: Daha önce bu...
- HŞK: Termal enerji ya da ısıl enerji.
- Ekin: Üniversite sınavına hazırlık döneminde duydum. (E15) Ama hani hiç o zaman araştırma şeyimiz olmadığı için oturup bu neymiş diye araştırmadım.
- .....
- Ekin: Hocam ısıl enerji sonuçta... hani bizim... termal enerji bizim kullanabildiğimiz bu ısıyı, kullanılabilir hale getirdiğimiz bir enerji çeşidi diye düşündüm. (E16)
- HŞK: Nasıl bir şey?
- Ekin: Mesela, örneğin...
- HŞK: Yani ısıdan farkı ne?

- Ekin: Yani mesela... ısıyı hayata geçirebildiğimiz diyeyim. (E16) Mesela, örneğin kaplıcalar. Kaplıcaların içine girip mesela... Denildiğine göre çok sağlıklı bir şeymiş. İçine girip kasların gevşemesini falan sağlıyormuş bildiğim kadarıyla. Bunu kullanabildiğimiz, ısıyı kullanabildiğimiz, yani hayata geçirebildiğimiz bir enerji çeşidi, termal enerji. (E16)

.....

- Ekin: Ama hocam mesela küçücük kütledeki bir buzun suya dönüşüp ondan sonra buhara dönüşüp o enerjiyi vermesiyle odayı ısıtmasıyla, jeotermal enerjiyi kullanmamızdaki yani en azından kütle farkı olarak çok farklı şeyler.
- HŞK: Yani kütle büyüdükçe, bu ısı enerji kütle küçükse ısı mı oluyor?
- Ekin: Bir nevi hocam.
- HŞK: Yani aralarındaki tek fark kütle boyutu diyorsun.
- Ekin: Yani, öyle... (E34) Hiç düşünmediğim şeyler bunlar hocam. (E00) Onun için bir anda aklıma ne geliyorsa onu cevaplıyorum.  
(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 19-24. dakikalar arası)

Yukarıdaki konuşmanın ilk kısmında katılımcı, üniversiteye giriş sınavlarına hazırlık döneminde bu kavramı duyduğunu ancak araştırma gereği duymadığını belirtmiştir. Bunun üzerine katılımcıya bu kavramı nasıl tanımladığını, ne olduğunu düşündüğü sorulmuştur. Katılımcının verdiği cevaplardan, “termal” sözcüğünden ötürü jeotermal veya hidrotermal enerji kavramları ile ısı/termal enerji kavramını karıştırdığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle yaşama uygulama vurgusu yapmaktadır. Katılımcı ayrıca ısıyı da maddenin sakladığı bir enerji olarak tanımladığı için ısı enerji kavramını kütle farkı ile açıklamaktadır. Yani görece olarak büyük kütleli maddelerin sakladığı ısıyı, ısı enerji biçiminde tanımlamaktadır. Ancak bu düşüncelerinin o anda ilk aklına gelen düşünceler olduğunu da vurgulamaktadır. Bu mantıkla katılımcıya herhangi bir maddenin ısı enerjiye sahip olup olmadığı sorulmuştur. Bu sırada geçen konuşma şöyledir:

- HŞK: Peki ısı enerjisi var mı, defterinin?

- Ekin: Isıl enerjisini hocam, kavram olarak da bilmediğim için hani... Bence yoktur. (E17) Var mıdır? Yok herhalde hocam.
  - HŞK: Isıl enerjisi yok.
  - Ekin: Hı hı.
- (Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 26-27. dakikalar arası)

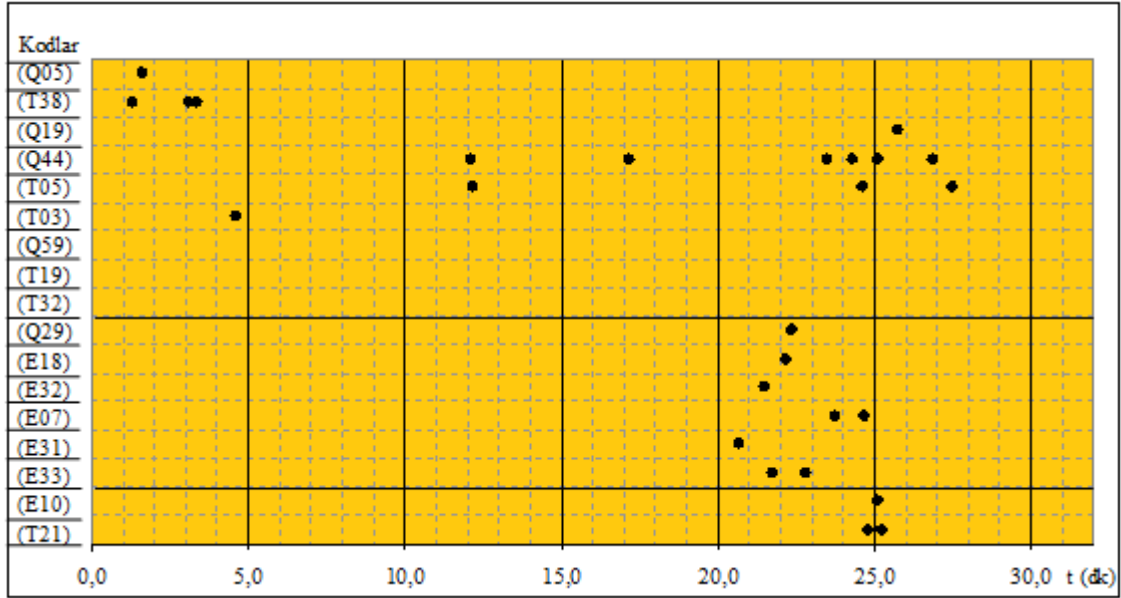
Konuşmadan da anlaşıldığı üzere, katılımcı ısı enerjisi kavramına ilişkin yeterince bilgi sahibi olmadığını düşünmekte, kendisini kavramsal açıdan yetersiz gördüğü için tahminlerde bulunmaktadır. Bu yüzden, bir maddenin ısı enerjisiye sahip olmadığını tahmin etmektedir.

Katılımcı ile araştırmacı arasındaki örnek konuşmalar ve kodlamaları gösteren Şekil 17'den anlaşıldığı üzere, (E16) ve (E34) kodları arasında zamansal olmasa da mantıksal açıdan bir ilişki olduğu söylenebilir. Çünkü katılımcı ısı enerjisiyi büyük çapta enerji elde edilebilen jeotermal ve hidrotermal enerji ile ilişkilendirmekte ve kütle farkı düşüncesini de buna dayandırmaktadır.

#### **4.2.3.1.2. Ekin'in Birinci Görüşmede Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiyi nasıl algıladığı incelenmiştir. Ekin'in birinci görüşmedeki kavramlar arası ilişkiler ile ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 18'de görülmektedir.

Şekil 18. Ekin’in birinci görüşmedeki kavramlar arası ilişkiler ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 18, üç kavramın çapraz ilişkilerini içermektedir. Bu ilişkiler temalar temelinde ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir.

### ***Ekin’in Birinci Görüşmede Isı ve Sıcaklık Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Katılımcı ile ısı kavramı üzerinde görüşüldüğü sırada tümcelerinin içinde sıcaklık kavramı ile ilgili, sıcaklık kavramı üzerine görüşüldüğü sırada da ısı kavramı ile ilgili sözler de bulunmaktadır. İlk olarak bunlardan yararlanarak ısı ve sıcaklık kavramları arasında katılımcının nasıl bir ilişki kurduğu betimlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla Şekil 18’de ilk olarak (Q05) yani “Isı ve sıcaklık farklıdır” ve (T38) yani “Isı ve sıcaklık aynı şeydir” kodları göze çarpmaktadır. Bu kodların belirlendiği konuşmalardan biri şöyledir:

- HŞK: Peki bir cismin ısısı olur mu? Olursa nasıl ölçeriz?
- Ekin: Bir cismin ısısı olur mu?.. Bir cismin sıcaklığı olur. Gerçi mesela vücut ısısı da diyoruz mesela. Vücudumuzun şeyine. Vücut ısısı 37 derecedir diyoruz. (T38) Ama... Hocam böyle soru sorsaydınız ben çalışırdım, çalışıp gelirdim.
- HŞK: Yo şu an bildiğini görmek daha iyi.
- Ekin: Isı ve sıcaklık kavramları sanki çok yakınmış gibi ama öğretmenlerimizin öğrettiği kadarıyla çok farklı şeyler. (Q05) Ama ben hala ikisinin de kavram olarak ne olduklarını bilmiyorum.  
(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 01-02. dakikalar arası)

Konuşmadan da anlaşıldığı üzere, birbirine ters iki kodun aynı anda gösterilmesi, katılımcının bilgi olarak ısı ve sıcaklık kavramlarının birbirinden farklı kavramlar olduğunu bildiğini ancak kavramsal olarak bunu tam olarak ayırt edemediği için kimi zaman ısı ve sıcaklık sözcüklerini birbiri yerine kullandığını düşündürmektedir. Günlük yaşamdaki yanlış kullanımların bu duruma etkisi olduğu konuşmadan anlaşılmaktadır.

Şekil 18’de daha sonraki dakikalarda (T03) yani “Bir madde ısı aldığında sıcaklığı artar / Bir madde dışarıya ısı verdiğinde sıcaklığı azalır” kodu saptanmıştır. Bu kod katılımcının şu söyleminden çıkarılmıştır:

- Ekin: Buzdolabı daha soğuk ve bunu koyduğumuz zaman etkileşim oluyor. Aralarında ısı alışverişi yapıyorlar. Isısı düşüyor. Isı alışverişi yapınca hem sıcaklığı düşüyor hem de aynı zamanda ısı enerjisi düşüyor bence. (T03)  
(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 04-05. dakikalar arası)

Katılımcının yukarıdaki söyleminden ısı veren bir maddenin sıcaklığının düşeceği görüşünü savunduğu anlaşılmaktadır. Katılımcı bu görüşüne aykırı bir düşünceyi görüşme boyunca dile getirmemiştir.

Görüşmenin ilerleyen dakikalarında ısı ve sıcaklık arasındaki neden-sonuç ilişkisi sorgulanmıştır. Bu sırada Şekil 18’de görülen ve birbirini destekleyen (Q44) yani “Isının varlığının nedeni sıcaklıktır / Sıcaklık artarsa ısı da artar”, (Q19) yani “Isının varlığının nedeni sıcaklık farkıdır”, (T05) yani “Sıcaklık arttığı için maddenin sakladığı ısı artar” kodları belirlenmiştir. Bu sırada geçen konuşmalara şöyle örnek verilebilir:

- HŞK: Isıl enerjiyle sıcaklık arasında bir ilişki ya da fark var mı?
- Ekin: Vardır hocam. Aslında ısı, sıcaklık ve ısı enerji arasında var. Çünkü hepsi aynı kavramlar. Yani aynı kavramlar demeyeyim, birbirine bağlı kavramlar. Sonuçta sıcaklık olmazsa, ısı da olmaz. (Q44) Şu anda şöyle düşünüyorum. Isı olmazsa ısı enerji de olmaz... gibi... Yani sıcaklıkla ısı enerji arasında da bir... en azından bir ilişki vardır.
- HŞK: Şeyi sorayım; ısı ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi tanımlarken doğru orantılı demiştin.
- Ekin: Hı hı.
- HŞK: Hangisi neden, hangisi sonuç?
- Ekin: Neden olan sıcaklık, (Q44)
- HŞK: Sıcaklık artarsa mı?..
- Ekin: Sonuç olan ısı. Sıcaklık artarsa ısı da artar.
- HŞK: Hımm... Isı artarsa sıcaklık artar demiyorsun.
- Ekin: Yani... Isının artmasını sıcaklığın artması sağlıyor. (T05)
- .....
- HŞK: O zaman şu defterin ısı var mıdır?
- Ekin: Vardır şu anda öyle düşünüyorum.
- HŞK: Başta yok demiştin. Onun nedeni neydi, yok demenin?
- Ekin: Ölç dediniz çünkü, ölçemiyoruz. Hani ölçülemeyen bir şey de var.
- HŞK: Peki var demenin nedeni ne?
- Ekin: Var dememin nedeni... Sonuçta hocam bir sıcaklığı değişiyor. (Q19) Buzdolabından çıkarttık, odaya koyduk. Arada bir ısı alışverişi...
- HŞK: Değişmese sıcaklığı?

- Ekin: Efendim?
- HŞK: Sıcaklığı değişmese?
- Ekin: O zaman olmaz. Yani ısısı değişmez.
- HŞK: Isının değişmemesi ısının olmadığını mı gösteriyor?
- Ekin: Yok hayır. Var işte yani. Ölçemiyoruz ama var. Bilimde ölçemediğimiz şeylere yok diyoruz.
- .....
- Ekin: Sonuçta ısını ölçemiyoruz ama ısısı var. Çünkü belli bir sıcaklığı var. Sıcaklığı varsa ısısı da vardır... diye düşünüyorum. (Q44)
- (Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 23-27. dakikalar arası)

Yukarıdaki konuşmadan, katılımcının ısının varlığının nedenini sıcaklığa bağladığı görülmektedir. Ayrıca maddelerin ısıyı sakladığını düşündüğü önceden belirtilmişti. Katılımcı, bu maddece saklanan ısının da sıcaklığa bağlı olduğu düşünmektedir. Bu durum, özellikle (Q44) ve (T05) kodlarının yinelenme sıklığı ve paralelliği ile anlaşılmaktadır. Bu iki kod arasında bir ilişki olduğu sonucuna varılabilir. Bir maddenin ısıyı saklamasını da maddenin sıcaklığının varlığı veya sıcaklığın değişmesi ile açıklıyor oluşu da bu durumu desteklemektedir.

### ***Ekin'in Birinci Görüşmede Isı ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

İç enerji (ısıl enerji) ve ısı arasındaki ilişki konusunda katılımcının görüşleri ile ilgili olarak, Şekil 18'de görülen (E31) yani "Isıl enerji, suyun ısısıyla ilgili bir enerjidir", (E32) yani "Isıl enerji ile ısı birbirine yakın kavramlardır", (E18)- (Q29) yani "Isı ve ısıl enerji başka kavramlardır", (E33) yani "Bir binanın ya da evin ısınmasında ısıl enerji kullanılır" ve (E07) "Isıl enerji, ısıya bağlı olan bir enerjidir. / Isı ile ısıl enerji doğru orantılıdır" kodları saptanmıştır. Görüşme dökümlerinden bu kodların rastlandığı konuşmalara şöyle örnekler verilebilir:

- HŞK: Yani ısıdan farkı ne?
- Ekin: Yani mesela... ısıyı hayata geçirebildiğimiz diyeyim. Mesela, örneğin kaplıcalar... Kaplıcaların içine girip mesela... Denildiğine göre çok sağlıklı bir şeymiş. İçine girip kasların gevşemesini falan sağlıyormuş bildiğim kadarıyla. Bunu kullanabildiğimiz, ısıyı kullanabildiğimiz, yani hayata geçirebildiğimiz bir enerji çeşidi, termal enerji.
- HŞK: Yani?
- Ekin: Suyu. Suyun ısıyla (E32) olan bir şey (E31). Mesela hidro...
- HŞK: Su olmazsa ısı enerjiden bahsetmiyor muyuz?
- Ekin: Yani mesela termal enerjinin çeşitleri var hocam, jeotermal, hidrotermal... onları biliyorum. Mesela hidro termal suyla olan.
- .....
- HŞK: Hayata geçirmekten kastını ben anlayamadım da.
- Ekin: Yani mesela örneğin, buzun hal değişimi sırasında, ya da ne bileyim, buharlaşması sırasında ısı enerjisini ölçebiliyoruz. Alınan ısı verilen ısı falan ama bu mesela, evimizde kullandığımız kaloriferler (E33) ya da ne bileyim bir oteli ısıtmada kullanılan, ya da bir saunayı, hamamı ısıtmada kullanılan o enerji... bu ısı enerjisinden kaynaklanmıyor.
- .....
- HŞK: Termal enerji ve ısı farklı şeyler diyorsun?
- Ekin: Şöyle düşündüğüme göre farklı.
- HŞK: Yani ısı enerjisiyle ısı farklı şeyler?
- Ekin: Evet. (E18-Q29)
- HŞK: Aradaki fark, birinin kullanılması, öbürünün kullanılmaması mı?
- Ekin: Yani ısı enerjisini de kullanabiliyoruz ama her ortamda değil. Mesela evimizde kullanamayız. (E33)
- .....
- Ekin: Isının artmasını sıcaklığın artması sağlıyor.
- HŞK: Peki ısı enerjisiyle böyle bir ilişki kurabilir misin?
- Ekin: Isı enerjisiyle..
- HŞK: Isı ya da sıcaklık arasında.
- Ekin: Yani bence onunla da doğru orantılı. Yani ısı artarsa ya da sıcaklık artarsa ısı enerjisi de artabilir. (E07)
- HŞK: Sıcaklık artarsa...

- Ekin: Hı hı.
  - HŞK: Isı artar. Isı artarsa ısı enerji mi artar diyorsun?
  - Ekin: Sıcaklık artarsa ısı enerji artar diyorum hocam.
  - HŞK: Hepsinin kaynağı, hepsinin nedeni sıcaklık artışı, öyle mi?
  - Ekin: Evet.
- (Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 20-25. dakikalar arası)

Yukarıdaki örnek konuşmadan ve de görüşme dökümlerinin kodlanmasından elde edilen Şekil 18'deki verilerden, katılımcının ısı ve ısı enerji kavramlarının farklı ama birbirine yakın kavramlar olduğunu düşündüğünü görmekteyiz. Isı enerjinin büyük düzeneklerin ısıtılmasında kullanılan bir enerji çeşidi olduğunu düşünen katılımcı, bu durumu “suyun ısısı” veya “hidrotermal” terimleriyle ifade etmektedir. Buradan da suyun sakladığı ısı ile ısı enerji arasında bir ilişki kurulduğu görülmektedir. Yani ısı enerji de katılımcı tarafından ısıya bağımlı ve ısının özel bir durumu olarak tanımlanmıştır. Buradaki bir diğer vurgu da bu enerjinin kullanılabilir oluşudur. Kullanılabilirlik ısı ile ısı enerji arasındaki önemli ayrımlardan biridir. Bir diğer ayrım ise kütle olarak gösterilmiştir.

### ***Ekin'in Birinci Görüşmede Sıcaklık ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Sıcaklık ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiye dair, Şekil 18'de birbirini destekler biçimde (T21) yani “Sıcaklık artarsa ısı enerji de artar. / Sıcaklık azalırsa ısı enerji de azalır” ve (E10) yani “Isı enerji, sıcaklığa bağlı olan bir enerjidir. / Sıcaklıkla ısı enerji doğru orantılıdır” kodları belirlenmiştir. Bu sırada katılımcı ile yapılan görüşmede şöyle bir konuşma geçmiştir:

- HŞK: Peki ısı enerjiyle böyle bir ilişki kurabilir misin?

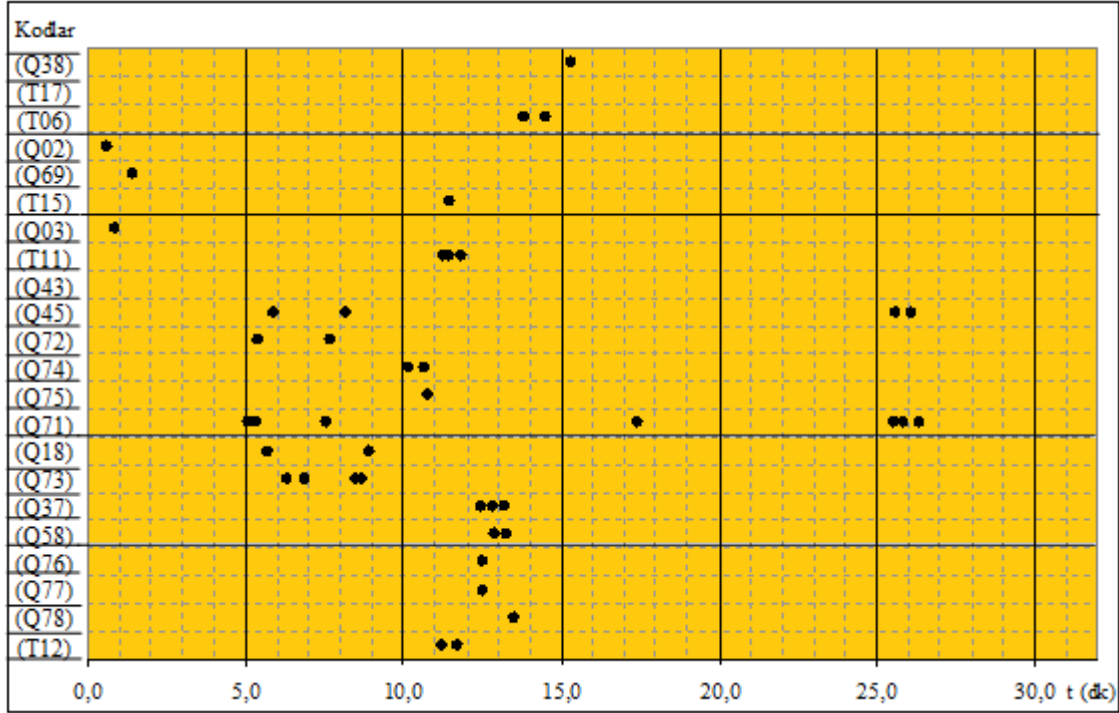
- Ekin: Isıl enerjiyle?..
  - HŞK: Isı ya da sıcaklık arasında.
  - Ekin: Yani bence onunla da doğru orantılı. Yani ısı artarsa ya da sıcaklık artarsa ısı enerji de artabilir.
  - HŞK: Sıcaklık artarsa...
  - Ekin: Hı hı.
  - HŞK: Isı artar. Isı artarsa ısı enerji mi artar diyorsun?
  - Ekin: Sıcaklık artarsa ısı enerji artar diyorum hocam. (T21)
  - HŞK: Hepsinin kaynağı, hepsinin nedeni sıcaklık artışı, öyle mi?
  - Ekin: Evet.
  - HŞK: Sıcaklık arttığı için ısı da artıyor, ısı enerji de artıyor diyorsun. (E10-T21)
  - Ekin: Yani ben öyle diyorum.
- (Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 24-26. dakikalar arası)

Yukarıdaki konuşmada görüldüğü gibi, katılımcı ısı enerjinin varlığının ve değişmesinin nedenini de hem dolaylı olarak hem de doğrudan sıcaklığa bağlamaktadır. Katılımcı sıcaklık artışının ısı enerjisi de arttıracağını düşünmektedir.

#### **4.2.3.1.3. Ekin'in Birinci Görüşmede Kavramların Nicel Yapısı ile İlgili Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarının nicel boyutunu nasıl gördüğü incelenmiştir. Bu amaçla ısı, sıcaklık ve iç enerjinin nicel sınırları, birimleri, ölçülebilirlik veya hesaplanabilirlik durumu, nicel olarak değerinin nasıl bulunduğu ilişkin görüşleri ve bu değere etki eden etmenler ile özelliklerine ilişkin düşünceleri betimlenmiştir. Ekin'in birinci görüşmedeki kavramların nicel yapısı ile ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 19'da görülmektedir.

Şekil 19. Ekin'in birinci görüşmedeki kavramların nicel yapısı ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 19, üç kavramın nicel yapıları ile ilgili kodları içermektedir. Bu kodlar temalara göre ayrı ayrı ele alınarak birlikte incelenmiştir.

### ***Ekin'in Birinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Birimlerine İlişkin Görüşleri***

Katılımcı, ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarına ilişkin görüşlerini dile getirirken bu kavramların nicel yapısına ilişkin de düşüncelerini belirtmiştir. Bunun üzerine, ayrıca kavramların nicel boyutu ile ilgili sorulara geçilmiş ve katılımcının görüşleri alınmıştır. Katılımcıda ilk olarak birimlerle ilgili (Q02) yani “Isının birimi kaloridir”, (Q69) yani “Isının birimi derecedir” ve (T15) yani “Sıcaklığın birimi

santigrat/Kelvin/Fahrenheit/Celcius derecedir” kodları saptanmıştır. Bu sıradaki konuşmalar şöyledir:

- Ekin: Hımm... Kavram olarak... nasıl açıklayayım... Isı enerjisi diyoruz genelde ama birimi kalori (Q02) olan kalorimetreyle (Q03) ölçülen bir enerji çeşidi.
- HŞK: Peki bir cismin ısısı olur mu? Olursa nasıl ölçeriz?
- Ekin: Bir cismin ısısı olur mu?.. Bir cismin sıcaklığı olur. Gerçi mesela vücut ısısı da diyoruz mesela. Vücudumuzun şeyine. Vücut ısısı 37 derecedir (Q69) diyoruz. Ama... Hocam böyle soru sorsaydınız ben çalışırdım, çalışıp gelirdim. (Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 00-02. dakikalar arası)
- Ekin: Ya, kavram olarak açıklayamıyorum ama termometreyle (T11-T12) ölçüyoruz. İıı... işte... Aslında sıcaklığı mesela bu Fahrenheit, Kelvin gibi birbirine değişik birimlerde elde edebiliyoruz. Celcius. (T15)
- HŞK: Yani? Fiziksel bir büyüklük diyorsun.
- Ekin: Evet. Çünkü ölçebiliyoruz.
- HŞK: Birimi olan, değeri olan. Ölçebiliyoruz. Nasıl ölçüyoruz?
- Ekin: Termometreyle. (Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 11-12. dakikalar arası)

Katılımcı, ilk önce ısıнын birimini kalori olarak ifade etmiştir. Ancak günlük yaşamda yanlış kullanılan “vücut ısısı” sözü, katılımcının sıcaklığı belirtirken “ısı” demesine neden olmuştur. Ekin’in ısıнын birimini kitabi bilgi olarak bildiği ancak günlük yaşamdaki yanlış kullanımlardan etkilendiği söylenebilir. Ayrıca Ekin, sıcaklığı ifade etmek için kullanılan birimleri de bilmektedir.

***Ekin'in Birinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Ölçülebilirlik veya Hesaplanabilirlik Durumuna İlişkin Görüşleri***

Daha önceki kısımlarda Ekin'in bir maddenin ısı sakladığı ancak iç enerjisinin olmadığı yönünde düşünceleri betimlenmişti. Burada ise Ekin'in özellikle ısı ve iç enerjinin ölçülüp ölçülemeyeceği veya bir maddenin sakladığı ısıнын hesaplanıp hesaplanamayacağı konusundaki düşünceleri incelenmiştir. Ayrıca ölçülebiliyor ise ölçüm aletleri hakkındaki bilgisi de bu bölümde incelenmiştir.

Yapılan görüşmede ilk olarak (Q03) yani “Isı kalorimetre ile ölçülür” kodu belirlenmiş, sıcaklık ile ilgili konuşmalar sırasında da (T11) yani “Sıcaklık termometre ile ölçülür” koduna rastlanmıştır. Bir önceki konuşmalarda bu kodlar görülebilir. Çünkü katılımcı, birimleri ve ölçüm aletlerini birlikte söylemiştir. Yani buradan (Q02) ile (Q03) kodları arasında ve (T15) ile (T11) kodları arasında kurulan ilişki görülebilmektedir.

Daha sonra Ekin'in maddenin sakladığını düşündüğü ısıнын hesaplanıp hesaplanamayacağı konusu görüşülmüştür. Bu konuyla ilgili olarak Ekin'in söylemlerinde birlikte yinelenen (Q45) yani “Isı, sadece alışveriş sırasında ölçülebilir”, (Q72) yani “Isı hal değişimi sırasında hesaplanabilir”, (Q71) yani “Isı hesaplanamaz” kodları ve yine birlikte yinelenen (Q74) yani “Belli başlı maddelerin ısıısı hesaplanabilir” ile (Q75) yani “Saf olmayan maddelerin ısıısı hesaplanamaz” kodları saptanmıştır. Bu kodların saptandığı konuşmalara şöyle örnek verilebilir:

- HŞK: Nasıl hesaplayabilirsin? Ya da ölçebilmen gerekir.
- Ekin: İşte... onu hesaplayamayız. (Q71) Bence. Çünkü ısı enerjisi varsa, evet dediğiniz gibi hesaplanması gerekiyor. Ama bunu hesaplayamayız. Defteri mesela, ısıısını.

- HŞK: Hesaplayamayız. O zaman yok mu diyeceğiz?
- Ekin: O zaman yok dememiz gerekiyor. Çünkü var dediğimde hesapla diyeceksiniz. Mesela hesaplayamam o şekilde. (Q71) Ama mesela bu, buz eriyor, ondan sonra buhar haline geliyor. (Q72) Onu hesaplayabiliyoruz.
- HŞK: Neyi hesaplıyoruz orada?
- Ekin: Isı enerjisini.
- HŞK: Nasıl hesaplıyoruz?
- Ekin: Mesela buz, bir etkileşimde bulunuyor. Diyelim suyun içinde.  $Q = m.c.\Delta T$ 'den alınan ısı verilen ısı eşit oluyor ve o şekilde hesaplıyoruz. (Q45)
- .....
- Ekin: Isı değişimi aslında. Mesela o  $\Delta T$ , ilk sıcaklık eksi... son sıcaklık eksi ilk sıcaklıktan aradaki, ilk haliyle son hali arasındaki ısı enerjisini hesaplıyoruz. (Q45)
- .....
- Ekin: Hesapladığımıza göre buzun mesela ilk başta bir enerjisi olması gerekiyor. Çünkü son halinden ilk halini çıkartıyoruz.
- .....
- HŞK: Defterin ısını hesaplayamıyorsun ama buzun ısısını nasıl hesaplıyoruz o zaman?
- Ekin: Hal değiştirdiği için. (Q72)  
(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 05-08. dakikalar arası)
- HŞK: Şu defterinkini hesaplayamadın çünkü.
- Ekin: Evet hesaplayamıyoruz. Belli başlı şeyleri hesaplayabiliyoruz... (Q74)  
Belki hal değiş... gerçi hal değiştirmeden de hesaplayabiliyoruz buzunkini ama...
- .....
- Ekin: Belki hocam, öz ısısını bilmediğimiz için. Ya da saf olmadığı için. (Q75)  
(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 10-11. dakikalar arası)
- HŞK: O zaman şu defterin ısı var mıdır?
- Ekin: Vardır şu anda öyle düşünüyorum.
- HŞK: Başta yok demiştin. Onun nedeni neydi, yok demenin?

- Ekin: Ölç dediniz çünkü, ölçemiyoruz. (Q71) Hani ölçülemeyen bir şey de var.
- HŞK: Peki var demenin nedeni ne?
- Ekin: Var dememin nedeni... Sonuçta hocam bir sıcaklığı değişiyor. Buzdolabından çıkarttık, odaya koyduk. Arada bir ısı alışverişi... (Q45)  
(Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 25-26. dakikalar arası)

Yukarıdaki konuşmalardan da görüldüğü gibi, katılımcı bir maddenin sakladığını düşündüğü ısıyı hesaplama sıkıntısı çekmekte ve bu nedenle hesaplanamaz demektedir. Ancak bu hesaplanamaz cevabı kendisini tatmin etmemekte, bu yüzden hesaplayamıyor olmasının nedenlerini düşünmektedir. Bu yüzden ısının hal değişimi sırasında ya da ısı alışverişi sırasında ölçülebileceği, diğer durumlarda ölçmenin olanaklı olmadığı gibi bir düşünce ileri sürmektedir. Bu görüşleri içeren kodlar olan (Q45), (Q72) ve (Q71) arasında bir ilişki olduğu da Şekil 19'da birlikte yineleniyor olmalarından anlaşılmaktadır. Daha sonra katılımcı, hal değiştirmeyen veya ısı dengede bulunan maddelerin sakladığını düşündüğü ısının neden hesaplanamadığı konusunda düşünmüş ve bunun için de saf madde olmama veya belli başlı başka özelliklerini bilmeme gibi nedenlere bağlamaya çalışmıştır. Ancak bu cevapların katılımcının kendisini de inandırmadığı ses tonundan ve emin olmayan söylemlerinden anlaşılmaktadır. Benzer olarak, bu düşünceleri içeren (Q74) ve (Q75) kodları arasında da ilişki olduğu söylenebilir.

Ekin'in sıcaklığın ölçülebilirliği ile ilgili bir kuşkusu yoktur. Sıcaklığı termometre yardımı ile doğrudan ölçülebildiğini düşünmektedir. Bu yüzden sıcaklığın hesaplanması ile ilgili sorulara gerek görülmemiştir.

### ***Ekin'in Birinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Sınırlarına İlişkin Görüşleri***

Katılımcıya bir maddenin sakladığı ısı ve sıcaklığın bir sınırı olup olmadığı sorulmuştur. Katılımcının iç enerjiyi ısı ile ilişkilendirmiş olması ve bir maddenin iç enerjiye sahip olmadığını düşünmesi nedeniyle iç enerjinin sınırları sorulmamıştır. Görüşme dökümlerinde bu konuyla ilgili olarak (T06) yani “Sıcaklığın alt ve üst sınırı yoktur” ve (Q38) yani “Isının sınırı yoktur” kodlarına rastlanmıştır. Bu kodların belirlendiği konuşmalar şöyledir:

- HŞK: Peki sıcaklığın alt ve üst sınırı var mı?
- Ekin: Nasıl yani?
- HŞK: Alt veya üst sınırı. Yani şu kadar derece sıcaklıktan daha yüksek sıcaklıkta bir cisim olamaz ya da şu kadar sıcaklıktan daha düşük bir sıcaklıkta olamaz gibi.
- Ekin: Bence yok hocam.
- HŞK: Yok. Yani +1000 °C de olur, -1000 °C olur.
- Ekin: Hı hı, evet. (T06)
- HŞK: +10.000 °C de olur, -10.000 °C de olabilir bir şeyin sıcaklığı diyorsun.
- Ekin: Aslında belli bir sıcaklıktan sonra... hani hiçbir madde olamaz. Çünkü eriyor. Ne bileyim... Öyle düşünüyorum.
- HŞK: Ama sonuçta ortamda bir madde yok mudur?
- Ekin: Vardır aslında. Doğru. Mesela Güneş olarak düşündüğümde Güneş'te de var. Mesela gazlar... Doğru hocam. Yani belli bir şeyi olamaz, sınırı. (T06)
- HŞK: Üst sınır... Alt sınır?
- Ekin: Alt sınır zaten olamaz.
- HŞK: İstedğimiz kadar soğutabiliriz. İstedğimiz kadar sıcaklığı düşürebiliriz.
- Ekin: Elimizdeki şeylere göre... mesela hocam tutup -10.000 °C yapamayız belki. O sıcaklıkları...
- HŞK: -1000 °C yapabilir miyiz mesela? Ya da -500 °C?

- Ekin: Ha işte bu hani... fizik laboratuvarlarında belki yapılabilir. Ben daha hiç görmedim ama.
  - HŞK: Yani teknik olarak...
  - Ekin: Evet.
  - HŞK: Teknik yeterliliğimize bağlı diyorsun.
  - Ekin: Evet.
  - HŞK: O zaman ısının da alt ve üst sınırı yoktur mu diyorsun? Çünkü doğru orantılı demiştin ya?
  - Ekin: Yoktur. (Q38)
- (Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 13-16. dakikalar arası)

Yukarıdaki konuşmadan, Ekin'in sıcaklığın alt veya üst sınırının olmadığı düşüncesine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Katılımcı, sıcaklığın değerinin elimizdeki teknik olanaklarla kısıtlı olduğunu düşünmekte, doğal bir sınırının bulunmadığını söylemektedir. Katılımcının ısının nedeninin de sıcaklık olduğunu düşündüğü daha önceki bölümlerde belirtilmişti. Bu nedenle katılımcı, ısının da sınırının olmadığını düşünmektedir.

### ***Ekin'in Birinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Değerine İlişkin Görüşleri***

Katılımcıya ısının nasıl hesaplandığı sorulmuştur. Katılımcının verdiği cevaplarda önce (Q18) Yani “ $Q = mc\Delta T$  alınan veya verilen ısıdır” ve (Q73) yani “ $Q = mc\Delta T$  bize ısı değişimini verir” kodları belirlenmiştir. Bu kodları içeren konuşmalara şöyle örnek verilebilir:

- HŞK: Nasıl hesaplıyoruz?
- Ekin: Mesela buz, bir etkileşimde bulunuyor. Diyelim suyun içinde.  $Q = m.c.\Delta T$ 'den alınan ısı verilen ısı eşit oluyor (Q18) ve o şekilde hesaplıyoruz.

- HŞK:  $Q=m.c.\Delta T$ . Peki bu ifade sana neyi anlatıyor, neyi çağrıştırıyor?... Yani  $Q = m.c.\Delta T$ 'yle hesapladığın değer nedir?
  - Ekin: Isı değişimi aslında. Mesela o  $\Delta T$ , ilk sıcaklık eksi... son sıcaklık eksi ilk sıcaklıktan aradaki, ilk haliyle son hali arasındaki ısı enerjisini hesaplıyoruz.
  - HŞK: Isı değişimi diyorsun.
  - Ekin: Evet ısı değişimini. (Q73)
  - HŞK: O zaman neden  $\Delta Q$  dememişiz,  $Q$  demişiz?
  - Ekin: Hımm...
  - HŞK: Sence?
  - Ekin:  $\Delta Q$  bir değişimi ifade eder...  $Q$  denmiş. Yani...
  - HŞK: Yani enerjisi var ve değişir mi demek istiyorsun yoksa farklı bir şey...
  - Ekin: Hesapladığımıza göre buzun mesela ilk başta bir enerjisi olması gerekiyor. Çünkü son halinden ilk halini çıkartıyoruz. (Q73)
- (Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 05-07. dakikalar arası)

Yukarıdaki konuşma bize, Ekin'in ısının  $Q = m.c.\Delta T$  bağıntısı ile hesaplandığını bildiğini göstermektedir. Burada hesaplanan ısının alınan veya verilen ısı olduğu dile getirilmektedir. Ancak söylemleri bu bağıntı ile hesaplanan değer ısı değil, ısı değişimi olduğunu düşündüğünü de göstermektedir. Ancak bağıntıda neden " $\Delta Q$ " yerine " $Q$ " simgesinin kullanıldığını açıklayamamaktadır. Şekil 19'da ve konuşmada (Q18) ve (Q73) kodlarının ardışık olarak görülmesi de aralarında bir ilişki olabileceği sonucuna götürmektedir.

Isı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişkinin daha önce doğru orantılı olduğunu belirten katılımcıya, bu durum nicel olarak sorulmuştur. Görüşme dökümlerinin bu kısmında (Q37) yani "Maddenin sakladığı ısı,  $Q = mc\Delta T$  ile hesaplanır" ve (Q58) yani "Maddenin sakladığı ısı, suyun donma noktasına ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) göre hesaplanır" kodları saptanmıştır. Bu sıradaki konuşma şöyle gerçekleşmiştir:

- HŞK: Madem öyle, bunun bir tanımı olmalı.
  - Ekin: Evet. Tanımı olmalı, işte ben tanımını yapamıyorum hocam. Isının ve sıcaklığın arasındaki farkın ne olduğunu ve kavram olarak istediğinizde ben onu cevaplayamıyorum.
  - HŞK: İlişisini biliyor musun?
  - Ekin: Aslında sıcaklık arttığında ısı da artar. Yani doğru orantılıdır, diye düşünüyorum.
  - HŞK: Doğru orantılıdır dersin ben şunu anlarım – doğru mu? – mesela birini iki katına çıkarırsam diğeri de iki katına çıkar.
  - Ekin: Hayır. Çünkü ısı, hem kütleye (Q76), hem özısıya, yani cinsine de (Q77) bağlıdır. (Q37)
  - HŞK: Aynı maddenin sıcaklığını 20 °C’den 40 °C’ye çıkartırsam, ısısını da iki katına mı çıkarmış olurum?
  - Ekin: Aslında evet. (Q37-Q58)
  - HŞK: O zaman, o esnada verdiğin enerji 20 °C’deki ısısına mı eşit olur? O mantıkla.
  - Ekin: Yani... İlk baştaki enerjisini verdiğimizde iki katına çıkıyor. (Q58)
  - HŞK: Hımm... O zaman şöyle soracağım; sıcaklık -10 °C’ye o zaman enerjisi de mi negatif olacak?
  - Ekin: Enerjisi negatif olamaz. (Q78) Yani...
  - HŞK: ısısı, ısısı da mı negatif olacak?
  - Ekin: Isı negatif olamaz diye biliyorum. Enerji...
- (Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 12-14. dakikalar arası)

Daha önceki bölümlerde katılımcının bir maddenin ısıya sahip olduğunu düşündüğü belirtilmişti. Bu konuşmada da katılımcı maddenin sakladığı ısıнын sıcaklıkla doğru orantılı olarak değiştiğini belirtmektedir. Sayısal olarak birbirinin iki katı gibi görünen iki sıcaklık değeri ile örnek verilmiştir. Katılımcı ise ısıнын iki katına çıktığını belirtmiştir. Aslında katılımcı burada ısı hesabını suyun donma noktası olan “0°C”ye göre yapmaktadır. Benzer bir örnek Celcius ölçeklendirmesi ile eksi çıkan bir sıcaklık değeri ile verildiğinde ise ısıнын eksi değerde olamayacağını belirtmiştir. Burada  $Q = m.c.\Delta T$  bağıntısını, suyun donma noktasını ilk sıcaklık olarak almakta ve maddenin

sakladığını düşündüğü ısıнын hesabını da buna göre yapmaktadır. Öyleyse, (Q37) ve (Q58) kodları arasında bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Katılımcı sıcaklık ve iç enerjinin hesaplanması konusunda görüş belirtmemiştir. Bunun nedeni sıcaklığın hesaplanmak yerine doğrudan ölçümle bilinebildiğini ve bir maddenin iç enerjinin ise var olmadığını daha önceden belirtmiş olmasından ötürü kendisine bu konuda soru sorma gereği duyulmamış olmasıdır.

***Ekin'in Birinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Değerine Etki Eden Etmenler ve Özelliklerine İlişkin Görüşleri***

Bir önceki başlıkta belirtilen ısıнын nicel değerine etki eden etmenler ve bir takım özellikler ile ilgili olarak (Q76) yani “Bir maddenin ısıнын hesaplanmasında kütlesi belirleyicidir”, (Q77) yani “Bir maddenin ısıнын hesaplanmasında maddenin cinsi belirleyicidir” ve (Q78) yani “Isı eksi değerde olmaz” kodları saptanmıştır. Bu kodlara ilişkin bir önceki konuşmadaki söylemler örnek verilebilir.

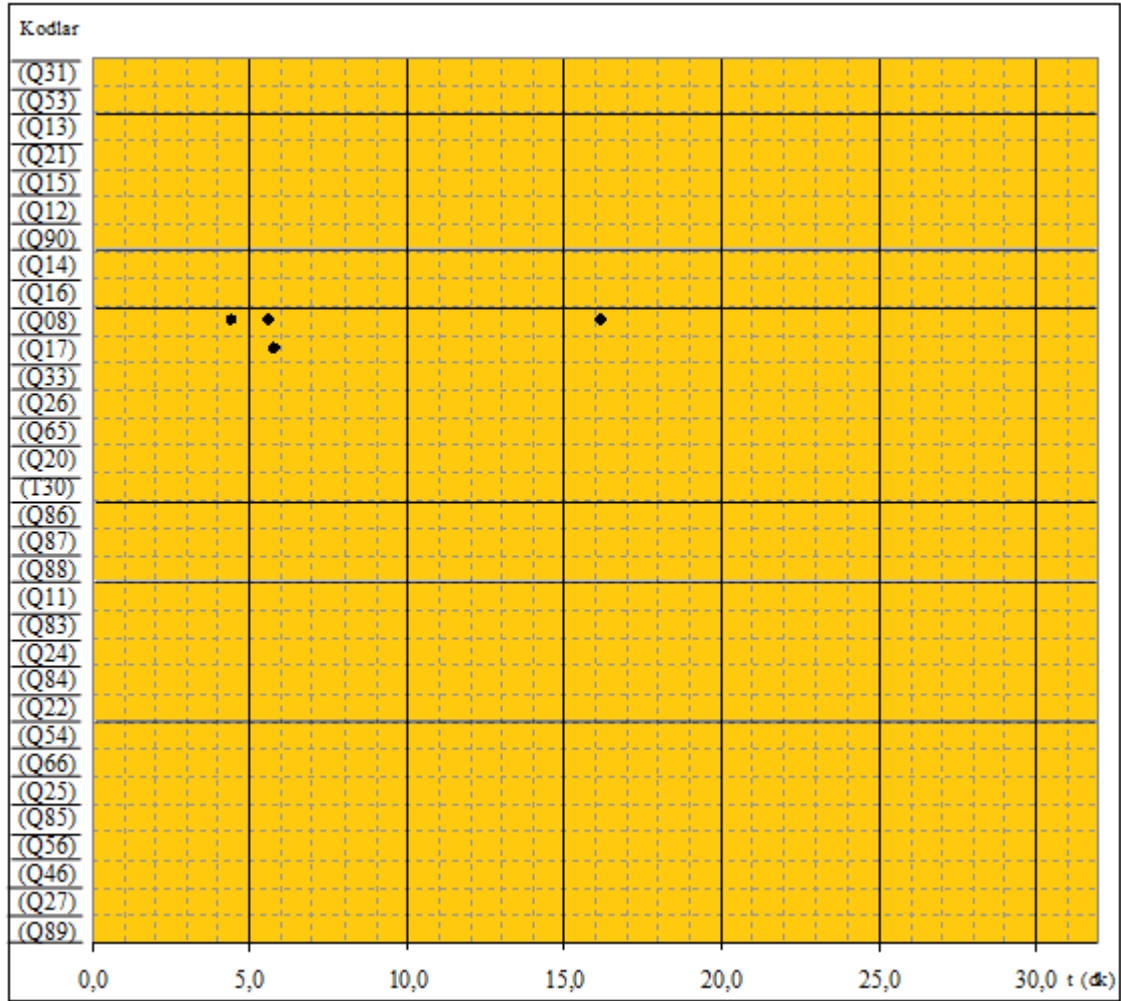
Ekin adlı katılımcı, ısıнын hesaplanmasında kütlenin ve maddenin türünün belirleyici etkisini  $Q = m.c.\Delta T$  bağıntısı yardımı ile söylemektedir. Bu durumda bir önceki başlıkta belirtilen (Q37) kodu ile (Q76) ve (Q77) kodları arasındaki ilişki olduğu görülmektedir. Bu durumda dolaylı olarak da (Q78) kodu ile de ilişkiden söz edilebilir.

Sıcaklık ile ilgili olarak da (T12) yani “Sıcaklık bir niceliktir” kodu görülmektedir. Bu kod, katılımcının sıcaklığın göreceli bir kavram olup olmadığı konusundaki görüşleri sorulduğu sırada, sıcaklığın birimiyle ilgili konuşmalar esnasında tespit edilmiştir. Katılımcı, sıcaklığın ölçülebilir bir fiziksel bir büyüklük olduğunu belirtmiştir.

#### **4.2.3.1.4. Ekin'in Birinci Görüşmede Isıl Dengenin Olmadığı Duruma İlişkin Görüşleri**

Bu kısımda Ekin'in ısııl dengenin olmadığı durumda gerçekleşen fiziksel olaylar ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Bu amaçla; ısııl dengenin olmadığı durumda enerjinin korunumu, ısıı aktarımının gerçekleşme biçimi, aktarım yönü, aktarımın gerçekleşmesi için gerekli koşullar ve kurallar, aktarımın iletim, taşınım ve ışıınım yöntemleri ile nasıl gerçekleştiği konusundaki düşünceleri betimlenmiştir. Ekin'e ilk görüşmede, ısıı aktarımı ve ısıı aktarım yolları ile ilgili sorular yöneltilmemiş olmasına karşın, Ekin temel kavramlarla ilgili görüşlerini belirtirken, ısıı aktarımına da değinmiştir. Bu görüşmede Ekin'den bu konuda alınan bilgiler bu nedenle kısıtlıdır. Ekin'in birinci görüşmedeki ısııl dengenin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 20'de görülmektedir.

Şekil 20. Ekin'in birinci görüşmedeki ısııl dengenin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 20, ısııl dengenin olmadığı durum ile ilgili kodları içermektedir. Şekilden de görüldüğü üzere, yalnızca bir temaya ilişkin kodlar belirlenmiştir. Belirlenen kodlar, (Q08) yani “Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur” ve (Q17) yani “Alınan ısı verilen ısıya eşittir” biçimindedir. Bu kodlar şu konuşmada görülebilir:

- Ekin: Buzdolabı daha soğuk ve bunu koyduğumuz zaman etkileşim oluyor. (Q08) Aralarında ısı alışverişi yapıyorlar. Isısı düşüyor. Isı alışverişi yapınca hem sıcaklığı düşüyor hem de aynı zamanda ısı enerjisi düşüyor. Bence.

.....

- Ekin: Mesela buz, bir etkileşimde bulunuyor diyelim suyun içinde. (Q08)  $Q = m.c.\Delta T$ 'den alınan ısı verilen ısı eşit oluyor ve o şekilde hesaplıyoruz. (Q17) (Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 03-05. dakikalar arası)

Katılımcı, ısı dengelinin olmadığı durumda farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımının olduğunu ve bu sırada alınan ve verilen ısıların eşit olduğunu düşünmektedir.

#### **4.2.3.1.5. Ekin'in Birinci Görüşmede Isıl Denge Durumuna İlişkin Görüşleri**

Bu kısımda Ekin'in ısıl denge durumunda gerçekleşen fiziksel olaylar ve denge anı ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Ekin ile yapılan ilk görüşmede, kendisine ısıl denge ile ilgili soru yöneltilmemiştir. Ancak Ekin temel kavramlarla ilgili görüşlerini belirttiği sırada konuyla ilgili olarak yalnızca bir kez bir koda rastlanmıştır. Görüşmenin 7. ve 8. dakikaları arasında (T39) yani "Yeterince uzun süre etkileşen maddelerin sıcaklıkları aynı olur" kodu belirlenmiştir. Bu durum şu konuşmadan görülebilir:

- HŞK: Peki şu defter... Burada masanın üzerinde varsayalım bir saattir duruyor.
- Ekin: Hı hı.
- HŞK: Sıcaklığı ne kadardır? Odanın sıcaklığı 25 derece olsa mesela.
- Ekin: Oda sıcaklığıyla aynıdır. (T39) (Ekin ile yapılan birinci görüşme, 02.03.2010, 07-08. dakikalar arası)

Katılımcı bu görüşünün uzun süre aynı odada bulunan bir maddenin sıcaklığının oda sıcaklığı ile aynı ve dengede olduğu biçiminde dile getirmiştir.

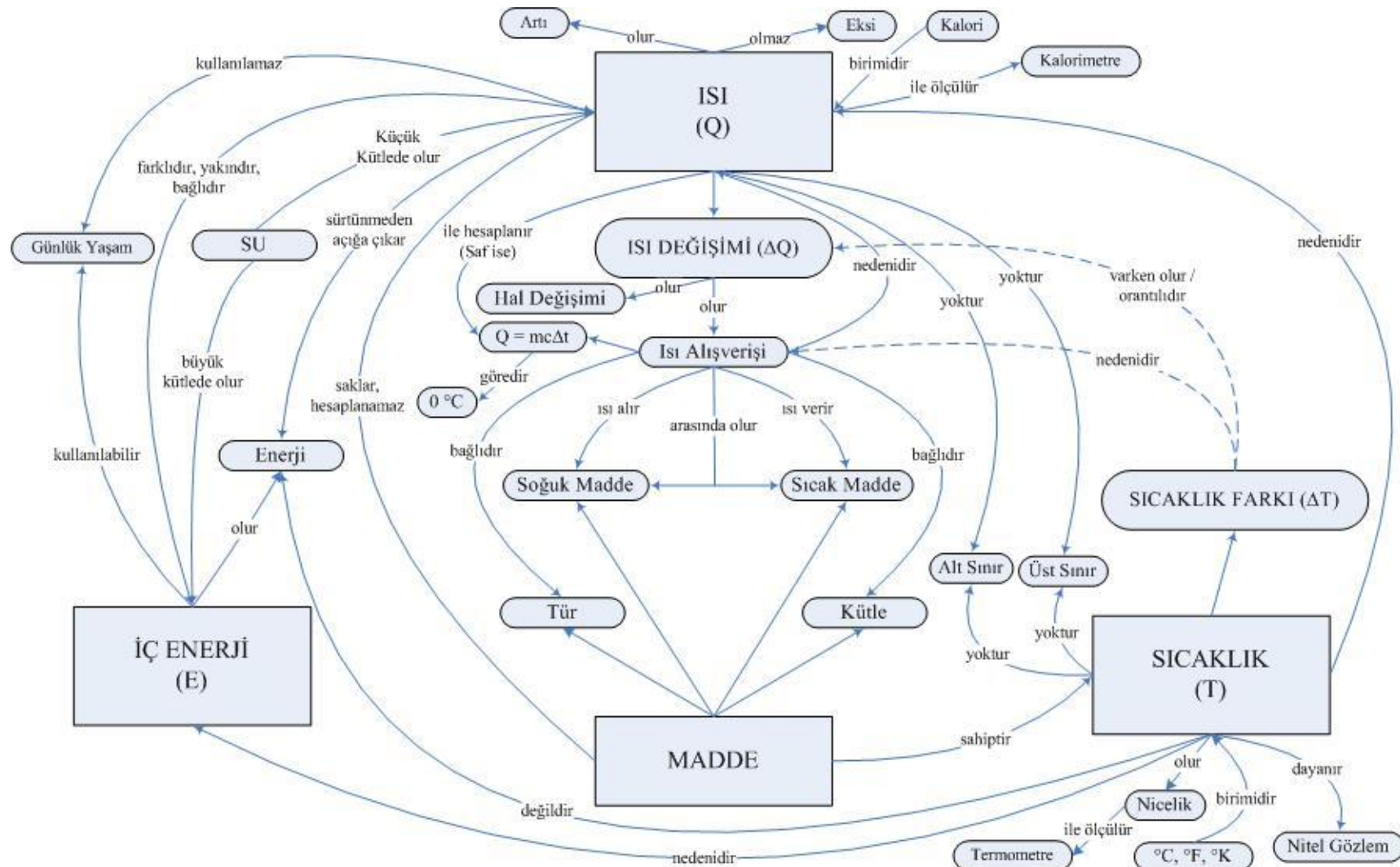
#### **4.2.3.1.6. Ekin'in Birinci Görüşmede Tanecikler Düzeyinde Gerçekleşen Olaylar ile İlgili Görüşleri**

Ekin adlı katılımcı ilk görüşmede tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylarla ilgili herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bunun nedeni, kendisine ilk görüşmede konuyla ilgili doğrudan soru yöneltilmemesidir.

#### **4.2.3.2. Ekin'in Birinci Görüşmedeki Görüşleri Üzerine Genel Değerlendirme**

Ekin ile yapılan ilk görüşme yardımı ile Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları ile ilgili olarak kavramsal yapısı betimlenmiştir. Bu görüşmede belirlenen kodlar göz önüne alındığında Ekin'in birinci görüşme sonundaki zihinsel yapısının yani Ekin'in zihninde oluşan kavramsal yapının betimlendiği kavram haritası Şekil 21'de verilmiştir. Ekin'e göre ısı sürtünmeden dolayı açığa çıkan bir enerjidir ve maddeler tarafından saklanır. Şekil 21'de sıcaklık ile ısı ve yine sıcaklık ile iç enerji arasındaki bağın neden-sonuç ilişkisi yönünden bağlı olduğu görülmektedir. Ayrıca madde, hem sıcaklığa hem de ısıya sahip olmasına karşın, iç enerjiye sahip değildir. Zaten iç enerji de suyun büyük kütledeki sahip olduğu ve de kullanılabilir durumda olan ısı olarak belirtilmiştir. Buradaki diğer önemli ve dikkat çekici husus ise ısı değişimi kavramının ortaya atılmış olmasıdır. Bu kavramın ortaya atılış sebebi de yine maddenin ısıya sahip olduğu düşüncesidir. Çünkü Ekin,  $Q = m.c.\Delta T$  ile verilen bağıntının neyi gösterdiğini bu yolla açıklamaktadır. Bu bağıntının ısı değişimini gösterdiğini düşünmekte ancak neden  $Q$  yerine  $\Delta Q$  kullanılmadığını açıklayamamaktadır. Bu bağıntıdan yararlanarak maddenin sakladığı ısıyı hesaplamaya çalışan katılımcı, bu hesaplamada suyun donma noktası olan  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'yi temel almaktadır. Bu durumda sıcaklığın Celcius termometresinde eksi değerde olduğu durumlardaki ısıyı açıklayamayan katılımcı, hal değişimi ya da sıcaklık değişimi olmadan ısının hesaplanamayacağını veya saf olmayan maddelerin

sakladığı ısıнын hesaplanamayacağı savlarını ileri sürmüştür. Ekin'e göre ısı ve sıcaklığın doğal sınırları yoktur. Ayrıca sıcaklık nitel gözleme dayandığı gibi aynı zamanda niceliktir de. Ancak sıcaklık enerji değildir.



Şekil 21. Ekin'in birinci görüşmedeki görüşlerinin araştırmacı tarafından kavram haritası biçiminde gösterimi

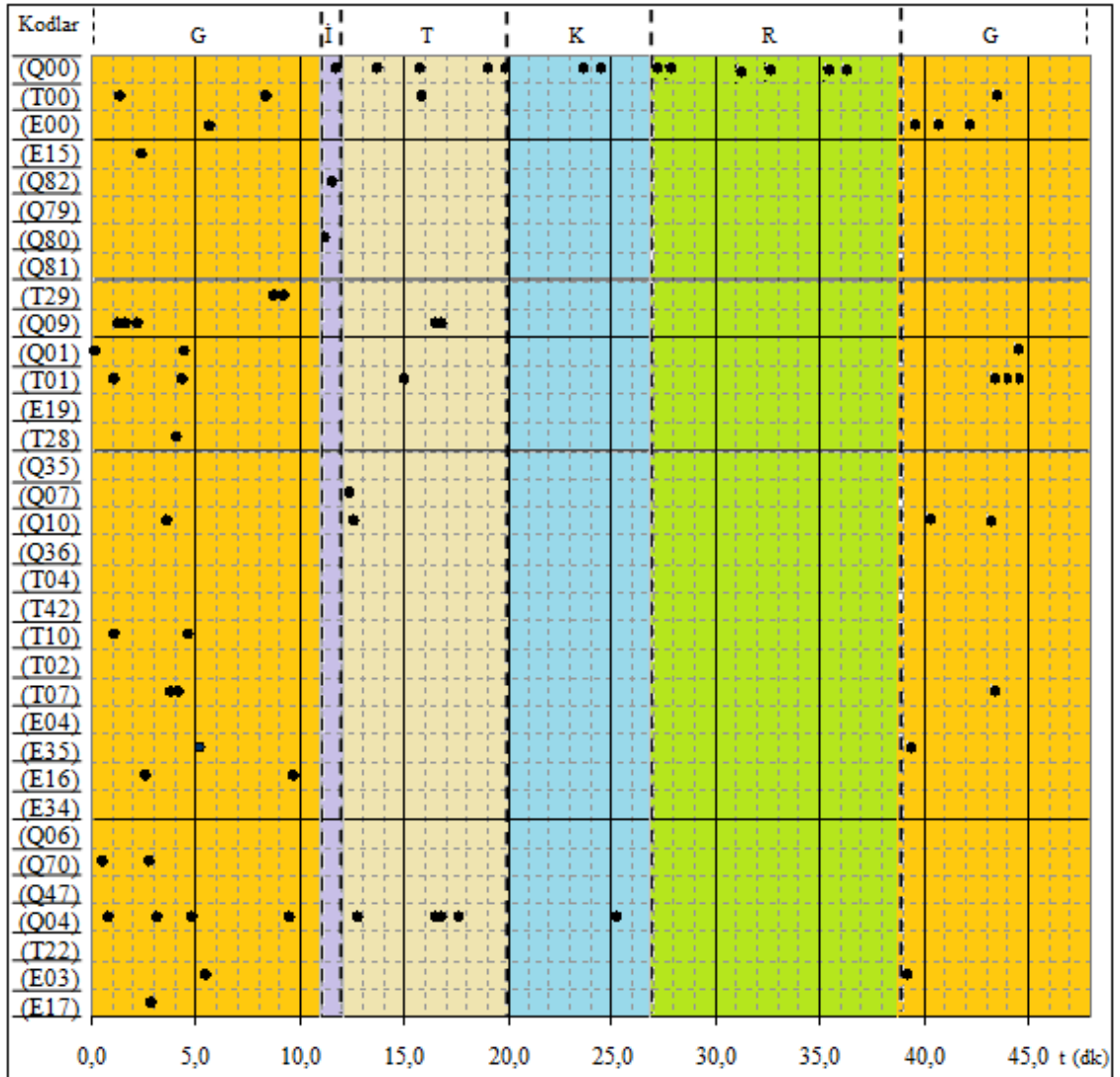
#### **4.2.3.3. Ekin İle Yapılan İkinci Görüşmenin Analizi**

Ekin ile yapılan ikinci görüşme, PDÖ sürecinin ilk oturumunun ardından gerçekleşmiştir. Bu görüşmede; ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları ile ilgili olarak katılımcının doğrudan görüşlerinin yanı sıra ısı aktarımı konusunda sorular yöneltilerek temel kavramlarla ilgili dolaylı görüşleri de alınarak değerlendirilmiştir. Bu yorumlar doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Değerlendirmeler, o an kavramlarla ilgili genel bir konuşmanın mı yoksa ısı aktarım süreçlerinin mi temel alındığına göz önüne alınarak yapılmıştır.

##### **4.2.3.3.1. Ekin'in İkinci Görüşmede Kavramlarla İlgili Genel Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını tanırlığı, bu kavramları nasıl tanımladığı, bu kavramlarla ilgili olarak başka kavramlar tanımlayıp tanımlamadığı incelenmiştir. Ekin'in ikinci görüşmedeki kavramlarla ilgili genel düşüncelerini belirten kodların zamana göre dağılımı Şekil 22'de görülmektedir.

Şekil 22. Ekin'in ikinci görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı.



Katılımcının görüşleri, bu kategoride diğer kategorilerden farklı olarak temalar temelinde değil, kavram temelinde ele alınmıştır. Bu aşamada incelenen üç kavram ayrı ayrı Şekil 22 ve doğrudan alıntılar yardımı ile değerlendirilmiştir.

### ***Ekin'in İkinci Görüşmede Isı Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Ekin'in ikinci görüşmesinde öncelikle ısı ile ilgili genel olarak kavramlar üzerine yapılan konuşmalar sırasında (Q01) yani "Isı bir enerji çeşididir", (Q70) yani "Bir maddenin durgun iken sakladığı bir ısısı yoktur" (Q04) yani "Maddeler ısı saklar. / Maddelerin ısısı vardır", (Q09) yani "Isı değişimi diye bir kavram vardır" ve (Q10) yani "Maddenin taneciklerin toplam kinetik enerjisine ısı denir" kodlarına rastlanmıştır. Görüşmenin ilk iki dakikasında katılımcının bir önceki görüşmedeki bazı görüşleri kendisine tekrarlanmış, bu görüşlerden hangilerine katılıp katılmadığı ve değiştirmek istediği olup olmadığı sorulmuştur. Bunun nedeni, ilk görüşmenin yalnızca doğrudan kavramlara yönelik sorulardan oluşması idi. Bu kısımda (Q01), (Q70), (Q04) ve (Q09) kodlarına rastlanmıştır. İkinci görüşme de daha sonra başta bir süre kavramlara yönelik doğrudan sorularla devam etmiştir. Kavramlara ilişkin doğrudan sorulan sorularla belirlenen kodların bulunduğu konuşmalara şöyle bir örnek verilebilir:

- Ekin: En azından şimdi ısı ve sıcaklığın kavram olarak size ne olduğunu açıklayabilirim ve de geçen de dediğiniz gibi hani bu defterin ısısı var mı dediğinizde ben yok demiştim. Ama var. Şimdi bundan eminim. (Q04)
  - HŞK: Nasıl var?
  - Ekin: Ee şu hani yine, hani... ölç dediğiniz zaman yine ölçemem ama ısının ee...
  - HŞK: Nasıl tanımlıyorsun?
  - Ekin: Bir maddenin içindeki tüm moleküllerin ya da atomlarının ortalama kinetik enerjilerinin... yani kinetik enerjilerinin toplamına aslında ısı enerjisi diyoruz. (Q10)
- (Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 03-04. dakikalar arası)

Buradan da anlaşılabileceği üzere Ekin, maddelerin ısı sakladığı görüşündedir. Ancak önceki görüşmedeki görüşleri hatırlatıldığında süregeldiği görülen bazı düşünceleri de gözlenmiştir. Ekin, madde ısı dengede iken madde tarafından saklanan ısıyı açıklayamamakta bu nedenle durgunken maddenin ısısının var olması konusunda

kuşkuları devam etmektedir. Ayrıca ısı değişimi diye bir kavramın varlığı ile ilgili düşünceleri devam etmektedir. Yukarıdaki konuşmadan da görüldüğü üzere, Ekin ısıya yeni bir tanım getirmiştir. Bu tanıma göre ısıнын enerji olduğu konusundaki görüşünü devam ettirmekte ve buna ek olarak bu görüşü madde ile bağlantılı olarak özelleştirmektedir. Ekin'in tanımına göre ısı, maddeyi oluşturan taneciklerin kinetik enerjilerinin toplamıdır. Görüşmenin sonuna kadar katılımcı tarafından bu tanım tekrar edilmiştir. Ayrıca Ekin, (Q70) dışındaki diğer kodları da görüşmenin ileriki dakikalarında yinelemektedir.

Görüşmenin ısı aktarımı ve aktarım yolları ile ilgili konuşmalarının olduğu bölümlere bakıldığında ise, ilk olarak (Q80) yani "Isı aktarım yollarından taşınım yoluyla ısı aktarımını anımsıyorum", (Q82) yani "Üç çeşit ısı aktarım yolu olduğunu anımsıyorum" ve (Q00) yani "Bilmiyorum / Kararsızım" kodları ile; iletim yolu ile ısı aktarımı konusundaki konuşmalarda ise (Q07) yani "Sürtünmeden/Çarpışmalardan dolayı açığa çıkan enerjiye ısı denir" kodu ile karşılaşılmaktadır. Ayrıca görüşmenin taşınım yolu ile ısı aktarımı ve ışıınım yolu ile ısı aktarımı kısımlarında da sık sık (Q00) koduna rastlanmaktadır. Ayrıca bu bölümde genel kavramlara ilişkin doğrudan soru sorulduğu sırada rastlanan (Q04), (Q09) ve (Q10) kodlarına da yeniden rastlanmaktadır. Bu kodların belirlendiği konuşmalara şöyle örnek verilebilir:

- HŞK: Mesela ısı aktarım yollarını biliyor musun? Kaç çeşit?
- Ekin: Bildiğim kadarıyla üç taneydi ama. (Q82) İsimlerini hatırlayamıyorum şu anda. Konveksiyon yoluyla vardı. (Q80) Bir tanesi o. Onu şeyden, kaloriferin üstündeki havadan dolayı hatırlıyorum ama diğer ikisini şu an hatırlayamıyorum hocam. (Q00) Ama üç tane var diye hatırlıyorum.

.....

- HŞK: Kinetik enerjilerin toplamı demiştin değil mi ısı için?
- Ekin: Yani şöyle mesela ee... bir cismin ya da bir maddenin içindeki moleküller atomlar sürekli titreşim halinde, hareket halindeler. Ve bunlar, birbirine değmesinden dolayı bir ısı açığa çıkıyor. (Q07) Bir kinetik enerji kazanıyorlar.

İşte bu kinetik enerjilerin toplamına biz ısı diyoruz. Ama tüm moleküllerin, tek bir molekülün değil. (Q10) Bu işte bir maddenin ısısının (Q04) olduğunu gösteriyor.

(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 10-13. dakikalar arası)

- Ekin: Soğuk cisimden, sıcak cisme... Soğuk cisim ısı alıyor. Isınıyor. Ama öbürünün de ısısı (Q04) düşüyor. (Q09) Yani sıcaklığı düşüyor. Azalıyor ısısı... (Q04) Vermiyor.

(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 16-17. dakikalar arası)

- Ekin: Ben bunları da araştırayım hocam, ondan sonra. Ya bilmiyorum, ya saçmalıyorum... (Q00) Hani bana mantıklı geleni söylüyorum şu anda ama bilmediğim için.

(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 24-25. dakikalar arası)

Ekin, ısı aktarım yollarının üç çeşit olduğunu bilgi bazında hatırlamakta ancak taşınım yolu dışındakilerin isimlerini hatırlayamamaktadır. Bunlar kitabi bilgi olduğu için sonradan araştırmacı tarafından adlarının bilgisi verilmiştir. Taşınım yolu ile ısı aktarımını katılımcının ad olarak hatırlamasının nedeninin, günlük yaşamda sıkça kullanılan kalorifer düzeneği olduğu görülmektedir.

Ekin, daha önce (Q10) kodu ile verilen tanımını destekler biçimde maddeyi oluşturan taneciklerin titreşimi sırasındaki kinetik enerjiye vurgu yapmakta, ancak bu tanıma ters düşecek biçimde ısısının taneciklerin birbirine değmesi ile açığa çıktığını söylemektedir. Önceki görüşmede sürtünme ile ilişkili olarak yapmış olduğu ısı tanımını “değme” şeklinde çarpışmaları ifade eder biçimde dönüştürmüş ve araştırmaları sonucu elde ettiği taneciklerin toplam kinetik enerjisi düşüncesi ile birleştirdiği görülmektedir. Ekin, bu iki farklı tanımın karışımı bir düşünce ile tanımlama yapmaktadır. Her iki tanımın ortak noktası olan bir maddenin ısıya sahip olması düşüncesi de buna eşlik etmektedir. Zaten Şekil 22’de de (Q04), (Q10) ve (Q07) kodları birçok kez ardışık ya da eşzamanlı olarak belirlenmiştir.

Ekin'in (Q09) kodu ile anlatılan ısı değişimi düşüncesi ve (Q04) kodu ile simgelenen maddelerin ısıya sahip olması düşüncesinin de eş zamanlı veya ardışık olarak gözlemlendiği Şekil 22'den görülmektedir. “Maddenin ısısının düşmesi” gibi bir söylem hem maddenin ısıyı sakladığı hem de bunun değişiminin var olduğu anlamına gelmektedir.

Ekin, özellikle taşınım ve ışıınım yolu ile ısı aktarımı konularında olmak üzere ısı aktarımı ile ilgili konularda sık sık bilmediğini ya da emin olmadığını dile getirmiştir. Bu konularda eksikliği olduğunu düşünmekte ve bu durumu kabul etmektedir. Bu nedenle Ekin'in ısı aktarımı ile ilgili tüm konulardaki görüşlerinin tahmin ve o anda ilk aklına gelen düşünceler olduğu düşünülebilir. Bu durum, katılımcı tarafından da dile getirilmiştir.

### ***Ekin'in İkinci Görüşmede Sıcaklık Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Ekin'in görüşme sırasında sıcaklık kavramı ile ilgili görüşlerinin tamamı, kavramlarla ilgili doğrudan soruların sorulduğu bölümde belirlenmiştir. Görüşmenin ısı aktarımı ile ilgili bölümlerinde de aynı görüşler yer yer yinelenmiş, farklı bir görüş ileri sürülmemiştir. Görüşme sırasında belirlenen kodlar, birbirini destekler biçimde olan (T01) yani “Sıcaklık enerji değildir” ve (T10) yani “Sıcaklık bir maddenin sıcak/ılık ya da soğuk olduğunu belirten/algılanan nitel gözleme dayalı bir kavramdır” olduğu gibi; düşüncelerinin kesinlik içermediğini veya eksiklikleri olduğunu gösteren (T00) yani “Bilmiyorum / Kararsızım” ve ilk söylediklerine ters düşen (T07) yani “Sıcaklık, maddenin içindeki taneciklerin ortalama kinetik enerjisidir”, (T28) yani “Sıcaklık enerjidir” ve (T29) yani “Soğukluk diye bir kavram yoktur. / Sıcaklığın azlığı durumu soğukluk biçiminde anlatılır” şeklinde olmuştur. Bu kodların belirlendiği şu konuşmalardan bu durum daha iyi görülebilir:

- Ekin: Sıcaklıkta ise bir atomun... bir maddenin tek bir atomunun ya da tek bir molekülünün ortalama kinetik enerjisidir, sıcaklık. (T07) Yani mesela tüm...
- HŞK: Enerji midir yani sıcaklık?
- Ekin: Şey evet, yani ortalama sıcaklık değeri. (T28)
- HŞK: Sıcaklık değeri derken?
- Ekin: Yani nasıl söyleyeyim... Bir maddenin tek molekülünün ya da tek atomunun ortalama kinetik enerjileri diye ee... gördüm. (T07)
- HŞK: Enerji midir yani bu durumda sıcaklık da?
- Ekin: Aslında sıcaklığa enerji demiyoruz. Yani öğren... lisede, yani ne bileyim... Hatırladığıma göre sıcaklık bir tür enerji değil. (T01) Isı bir enerjidir.
- HŞK: Nedir?
- Ekin: Bir değer yani, bir ölçü... Mesela bir maddenin ılıkliğini ya da soğukluğunu gösteren bir değer. (T10)
- HŞK: Soğukluk? Soğukluk nedir peki? Sıcaklık tamam. Soğukluk nedir?
- Ekin: Yani işte. Hani dokunduğumuzda soğuk gelen bir şey.  
(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 03-05. dakikalar arası)

- HŞK: Soğukluk dediğin nedir?
- Ekin: Ee...
- HŞK: Sıcaklıktan farklı bir şey mi?
- Ekin: Sıcaklığın düşük olması aslında. Biz ona soğuk diyoruz. (T29)

.....

- HŞK: Peki o zaman neden kullanıyoruz, soğukluğu?
- Ekin: Az sıcak demek yerine soğuk diyoruz herhalde.
- HŞK: Hım, yani sıcaklığın azlığı durumuna soğukluk diyoruz.
- Ekin: Evet. Hı hı, yani düşük olması. (T29)  
(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 08-10. dakikalar arası)

- HŞK: Sıcaklıkla ilgili karşılaştığın farklı tanımlar nelerdir?
- Ekin: Birinde hocam bir maddenin molekülünün sahip olduğu ortalama kinetik enerjisi diyor. (T07) Birinde de mesela..
- HŞK: Yani enerji diyor.

- Ekin: Evet enerji diyor. Birinde de tüm moleküllerin kinetik enerjileri toplanıp tanecik sayısına bölünürse ortalama bir değer bulunuyor. Bu değere de maddenin sıcaklığı adını veriyorlar. (T07)

.....

- Ekin: Ama şu da var hocam. Hep öğrendiğimiz sıcaklık enerji değildir. (T01) Hani bu, bunu benim lisedeki ya da ne bileyim (T00) ortaokulda ısı, sıcaklık konusunda hangi hocamla işlediysem her zaman ısı enerjidir, sıcaklık enerji değildir, dendi.  
(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 43-45. dakikalar arası)

Ekin, ilk olarak bir maddeyi oluşturan taneciklerin bir tanesinin ortalama kinetik enerjisini sıcaklık olarak tarif etmektedir. Yani sıcaklığın enerji olduğu düşüncesini dile getirmektedir. Ancak geçmişten gelen bilgileri ile sıcaklığın enerji olmadığını bilmektedir. Bu bilgi tamamen kitabi bir bilgi olup, kavramsal temeli olmamasına karşın kalıplaşmış bir düşünce olarak yer ettiği düşünülebilir. Bu bilgi sıcaklığı enerji olarak ifade eden düşünceleri içselleştirmesini engellediği söylenebilir. Bu sebeple sıcaklığı enerji olarak ifade eden yaptığı tanımdan vazgeçmekte ve onun yerine, bir önceki görüşmede de yinelediği ve (T10) kodu ile verilen nitel gözleme dayalı olan tanımına dönmektedir. Ancak bu tanımda “ılıklik” veya “soğukluk” diye ifade ettiği terimlerin göreceli oluşu ilginçtir. Bu tanımda yer alan soğukluk ifadesi kendisine sorulduğunda, aslında öyle bir kavramın bulunmadığını, sıcaklığın azlığı durumuna soğuk dendiğini ve göreceli olduğunu kabul etmektedir. Yani sıcaklık ile ilgili olarak yaptığı tanımın bilimsel olmaktan çok gündelik yaşamda kullanılan anlamda bir tanım olduğunun farkındadır. Ancak sıcaklığı bir kavram olarak halen ifade etmekte zorlanmaktadır. (T01) ile (T10) ve (T07) ile (T28) kodlarının sıklıkla bir arada gözlenmesi dikkate değerdir.

### ***Ekin’in İkinci Görüşmede İç Enerji Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Ekin ile yapılan ikinci görüşmede iç enerji (ısıl/termal enerji) kavramı ile ilgili görüşlerine bakıldığında, bunların hepsinin kavramlarla ilgili doğrudan sorulan sorularla

belirlendiği görülmektedir. Görüşme sırasında, bir önceki görüşme ile paralel olarak (E15) yani “Daha önce ısı/termal enerji kavramını duymuştum”, (E16) yani “Isıl enerji, ısının geniş çapta elde edilebilir veya kullanılabilir/yaşama geçirilebilir biçimine verilen addır” ve (E17) yani “Maddelerin ısı enerjisi olmaz” kodlarına rastlanmıştır. Bu kodlar, Ekin’in bir önceki görüşmedeki düşüncelerinin kendisine yinelenip, değiştirmek isteyip istemediği sorulduğu sırada görülmüştür. Ekin bu düşünceleri değiştirmek istememiştir. Ancak daha sonra da bu görüşlerden farklı olarak, (E35) yani “Isıl enerji, maddenin öteleme veya dönme hareketinden dolayı oluşan bir tür enerjidir”, (E03) yani “Maddelerin bir iç enerjisi vardır. / Maddeyi oluşturan taneciklerin hareketinden kaynaklanan bir iç enerjisi vardır” ve yine bu düşüncelerden emin olmadığını gösteren (E00) yani “Bilmiyorum / Kararsızım” kodları belirlenmiştir. Bu kodların rastlandığı konuşmalara şöyle örnek verilebilir:

- Ekin: Ee... bir maddenin hani hareketinden dolayı öteleme ya da dönme gibi hareketinden dolayı kazandığı enerji... (E35-E03)
- HŞK: Kinetik enerjiden farkı nedir?
- Ekin: Diye. Kinetik enerjide hız var mesela. Gerçi öteleme ve dönme hareketinde de hız var. Yani ondan dolayı kazandığı bir enerji diyor İnternet yani. Isıl enerji öyle dedi. Benim de mantığıma yatmadı (E00) ama onu size soracaktım. Hani öyle bir şey var mı diye de siz bana şu anda cevap veremiyorsunuz.
- HŞK: Şu anda da veremem de, başka zaman da veremem.
- Ekin: Onu yine ben araştırmam gerekiyor ama, hani çok kısıtlı bir zamanda zaten araştırma yaptım ısı enerjisi. Bu şekilde söyledim ama mantığıma yatmadı tabi ki. Hani öteleme ve dönme hareketinden dolayı kazandığı bir tür enerjidir?.. (Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 05-06. dakikalar arası)
- Ekin: Mesela hocam bu ısı enerji ile ilgili ortamın ya da maddenin atomik ya da moleküler düzeydeki hareketi. Bu titreşim, öteleme, dönme ile ilişkili olarak sahip olduğu enerjiye verilen ad diyor. (E35-E03) Ama bu benim mantığıma yatmadı mesela. (E00)
- HŞK: Mantığına yatmayan hangi kısmı? İlk cümlem mi? İkinci cümle mi?

- Ekin: Hocam titreşim, öteleme ve dönme. Sonuçta bir hızı var. Hızdan dolayı kinetik enerji açığa çıkacak. Yani bu da ısıdan bir farkı yokmuş gibi geldi bana.

.....

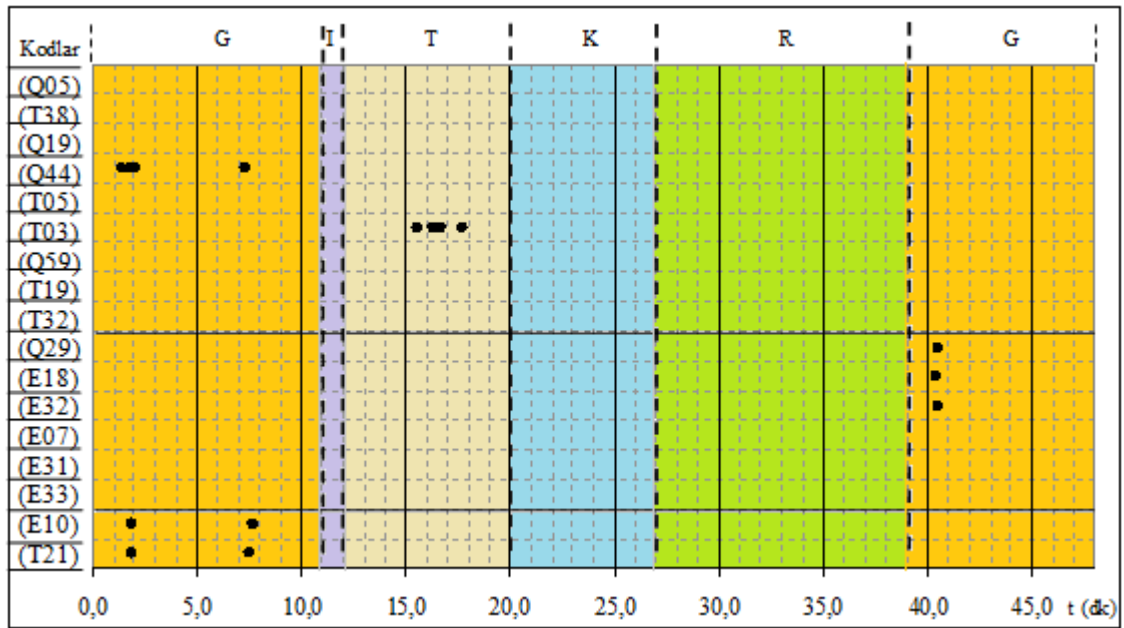
- Ekin: Sonuçta ısıya, biz toplam kinetik yani, top... yani bütün moleküllerin toplam kinetik enerjisi diyoruz. Bu da aynısı. Sonuçta orada da maddeler, titreşim hareketi yapıyor. Belli bir hızları var. Hareketten dolayı.
  - HŞK: O zaman şunu sorayım. Bu gördüğün aynı tanımı sen ısı enerji için de görmüşsün, ısı için de görmüşsün. Bunun ısının tanımı olduğunu, ısı enerjinin tanımını olmadığını düşünüyorsun.
  - Ekin: Düşünüyorum evet.
  - HŞK: Bunun nedeni nedir?
  - Ekin: Çünkü hocam yani sonuçta ısı ve ısı enerji farklı kav... aslında yakın ama farklı kavramlar gibi geliyor. Ee... bu da ısı... ısı enerjisinin aynısı yani. Tanımının aynısı ve ben bu ısı enerjisiyi daha tam kapsamlı olarak araştırmadığım için bir şey söyleyemiyorum hani doğru mu yanlış mı diye bir şey de söyleyemiyorum. (E00)
  - HŞK: Hım, o zaman bulduğun tanımı ısıya mal ettin.
  - Ekin: Evet.
- (Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 39-42. dakikalar arası)

Ekin, bir önceki görüşmede yapmış olduğu iç enerji tanımını tamamen aynı değildir. Bu durum (E15), (E16) ve (E17) kodlarının eş zamanlı olarak belirlenmesinden görülebilmektedir. Ancak araştırmaları sonucu yeni edindiği tanımı da içselleştirememiştir. Çünkü yeni edindiği tanımın aynısını ısı kavramı için de görmüştür. Ekin, iç enerji ve ısı kavramlarının birbirinden farklı fakat yakın kavramlar olduğunu düşünmektedir. Farklı kavramlar için aynı tanıma ulaşmış olması, bu tanımı hakkında daha çok bilgiye sahip olduğu ısı kavramına atamasına neden olmuştur. Görüşme boyunca (E35) ve (E03) kodları (E00) kodu ile birlikte eş zamanlı olarak belirlenmiştir. Bu durum da göstermektedir ki, iç enerji ile ilgili bu anlayış katılımcı tarafından benimsenmemiş fakat tamamen de reddedilmemiştir. Aslında iç enerji ile ilgili olarak bilimsel açıdan doğru olan bu düşüncelerin, bilimsel olarak hatalı olan ısı kavramına ilişkin düşünceleri tarafından engellenmekte olduğu düşünülebilir.

#### 4.2.3.3.2. Ekin'in İkinci Görüşmede Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Görüşleri

Bu bölümde ikinci görüşme sırasında Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiyi nasıl algıladığı incelenmiştir. Ekin'in ikinci görüşmedeki kavramlar arası ilişkiler ile ilgili düşüncelerine ilişkin kodların zamana göre dağılımı Şekil 23'te görülmektedir.

Şekil 23. Ekin'in ikinci görüşmedeki kavramlar arası ilişkiler ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 23, üç kavramın çapraz ilişkilerini içermektedir. Bu ilişkiler temalar temelinde ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir.

***Ekin'in İkinci Görüşmede Isı ve Sıcaklık Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Ekin, ısı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişki ile ilgili görüşlerini, hem görüşmenin kavramlarla ilgili doğrudan soruların sorulduğu kısmında, hem de iletim yolu ile ısı aktarımı ile ilgili görüşüldüğü sırada ifade etmiştir. Kavramlarla ilgili doğrudan soruların sorulduğu bölümde (Q44) yani “Isının varlığının nedeni sıcaklıktır. / Sıcaklık artarsa ısı da artar”; iletim yoluyla ısı aktarımı ile ilgili konuşmalar sırasında da (T03) yani “Bir madde ısı aldığı anda sıcaklığı artar / Bir madde dışarıya ısı verdiği anda sıcaklığı azalır” kodu belirlenmiştir. Bununla ilgili olarak şöyle örnekler verilebilir:

- HŞK: Demiştin ya “sıcaklık nedendir, ısı ve ısı enerjisi onun sonucudur”.
- Ekin: Onda yok hocam. O... yani öyle düşünüyorum. (Q44)  
(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 07-08. dakikalar arası)
  
- Ekin: Sadece sıcaklığı düşüyor. Hani ısı azalınca mesela, onun sıcaklığı düşüyor doğru orantılı olduğu için.
- .....
- HŞK: Peki soğuk cisimden sıcak cisme aktarım oluyor mu? Tekrar sorayım.
- Ekin: Soğuk cisimden, sıcak cisme... Soğuk cisim ısı alıyor. (T03) Isınıyor. Ama öbürünün de ısı düşüyor. Yani sıcaklığı düşüyor. Azalıyor ısı... Vermiyor.
- HŞK: Neden bu karara vardın?
- Ekin: Ya çünkü zaten sıcak olan ısıyı verdiği (T03) zaman sıcaklığı ortalama... yani doğal olarak azalıyor. Yani o soğuk olandan kaynaklanmıyor aslında. ısıyı verdiği için azalıyor.
- (Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 15-18. dakikalar arası)

Ekin, ikinci görüşmede sıcaklığın ısıya neden olduğu konusundaki önceki düşüncelerini değiştirmemiştir. Ayrıca önceki görüşmede olduğu gibi, ısı ve sıcaklığın doğru orantılı olduğunu, ısı veren maddenin sıcaklığının düşeceğini ifade etmiştir.

Ancak bu durumda neden-sonuç ilişkisi bakımından bir önceki düşünceye ters bir görüş bildirmiş olmaktadır. Yani sıcaklığın düşmesinin nedenini ısı verme ile açıklıyor. Oysa daha önce ısının varlığının nedeninin sıcaklık olduğunu ifade etmişti. Bu durum, Ekin'in neden-sonuç ilişkisi konusunda kuramda ve uygulamada farklı düşündüğü şeklinde yorumlanabilir.

### ***Ekin'in İkinci Görüşmede Isı ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Görüşmenin temel kavramlarla ilgili doğrudan soruların sorulduğu kısmında ısı ve iç enerji arasındaki ilişki ile ilgili olarak aynı önermeyi ifade eden (E18) ve (Q29) yani “Isı ve ısı enerjisi başka kavramlardır” kodları ile (E32) yani “Isı enerjisi ile ısı birbirine yakın kavramlardır” kodu belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma şöyledir:

- HŞK: Yani bu tanım ısının tanımı mı, ısı enerjisinin tanımı mı acaba?
  - Ekin: Sonuçta ısıya, biz toplam kinetik yani, top... yani bütün moleküllerin toplam kinetik enerjisi diyoruz. Bu da aynı. Sonuçta orada da maddeler, titreşim hareketi yapıyor. Belli bir hızları var. Hareketten dolayı.
  - HŞK: O zaman şunu sorayım. Bu gördüğün yani bunu ısı enerjisi... aynı tanım sen ısı enerjisi için de görmüşsün, ısı için de görmüşsün. Bunun ısının tanımı olduğunu, ısı enerjisinin tanımı olmadığını düşünüyorsun.
  - Ekin: Düşünüyorum evet.
  - HŞK: Bunun nedeni nedir?
  - Ekin: Çünkü hocam yani sonuçta ısı ve ısı enerjisi farklı kav... aslında yakın (E32) ama farklı (E18-Q29) kavramlar gibi geliyor. Ee... bu da ısı... ısı enerjisinin aynı. Tanımının aynı ve ben bu ısı enerjisiyi daha tam kapsamlı olarak araştırmadığım için bir şey söyleyemiyorum hani doğru mu yanlış mı diye bir şeyde söyleyemiyorum.
- (Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 40-41. dakikalar arası)

Konuşmadan da görüldüğü gibi, Ekin ısı ve iç enerji (ısıl enerji) kavramlarının farklı olduğunu fakat birbirine yakın kavramlar olduğunu düşünmektedir. Ancak Ekin, ısıl enerji konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığını düşündüğü için bu farkı açıklayamamaktadır. Fakat bu iki kavramın yakın kavramlar olduğu konusunda bir önseziye sahiptir.

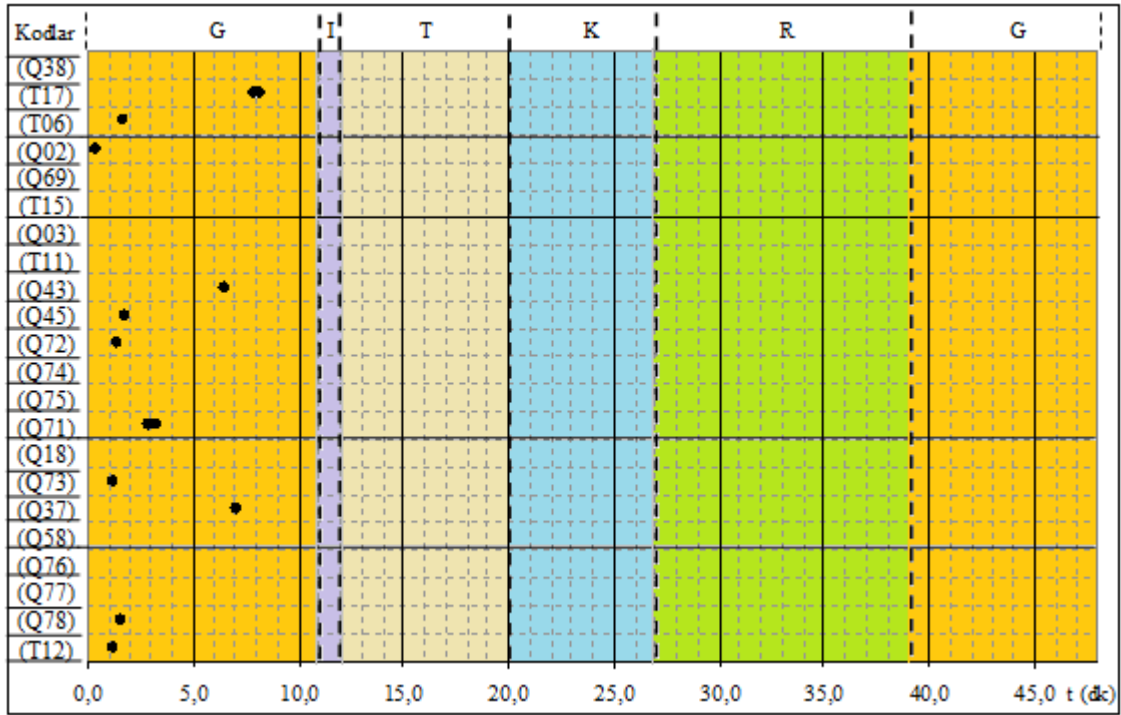
#### ***Ekin'in İkinci Görüşmede Sıcaklık ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Görüşmenin temel kavramlarla ilgili doğrudan soruların sorulduğu kısmında sıcaklık ve iç enerji arasındaki ilişki ile ilgili olarak (T21) yani “Sıcaklık artarsa ısıl enerji de artar. / Sıcaklık azalırsa ısıl enerji de azalır” ve (E10) yani “Isıl enerji, sıcaklığa bağlı olan bir enerjidir. / Sıcaklıkla ısıl enerji doğru orantılıdır” kodlarının eş zamanlı olarak ifade edildiği belirlenmiştir. Bu düşünceler, Ekin’e bir önceki görüşmede söz ettiği düşüncelerinde değişiklik olup olmadığı sorulduğunda edinilmiştir. Ekin’e göre iç enerjinin nedeni sıcaklıktır. Bu görüş bir önceki görüşmedeki ile aynıdır. Bu düşüncede bir değişiklik yoktur.

#### **4.2.3.3. Ekin'in İkinci Görüşmede Kavramların Nicel Yapısı ile İlgili Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarının nicel boyutunu nasıl ifade ettiği incelenmiştir. Bu amaçla Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerjinin nicel sınırları, birimleri, ölçülebilirlik veya hesaplanabilirlik durumu, nicel olarak değerinin nasıl bulunduğu hakkındaki görüşleri ve bu değere etki eden etmenler ile özelliklere ilişkin düşünceleri betimlenmiştir. Ekin'in ikinci görüşmedeki kavramların nicel yapısı ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 24'te görülmektedir.

Şekil 24. Ekin'in ikinci görüşmedeki kavramların nicel yapısı ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 24, üç kavramın nicel yapıları ile ilgili kodları içermektedir. Bu kodlar temalara göre ayrı ayrı ele alınarak birlikte incelenmiştir.

#### ***Ekin'in İkinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Birimlerine İlişkin Görüşleri***

Bu bölümde Ekin ile yapılan görüşmede (Q02) ile ifade edilen “Isının birimi kaloridir” görüşünü yinelemektedir. Bu kod, Ekin'in bir önceki görüşmedeki görüşlerinin yinelenip, değiştirmek isteyip istemediği sorulduğu sırada belirlenmiştir. Bu görüşmede sıcaklığın ya da iç enerjinin birimine ilişkin görüş bildirmemekle birlikte, bir önceki görüşmedeki düşüncelerini de reddetmemiş, aksine onaylamıştır.

Yani Ekin'in sıcaklığın birimi konusundaki düşüncelerinin de ısıнын birimi konusundaki görüşleri gibi değişmediği düşünülebilir.

***Ekin'in İkinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Ölçülebilirlik veya Hesaplanabilirlik Durumuna İlişkin Görüşleri***

Bu bölümde ilk olarak, Ekin'in bir önceki görüşmedeki görüşlerinin özetlendiği bölümde (Q45) yani "Isı, sadece alışveriş sırasında ölçülebilir", (Q72) yani "Isı hal değişimi sırasında hesaplanabilir" ve (Q71) yani "Isı hesaplanamaz" görüşlerini değiştirmeden onayladığı görülmüştür. Daha sonra temel kavramlarla ilgili doğrudan sorulan sorulara verdiği cevaplardan ise (Q43) yani "Isı hesaplanabilir" kodu belirlenmiştir. Bu konuda Ekin'in görüşlerini yansıtmaya açısından şu konuşma bir örnek teşkil edebilir:

- Ekin: Isı hesaplanır. Ama şöyle hesaplanır. Bana defterin ısını bul dediğiniz zaman hani kütlesini, ısını ve...
  - HŞK: Yani defterin ısını bul demek doğru bir şey midir?
  - Ekin:...sıcaklığını... Yani hesapla...
  - HŞK: Doğru bir şeyse nasıl yapılır?
  - Ekin: Yani ısını hesaplayınız, hesapla dediğinizde kütlesini, öz ısını ya da sıcaklığını bilmem gerekiyor ki ısını bulayım. (Q43)
- (Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 06-08. dakikalar arası)

Yukarıda verilen konuşmadan da görüldüğü üzere Ekin, bir maddenin sakladığını düşündüğü ısıyı termodinamiğin kanunlarından biri olan  $Q = m.c.\Delta T$  bağıntısını kullanarak hesaplamaktadır. Fakat Ekin, başta sadece ısı alışveriş ve hal değişimi sırasında yani ısı dengenin olmadığı durumlarda ısının hesaplanabileceğini düşünmesine karşın, artık bu bağıntı kullanılarak maddenin sakladığı ısının da hesaplanabileceğini düşünmektedir. Bu hesaplama işleminin nasıl olacağına yani hangi

sıcaklık referans alınarak yapılacağına dair herhangi bir görüş belirtmediği için bir önceki görüşmedeki suyun donma noktasının temel alınması gerektiği yönündeki düşüncesinin geçerli olduğu düşünülebilir.

### ***Ekin'in İkinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Sınırlarına İlişkin Görüşleri***

Ekin'de, bir önceki görüşmedeki düşünceleri özetlenirken, sıcaklığın alt ve üst sınırının olmadığını ifade eden (T06) kodu belirlenmesine karşın, daha sonra sıcaklığın alt sınırının olduğunu ifade eden (T17) koduna rastlanmıştır. Bu kodun rastlandığı konuşma şöyledir:

- HŞK: Peki o zaman şeyi sorayım. Ee... alt ve üst sınır konusunda bir şeyin var mı?
  - Ekin: Evet hocam. Onda da baktım. -273 °C'de hiçbir atom, hiçbir canlı, hiçbir madde bulunamıyormuş. (T17)
  - HŞK: Yani?
  - Ekin: O soğuklukta yokmuş -273 °C'de. Daha ulaşlamamış hem de.
  - HŞK: Yani -274 olamaz mı demek istiyorsun?
  - Ekin: -274... Yani olabilir belki ama hani bu bilimsel olarak o soğukluğa yani, o şeye ulaşlamamış daha. -273 °C'ye.
- (Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 07-09. dakikalar arası)

Yukarıdaki konuşmadan da görüleceği üzere Ekin, sıcaklığın -273 °C'de bir alt sınırı olduğunu düşünmektedir. Bu sıcaklığın altında hiç bir maddenin bulunamayacağını ifade etmektedir. Ama bu düşüncesinde de bir kesinlik olmadığı da konuşmanın son kısımlarından anlaşılmaktadır. Bu sıcaklığa erişilememiş olmasına vurgu yapmakta, ama daha alt sıcaklıklara inilip inilemeyeceği sorusundan kaçınmaktadır. Ekin, ısı ve iç enerjinin nicel sınırlarına ilişkin bir görüş bildirmemiştir. Ancak bu iki kavramı sıcaklık kavramına bağlı olarak açıkladığı düşünülürse, bu iki

kavram için de bir alt sınır olduğunu düşünebilir. Çünkü bir önceki görüşmede maddenin sakladığını düşündüğü ısıнын sınırları hakkındaki düşüncesini de sıcaklığın sınırı olmaması düşüncesi ile açıklamakta idi.

### ***Ekin'in İkinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Değerine İlişkin Görüşleri***

Ekin, bir önceki görüşme ile ilgili düşünceleri özetlenirken (Q73) kodu ile ifade edilen “ $Q = mc\Delta T$  bize ısı değişimini verir” görüşünü onaylamıştır. Görüşmenin ileriki kısımlarında da (Q37) kodu ile ifade edilen “Maddenin sakladığı ısı,  $Q = mc\Delta T$  ile hesaplanır” görüşünü de yinelemiştir. Bu durum, Ekin'in ısıнын ölçülebilirliği veya hesaplanabilirliğine ilişkin görüşleri sırasında verilen örnek konuşmadan görülebilir. Ekin söz konusu konuşmada, maddenin sakladığı ısıнын hesaplanması için  $Q = m.c.\Delta T$  bağıntısının değişkenlerini sıralayarak, maddenin ısısını bulabilmek için bunların bilinmesi gerektiğini ifade etmektedir.

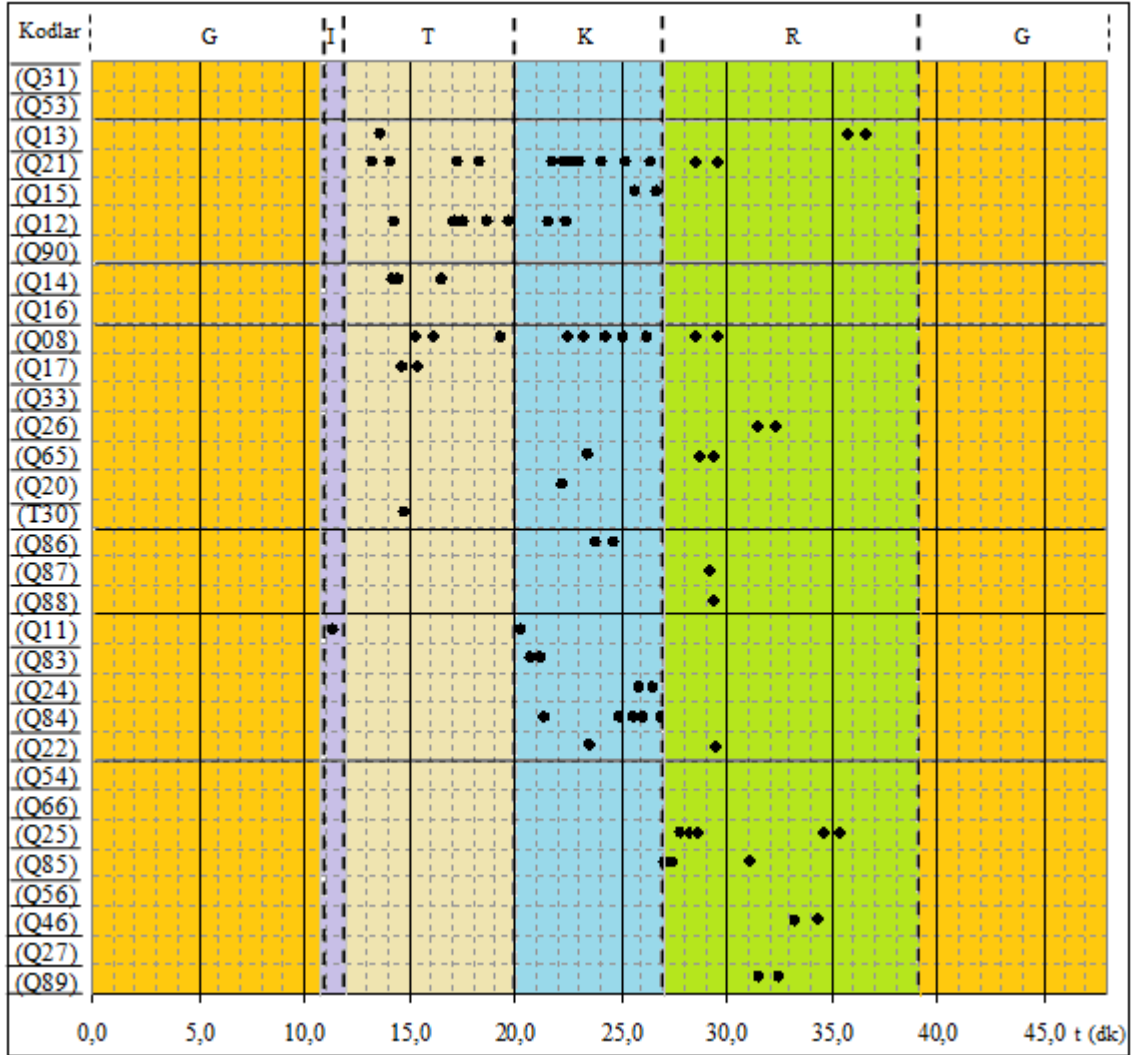
### ***Ekin'in İkinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Değerine Etki Eden Etmenler ve Özelliklerine İlişkin Görüşleri***

Ekin, bir önceki görüşme ile ilgili düşünceleri özetlenirken, (T12) yani “Sıcaklık bir niceliktir” ve (Q78) yani “Isı eksi değerde olmaz” kodlarını içeren önermeleri onaylamıştır. Bu durum, Ekin'in maddenin sakladığını düşündüğü ısıнын  $Q = m.c.\Delta T$  bağıntısı ile hesaplanacağı düşüncesi de göz önüne alınarak ele alındığında, ısıнын hesaplanması için yine bir önceki görüşmede ifade ettiği gibi suyun donma noktası olan  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'yi temel aldığı şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca Ekin'in sıcaklığı da fiziksel bir nicelik olarak kabul ettiğini görmekteyiz.

#### **4.2.3.3.4. Ekin'in İkinci Görüşmede Isıl Dengenin Olmadığı Duruma İlişkin Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı dengenin olmadığı durumda gerçekleşen fiziksel olaylar ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Bu amaçla; ısı dengenin olmadığı durumda enerjinin korunumu, ısı aktarımının gerçekleşme biçimi, aktarım yönü, aktarımın gerçekleşmesi için gerekli şartlar ve kurallar, aktarımın iletim, taşınım ve ışıyım yöntemleri ile nasıl gerçekleştiği konusundaki düşünceleri betimlenmiştir. Bu bölümde temalar bazında değerlendirme yapmak yerine ısı aktarım yolları bazında değerlendirme yapmanın daha uygun olacağı düşünülmüştür. Çünkü her ısı aktarım yolu diğerine göre farklar içermekte ve bu farklar katılımcının görüşlerinde çeşitliliğe yol açmaktadır. Bu çeşitlilik arz eden görüşlerin diğer aktarım yöntemlerine genellenmesi yanlış sonuçlar doğurabilir. Ekin'in ikinci görüşmedeki ısı dengenin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 25'te görülmektedir.

Şekil 25. Ekin'in ikinci görüşmedeki ısı dengesinin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 25, ısı dengesinin olmadığı durum ile ilgili kodları içermektedir. Buradaki veriler ısı aktarım yollarına göre ayrı ayrı incelenmiştir. Her bir ısı aktarım yoluna ilişkin bölgeler kendi içinde değerlendirmeye alınmıştır.

### ***Ekin'in İkinci Görüşmede Genel Olarak Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Görüşme sırasında bu konu üzerinde fazla durulmamış, katılımcıya sadece ısı aktarım yollarını hatırlayıp hatırlamadığı sorulmuştur. Bu sırada Ekin, (Q11) yani “Kalorifer düzeneği taşınım yoluyla ısıtır” kodu ile ifade edilen görüşünü dile getirmiştir. Bu sırada gerçekleşen konuşma şöyledir:

- HŞK: Mesela ısı aktarım yollarını biliyor musun? Kaç çeşit?
  - Ekin: Bildiğim kadarıyla üç taneydi ama. İsimlerini hatırlayamıyorum şu anda. Konveksiyon yoluyla vardı. Bir tanesi o. Onu şeyden, kaloriferin üstündeki havadan dolayı hatırlıyorum (Q11) ama diğer ikisini şu an hatırlayamıyorum hocam. Ama üç tane var diye hatırlıyorum.
- (Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 10-12. dakikalar arası)

Ekin ayrıca ısı aktarım yollarının üç tane olduğunu ve de bunlardan sadece taşınım (konveksiyon) yoluyla ısı aktarımının ismini hatırladığını dile getirmiştir. Diğer ısı aktarım yollarının adını hatırlamamaktadır. Bu adlar görüşmeci tarafından kendisine hatırlatılmıştır.

### ***Ekin'in İkinci Görüşmede İletim Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

İletim yoluyla ısı aktarımı ile ilgili olarak, Ekin ile yapılan görüşmede (Q13) yani “Isı aktarımı, maddesel alışveriş biçiminde gerçekleşmez”, (Q21) yani “Isı, değen yüzeylerde aktarılır”, (Q12) yani “Madde içindeki taneciklerin titreşimi/çarpması yolu ile ısı aktarılır”, (Q14) yani “Isı, yalnızca sıcak maddeden soğuk olana doğru aktarılır”, (Q17) yani “Alınan ısı verilen ısıya eşittir”, (T30) yani “Sıcaklık/Soğukluk alınıp verilebilir” ve (Q08) yani “Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur” kodlarına rastlanmıştır. Bu kodların rastlandığı konuşmalara şöyle örnekler verilebilir:

- HŞK: Isı maddesel bir şey midir? Bir yerden diğer yere maddesel olarak mı aktarılır?
- Ekin: Maddesel olarak... Maddesel olsa, elimize ya da ne bileyim en azından tutabiliriz diye düşünüyorum.
- HŞK: Yani? Maddesel olmadığını mı düşünüyorsun?
- Ekin: Maddesel değildir bence. (Q13) Yani çünkü enerji açığa çıkıyor ama biz o enerjiyi görmüyoruz. Ya da ne bileyim hissediyoruz ama tutamıyoruz. Göremiyoruz.

.....

- HŞK: Peki nasıl transfer ediliyor sence, iki demir parçası arasında bu?
- Ekin: Şöyle tahmin ediyorum. Birbirine değen yüzeyler (Q21) arasında sonuçta bir tanesinin sıcaklığı 70 derece birininki mesela 30 derece. Çok olandan az olana doğru (Q14) o atomların hareketinden dolayı moleküllerin hareketlerinden (Q12) dolayı aktarılıyor.
- HŞK: Azdan çoğa olur mu?
- Ekin: Hayır.
- HŞK: Sadece çoktan aza mı olur?
- Ekin: E.. mesela birisi... şey... azdan çoğa... şeye de oluyor. Çünkü karşılıklı alışveriş yapıyorlar ve alınan ısı verilen ısı eşit oluyor. (Q17) Çünkü biri soğukluğunu veriyor öbürü sıcaklığını veriyor. (T30-Q08)
- HŞK: Soğukluk vermek derken? Çünkü soğukluğu az önce sıcaklığın azlığı olarak tanımlamıştın da.
- Ekin: Doğru. Yani mesela biri birini soğutuyor. Yani...

.....

- HŞK: Transfer edilen ne orada?
- Ekin: Isı... Sonuçta ısı alışverişi olur yani. Hep deriz; alınan ısı verilen ısıya eşittir, (Q17) iki madde arasında.
- HŞK: O zaman sıcaklık alınıp veriliyor mu? Biz yani bunu... şey yapıyor musunuz?
- Ekin: Sıcaklık alınıp verilmiyor.
- HŞK: Bu fikirde misin?
- Ekin: Sadece sıcaklığı düşüyor. Hani ısı azalınca mesela, onun sıcaklığı düşüyor doğru orantılı olduğu için.

.....

- HŞK: Peki soğuk cisimden sıcak cisme aktarım oluyor mu? Tekrar sorayım.

- Ekin: Soğuk cisimden, sıcak cisme... Soğuk cisim ısı alıyor. (Q14) Isınıyor. Ama öbürünün de ısısı düşüyor. Yani sıcaklığı düşüyor. Azalıyor ısısı... Vermiyor.
  - HŞK: Neden bu karara vardın?
  - Ekin: Ya çünkü zaten sıcak olan ısısını verdiği (Q14-Q08) zaman sıcaklığı ortalama... yani doğal olarak azalıyor. Yani o soğuk olandan kaynaklanmıyor aslında... Isısını verdiği için azalıyor.
  - HŞK: O zaman şöyle sorayım. Transfer edilme biçimi diyorsun ya hani ısı alınmıyor, veriliyor.
  - Ekin: Hı hı.
  - HŞK: Peki bunun atomik boyutta nasıl olduğunu düşünüyorsun?
  - Ekin: İşte o atomların titreşimden dolayı. (Q12)
  - HŞK: Titreşiyorlar, sonra?
  - Ekin: Titreşiyor mesela birisi çok yani titreşiyor. (Q12) Titreşim hızı çok fazla, birininki az ve o ona yan yana durdukları (Q21) için zaten tek bir yüzeyden hani değdikleri yüzeyden (Q21) ısı aktarımı oluyor... Ve atomlar arasında bir ısı enerjisi aktarımı gerçekleşiyor.
  - HŞK: Sadece birinin hızlı olması, birinin yavaş olmasından mı kaynaklanıyor? Yani hızlı titreşen, yavaş titreşene ne yapıyor da onun da daha hızlı titreşmesine...
  - Ekin: İşte titreştiği için onun da ısısını artırıyor. Yani sıcaklığını artırıyor. Ona ısı vererek. Titreşiminden kaynaklanıyor. (Q12) Ve eşit olana... yani dengeleninceye kadar ikisinin titreşimi ya da aradaki sıcaklık farkı sıcaklığı aynı olana kadar (Q08) bir enerji aktarımı gerçekleşiyor.
  - .....
  - Ekin: Nasıl oluyor?.. İşte atomun titreşimden dolayı diyeceğim (Q12) siz nasıl diyeceksiniz. Onu açıklayamıyorum şu anda.
- (Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 13-20. dakikalar arası)

Verilen konuşmalarda, Ekin'in öncelikle temas eden iki maddenin arasındaki ısı aktarımının maddesel bir aktarım biçiminde değil de enerji aktarımı biçiminde olduğunu ve bunun da temas eden yüzeylerden gerçekleştiğini ifade etmektedir. Burada aktarımın atomların titreşim hareketi ile gerçekleştiğini dile getiren katılımcı, bu titreşim hareketinin nasıl aktarıldığına ilişkin bir görüş ileri sürememektedir.

Isının farklı sıcaklıktaki maddeler arasında aktarıldığını ve de aktarım yönünün sıcak maddeden soğuk olana doğru olduğunu ifade eden Ekin, bir an için alınıp verilenin ısı değil de sıcaklık ve soğukluk olduğunu ifade etmiştir. Bu konu sorulduğunda ise düşüncesinden vazgeçmiştir. Bu durum bir dil sürçmesi olarak alınabileceği gibi, katılımcının kimi zaman ısı ve sıcaklık kavramlarını karıştırdığı şeklinde de yorumlanabilir. Ancak Ekin maddelerin ısı sakladığını düşündüğünden, ısı aktarımını “maddelerin ısısının artması” ya da “maddelerin ısısının azalması” olarak ifade etmektedir. Ekin’in burada değindiği bir başka husus da alınan ve verilen ısıнын eşit olduğudur.

Şekil 25’te yer alan kodlardan (Q21) ve (Q12)’nin genellikle birlikte belirlenmesi bu iki kod arasında bir ilişki olduğu anlamına gelebilir. Buradan Ekin’in bu iki kod ile ifade edilen görüşleri arasında bir ilişki kurduğu söylenebilir. Yani ısıнын temas eden yüzeylerden aktarıldığı ve bunun da atomların titreşimi yolu ile olduğu düşüncesi genellikle birbirini takip etmektedir. Ancak bu ilişki, yalnızca iletim yolu ile ısı aktarımı durumu için kurulabilir. Diğer aktarım yolları için inceleme ayrıca yapılmıştır.

### ***Ekin’in İkinci Görüşmede Taşınım Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Taşınım yoluyla ısı aktarımı konusunda (Q11) yani “Kalorifer düzeneği taşınım yoluyla ısıtır”, (Q83) yani “Kalorifer düzeneği, buharlaşan suyun peteklerden dışarı çıkmasıyla ısıtır”, (Q84) yani “Konveksiyonda bir döngü/hava akımı vardır”, (Q12) yani “Madde içindeki taneciklerin titreşimi/çarpışması yolu ile ısı aktarılır”, (Q21) yani “Isı, değen yüzeylerde aktarılır”, (Q20) yani “Isı aktarımı için yalıtılmış ortam gerekir”, (Q08) yani “Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur”, (Q65) yani “Havasız ortamda ısı aktarımı olmaz”, (Q22) yani “Konveksiyon yoluyla aktarım sadece havada olur”, (Q86) yani “İletim yolu ve taşınım yolu ile ısı aktarımı aynı

biçimde olur”, (Q15) yani “Isı, taneciklerin yer değiştirmesi ile aktarılır” ve (Q24) yani “Isınan akışkanlar genleşir/yükselir” kodları belirlenmiştir.

Taşınım yolu ile ısı aktarımı konusunda Ekin iki farklı anlayışı arka arkaya sergilemiştir. İlk olarak ileri sürdüğü anlayışa ilişkin konuşmalara şöyle örnek verilebilir:

- Ekin: Mesela peteklerden, (Q11) ee... şey... örnek vereyim.
- HŞK: Tamam.
- Ekin: Peteğin içinde su ısınıyor. Buhar haline geliyor. Kaynıyor. Buhar haline geliyor. Ve sıcak hava dalgası çıkıyor peteğin üzerinden. (Q83) Yukarıdaki soğuk havayla bir şey...
- HŞK: Sıcak hava dalgasından kastımız nedir?
- Ekin: Yani sıcak hava dalgası derken, hani sıcak su buharı diyeyim. Sıcak hava atomları yani. Havada bulunan...
- HŞK: Su buharı çıkıyor mu, bu peteğin üstünden?
- Ekin: Ya, işte... su buharı peteği ısıtıyor ve yukarı sıcak bir hava veriyor. Çünkü elimizi mesela dokunduğumuzda sıcak hissediyoruz.
- HŞK: Yani petekten hava mı geliyor?
- Ekin: Evet. (Q83)
- HŞK: Sıcak bir hava geliyor. Petek dışarıya o zaman hava püskürtüyor?
- Ekin: Öyle dediğiniz zaman çok mantıksız oluyor hocam.
- HŞK: Hava demeyelim de gaz diyelim.
- Ekin: Gaz yani hava dediğim.

.....

- Ekin: Ya... benim bildiğim hocam; mesela petekten çıkıyor ve odanın içinde böyle sürekli bir hava akımı oluşuyor. Odanın içinde o petekten dolayı... O şekilde, mesela hava molekülleri titreşerek o sıcak hava molekülleri titreşerek (Q12) bütün havayı ısıtıyor. Biraz önce, önce iletim yoluyla ısı aktarımı olduğu gibi.

(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 19-22. dakikalar arası)

- Ekin: İşte hocam şimdi şunu söyleyebilirim. Biraz önce iki demiri yan yana koyduğumuzda yalıtkan bir ortamda olması gerekiyor. (Q20) Çünkü havayla da bir etkileşim var. (Q21) Genelde mesela bu çözdüğümüz sorularda kapalı bir ortamda ya da yalıtkan bir ortamda yapıyoruz. Bu demir parçasında ise işte hava moleküllerine hava atomlarına ya da işte havadaki bulunan atomlara ısı veriyor. Yine bu titreşimden dolayı. (Q12-Q08)
- HŞK: Yani bu az önce söylediğin iletim yoluyla aktarımdaki gibi mi oluyor?
- Ekin: Evet. Yani bence öyle. (Q86)
- HŞK: Sonra?
- Ekin: E hava ısınıyor ondan sonra. Zaten...
- HŞK: Sadece o zaman senin söylediğin mantıkla demirin üzerindeki, demirin yüzeyine değen (Q21) hava moleküllerinde o ısınma olur.
- Ekin: İşte hocam mesela ondan sonra, hava molekülleri kendi arasında ısı alışverişi yapıyor ve zaten belli bir yüksekliğe kadar o ısıyı hissedebiliyorsun. Ondan sonra elinizi uzattığınızda hissedemiyorsun demirin sıcaklığını.
- HŞK: Hava molekülleri de birbirine transfer ediyorlar diyorsun.
- Ekin: Evet. (Q21)
- HŞK: O zaman iletim yoluyla aktarımdan ne farkı var?
- Ekin: O da mı... çünkü o da iletim yolu gibi... (Q86) Ama onda hava yok. (Q65-Q22)
- .....
- Ekin: Evet. Ama konveksiyonla bir alakası yok. Öyle bir şey olmadı şu anda. İletimden bir farkı yok. Benim açıklamama göre.  
(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 22-25. dakikalar arası)

Ekin taşınım yolu ile ısı aktarımını ilk önce kalorifer peteği örneği üzerinden açıklamaya çalışmıştır. Ancak kalorifer peteğinin çalışma sisteminin, petekten sıcak gaz çıkışı ile olduğunu düşünmektedir. Daha sonra bu gazın odayı ısıttığı görüşündedir. Daha sonra çıkan gazın titreşerek odayı ısıttığı ve hava akımı ile yayıldığını düşünmektedir. Buradaki aktarım sürecini iletim yolu ile ısı aktarımına benzeterek açıklamaktadır. Benzer olarak, havanın bulunduğu bir ortamda sıcaklıkları farklı iki demir parçası ile ilgili bir örnek üzerinde konuşma devam etmiştir. Ekin bu örnekte, aynı iletim yolu ile ısı aktarımında olduğu gibi, demire temas eden hava taneciklerinin

ısındığını, daha sonra bu hava taneciklerinin de temas ettiği diğer hava taneciklerini iletim yolu ile ısıtarak ısıyı aktardığını düşünmektedir. Yani Ekin, hava taneciklerini üst üste dizili sabit tuğlalar gibi düşünmekte ve birinden diğerine iletim yolu ile aktararak soğuk demir parçasına kadar ısının ulaştığını düşünmektedir. Bu durumun iletim yolu ile ısı aktarımından farkının ne olduğu sorulduğunda ise, iletim yolunda hava etmeninin olmadığını ifade etmiştir. Ancak katılımcı, taşınım yolu ile aktarımın iletim yolu ile aktarıma çok benzeterek açıkladığının farkındadır.

Ekin'in taşınım yolu ile ilgili ikinci olarak ileri sürdüğü anlayış, ilkinden bazı farklarla ayrılmaktadır. Bu anlayışa örnek olarak şu konuşma verilebilir:

- HŞK: Sen konveksiyonu şimdiye kadar hep bu şekilde olduğunu mu düşünüyordun?
- Ekin: Ya... mesela hocam... Bir döngü halinde (Q84) aslında konveksiyon diye düşünüyorum.
- HŞK: İşte döngü nasıl oluyor?
- Ekin: Sıcak hava geliyor, soğuk olan havayı ısıtıyor. (Q21-Q08) Yani hava moleküllerini ya da atomlarını ısıtıyor. Ve aynı ısıya... ya aynı sıcaklığa geliyorlar. Eşit olana kadar?
- .....
- Ekin: Bu bir şey hocam. Mesela sıcak havanın hacmi bir şey oluyor ya, büyüyor. (Q24) Onun için yukarı çıkıyor. Soğuk hava bu şekilde aşağı iniyor. O ısıyor. Tekrar yukarı çıkıyor. (Q24) Soğuk hava tekrar aşağı iniyor. (Q84-Q15) O şekilde ısıyor.
- HŞK: Böyle olduğunu mu düşünüyorsun?
- Ekin: Şu anda aklıma geldi. Yani böyle. Bir an böyle düşündüm.
- HŞK: Yani konveksiyonun bu şekilde gerçekleştiğini mi düşünüyorsun?
- Ekin: Hı hı. Çünkü bir hareket olması gerekiyor konveksiyonda. (Q84-Q15)  
(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 24-27. dakikalar arası)

Ekin için taşınım yolu ile ısı aktarımında geçmişteki bilgileri içinde “döngü” düşüncesinin onu önceki anlayışını değiştirmeye ittiği düşünülebilir. Çünkü Ekin, geçmişteki bilgilerine dayanarak bir döngünün var olması gerektiğini düşünmektedir ancak bu döngünün nasıl gerçekleştiğini açıklayamamaktadır. Ekin, sıcak havanın gelerek soğuk havayı ısıttığını ve bunun sıcaklıkları eşitlenene kadar gerçekleştiğini ifade etmektedir. Havanın sabit değil de hareket ettiği düşüncesi döngü düşüncesinin sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Ancak sıcak havanın neden hareket ettiğini açıklamamaktadır. Bu sırada aklına bir anda geldiğini ifade ettiği sıcak havanın ısınması sonucu hacminde gerçekleşen artışın bu yükselmeye neden olduğu düşüncesi, Ekin’in bu konudaki ikinci anlayışını şekillendirmiştir.

Bu bölümde dikkat çeken bir husus ise, Şekil 25’te (Q08) ve (Q21) kodlarının çoğunlukla birlikte belirlenmiş olmasıdır. Kimi zaman bu eşzamanlı kodlara (Q12) de eklenmiştir. Bu durum bu kodlar arasında bir ilişki olabileceği sonucuna götürebilir.

### ***Ekin’in İkinci Görüşmede Işınım Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Işınım yolu ile ısı aktarımı konusunda, (Q85) yani “Işınım ile ısı aktarımı radyoaktif maddelerle ilgilidir”, (Q25) yani “Görünür ışık kaynakları ısıyı ısıtır”, (Q21) yani “Isı, değen yüzeylerde aktarılır”, (Q08) yani “Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur”, (Q65) yani “Havasız ortamda ısı aktarımı olmaz”, (Q87) yani “İletim yolu ve ışıınım yolu ile ısı aktarımı aynı biçimde olur”, (Q88) yani “Taşınım yolu ve ışıınım yolu ile ısı aktarımı aynı biçimde olur”, (Q22) yani “Konveksiyon yoluyla aktarım sadece havada olur”, (Q89) yani “Isı, güneş ışınları ile aktarılır”, (Q26) yani “Isı aktarımı için maddesel ortam gerekmez”, (Q46) yani “Isı fotonlar üzerinde taşınır/saklanır” ve (Q13) yani “Isı aktarımı, maddesel alışveriş biçiminde gerçekleşmez” kodları belirlenmiştir.

Bu bölümde da taşınım yolu ile ısı aktarımı konusunda olduğu gibi, Ekin ilk önce bir anlayış sergilemiş, daha sonra ikinci bir anlayış ile düşüncelerini değiştirmiştir. Ekin'in ileri sürdüğü düşüncelerinden oluşan ilk anlayışına örnek olarak şu konuşmalar verilebilir:

- HŞK: Peki. Gelelim ışıma.
- Ekin: O hiç... farklı bir boyut hocam. Radyoaktif maddelerle ilgili değil mi bu? (Q85)
- .....
- Ekin: Mesela hocam bu atom bombası ya da hidrojen bombası olayında ışıma yaptırarak bunları patlatıyorlar ya. O şekilde ısı açığa çıkıyor. Büyük hem de çok büyük bir ısı. (Q85)
- HŞK: Onlar reaksiyonlar. Orada nükleer reaksiyonlar oluyor. O ayrı bir şey.
- Ekin: Hımm...
- HŞK: Ben ışıma yoluyla ısı aktarımından bahsediyorum.
- Ekin: Aklıma bir şey geldi ama. Biraz saçma olabilir belki. Bu hani, şunlar olabilir mi?
- HŞK: Şunlar dediğin?
- Ekin: Yani ıı... (floresan lambasını göstererek) (Q25)
- HŞK: Floresan mı?
- Ekin: Işık kaynakları... (Q25) Onlardan dolayı. Sonuçta onlarda bir ısı yayıyor. Mesela, çok yanan bir ampule dokunamıyoruz.
- HŞK: Neden?
- Ekin: Sıcaklığı çok, aşırı derecede fazla oluyor.
- HŞK: Neden?
- Ekin: İşte... ışıma yoluyla. Bir sıcaklık elde ediyor yani.
- HŞK: Ampul derken? Ampulün camından mı bahsediyorsun? Ampule dokunmaktan kastın ampule mi, dışındaki camına?
- Ekin: Evet yani camına, hı hı...
- HŞK: Peki o cam nasıl ısınır?
- Ekin: İçinde gaz var. İçinde şey, teller var ya hocam. Elektrik... Akım geçiyor bunun üzerinden ve tel ısınıyor. Tel ısındığı için ortamdaki o ampulün içindeki hava ısınıyor. (Q21-Q08) O da şeye, camına yansıyor sıcaklık.

- HŞK: Ampulün içinde hava mı var?

- Ekin: Evet. (Q65)

.....

- Ekin: Aslında o da yani iletim ya da konveksiyon yolundan bir farkı yok. (Q87)  
Çünkü yine hava... (Q65-Q22) ya hatta konveksiyondan bir farkı yok. (Q88)  
Çünkü yine hava ısınıyor. Yani gaz ısınıyor. (Q21-Q08)

.....

- HŞK: Şimdi, bunlardan farklı olarak radyasyon yoluyla yani ışıınım yoluyla transfer nasıl gerçekleştiriliyor? Farkı ne? Yani mesela, iletimle konveksiyon arasındaki farkı söyledin.

- Ekin: Hı hı. Işıınım hocam, radyasyonla ilgili, değil mi?

- HŞK: Tabi. Işıınım ve radyasyon eş anlamlı kelimeler zaten. Biri Türkçe, biri İngilizce sadece.

- Ekin: Bu şey... alfa, gama, beta ışınları falan vardı. Onlar ışıınım yapıyorlar... da... (Q85)

- HŞK: Onlar radyoaktif ışıınımlar. O ayrı bir şey.

- Ekin: İşte onu açıklayamıyorum hocam. Daha doğrusu yani bilmiyorum. Açıklayamıyorum değil bilmiyorum yani.

(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 26-32. dakikalar arası)

İlk önce ışıınım sözcüğünün eş anlamlısı olan radyasyon sözcüğünden ötürü Ekin'in aklına radyoaktivite konusu gelmiştir. Işıınım ile ısı aktarımını radyoaktivite ile ilgili olarak düşünmeye çalışmıştır. Ancak radyasyon ile ısı aktarımından kastedilenin radyoaktivite olmadığını anladığında, ışıma yapan maddeler yani ışık kaynakları aklına gelmiştir. Bu düşüncenin Ekin'in aklına gelmesinin nedeninin ampulün ışık saçarken dışındaki cam yüzeyinin ve içindeki kor halindeki telin sıcak olması olduğu, ifadelerinden anlaşılmaktadır. Ancak ampulün içinde gaz oluşu, Ekin'in ampulün dışındaki cam yüzeyin ısınmasını iletim ve taşınım yolu ile ısı aktarımına benzetmesine neden olmuştur. Buradan Ekin'in, ampulün dış yüzeyinin, ampulün içindeki gaz olmadan ısınamayacağı düşüncesine sahip olduğu söylenebilir. Ekin ışıınım yolu ile ısı aktarımının iletim ve taşınım yolu ile ısı aktarımı süreçlerinden farkını ortaya koyamamaktadır. Bu nedenle, bu fark sorulduğunda, yine radyoaktif ışıınımlar ile ilgi

kurmaya çalışmaktadır. Aklına gelen cevapların, ısınım yolu ile ısı aktarımı ve diğer ısı aktarım yolları arasında, kendisini tatmin edecek bir fark ortaya çıkaramadığı görülmektedir. Bu sebeple bu farkı bilmediğini ifade etmektedir.

Ekin'in ısınım yolu ile ısı aktarımı konusunda edindiği ikinci anlayış, aslında var olan bilgilerini toparlamasıyla ortaya çıkmış gibi görünmektedir. Bu bilgiler, Güneş'in dünyayı nasıl ısıttığı sorulduğunda kendini göstermiştir. Bu durum ile ilgili olarak Ekin'in ikinci anlayışını yansıtan ifadelerini içeren konuşma parçaları şöyledir:

- HŞK: Güneş'ten dünyaya ısı nasıl geliyor?
- Ekin: Isı hocam boşlukta yayılabilen bir enerji. Onu gördüm İnternette. Güneş ışınları vasıtasıyla geliyor aslında. (Q89)
- .....
- HŞK: Peki Güneş'ten dünyaya nasıl gidiyor? Yani Güneş'in temas edebileceği bir hava ortamı yok. Havayla konveksiyon şeklinde gelse...
- Ekin: Yani, yani ısının boşlukta yayılabileceğini gördüm. (Q26)
- HŞK: Tamam bunu okudun.
- Ekin: Okudum.
- HŞK: Ama nasıl?
- Ekin: Ama nasıl?.. Sonuçta boşlukta hava, yani gaz yok. Işıklar vasıtasıyla olabilir. (Q26)
- HŞK: Hangi ışıklar?
- Ekin: Güneş ışınları. (Q89-Q25)
- HŞK: Işık yani.
- Ekin: Hı hı.
- HŞK: Hım, nasıl oldu peki?
- Ekin: Burada takılıyorum hocam... Bu ışık ışınları ozon tabakasından içeri giriyor... Yok hocam... an... yani şey yapamıyorum.
- HŞK: Işıkların üzerinde ısı mı depolanıyor?
- Ekin: Bir an onu düşündüm ama söylemekten çekindim aslında. Hani ışık ışınlarının üzerinde ısı depolanmış olsa ozon tabakasına girince de ısıtsa hani. Konveksiyon yoluyla yine...

(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 31-34. dakikalar arası)

- HŞK: Mesela tanecik özelliğinden mi yararlanıyor? Işık... Dalga özelliğinden mi yararlanıyor?
- Ekin: Tanecikten yararlanıyordur büyük bir ihtimalle... (Q46) Çünkü tanecik hani ısı depolayabiliyor. (Q46) Ama dalga depolayamıyor.
- HŞK: O zaman sadece güneş dışında başka maddeler de bu şekilde ısı aktarabilir mi?
- Ekin: Işık yayan her cisim diyebiliriz. (Q25)
- HŞK: Işıktan kastımız nedir?
- Ekin: O işte, bizi aydınlatan.
- HŞK: Yani?
- Ekin: Yani, florasın, mum,...
- HŞK: Ampul?..
- Ekin: Ampul. Onun gibi şeyler.

(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 33-35. dakikalar arası)

Ekin'in daha önceden İnternette yaptığı araştırmalar sırasında ısıнын boşlukta yayılabilen bir enerji olduğuna dair okumuş olduğu bilgiyi hatırlaması, Ekin'in düşüncelerinin seyrini değiştirdiği söylenebilir. Isının boşlukta nasıl yayıldığı sorulduğunda ise, Güneş ışınları, yani ışık aracılığı ile yayıldığını ifade etmiştir. Fakat ısıyı şimdiye kadar hep maddesel ortamlarda saklanan bir enerji türü olarak tanımlayan katılımcı, ısıнын ışınlar üzerinde nasıl aktarıldığını açıklamakta zorlanmaktadır. Ekin, Güneş ışınlarının atmosfere girdiği anda, ısıнын taşınım yolu ile taşınabileceğine yönelik bir ifadesi vardır. Ancak bunun bir tahminden ibaret olduğu görülmektedir. Güneş ışınlarının ısıyı aktarırken, ışığın hangi özelliğinin etkili olduğuna dair sorulan soruya, tanecik özelliğinin etkin olduğu cevabını veren Ekin, fotonların ısı saklayabileceğini, ancak dalganın saklayamayacağını düşünmektedir. Fotonların ısı saklayabileceğini düşünmesinin nedeni, şimdiye kadar ısıyı hep maddesel ortamda açıklamış ve hatta ısıyı madde tarafından saklanan bir enerji türü olarak açıklamış olan Ekin'in, her ne kadar

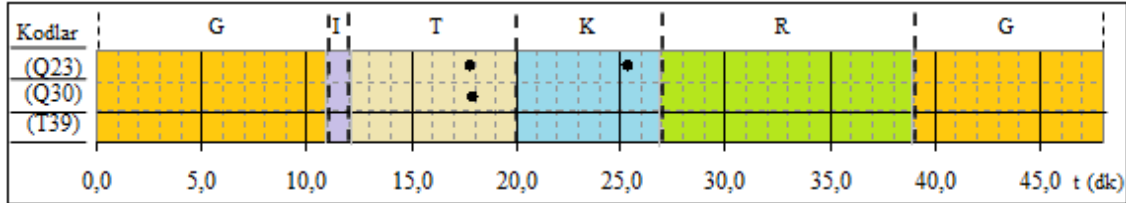
fotonlar kütleyle sahip olmasa da fotonları dalgalardan daha çok maddesel ortama yakın bulmuş olması olabilir. Son olarak Güneş dışında başka maddelerin de ısıtım yolu ile ısı aktarımı yapıp yapamayacağı sorulmuştur. Ekin, ısıtık yayan her maddenin bu şekilde ısı yayabileceğini düşünmektedir. Ancak verdiği örneklerin tümü görünür ısıtık yayan kaynaklardır. Bu durum, Ekin'in ısıtım ısıtım konusundaki düşüncelerinin sadece görünür ısıtık yayan ısıtık kaynakları ile sınırlı olduğunu göstermektedir.

Şekil 25'te (Q26) ve (Q89) kodları ile ifade edilen, ısıtık boşlukta yayılabilmesi ve ısıtım güneş ısıtım ile aktarılması ile ilgili kodların eş zamanlı olarak belirlendiği görülmektedir. Ayrıca, (Q21) ve (Q08) başta olmak üzere, bu kodlarla eş zamanlı olarak görülen (Q65), (Q87), (Q88) ve (Q22) kodlarının da aynı anda belirlenmesi dikkat çekicidir. ısıtım yolu ile aktarım için bu kodları ifade eden önermeler arasında bir ilişki söz konusu olabilir.

#### **4.2.3.3.5. Ekin'in İkinci Görüşmede Isıl Denge Durumuna İlişkin Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısıtım denge durumuna ulaşma şartı ve denge anı ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Ekin'in ikinci görüşmedeki ısıtım denge durumu ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 26'da görülmektedir.

Şekil 26. Ekin'in ikinci görüşmedeki ısıl denge durumu ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 26'da iletim yolu ile ısı aktarımı ile ilgili konuşmalar sırasında (Q23) yani "Isı aktarımı, maddelerin son sıcaklıkları aynı olana (ısıl dengeye) kadar olur" ve (Q30) yani "Isı aktarımı, taneciklerin titreşimi aynı olana kadar olur" kodlarına; taşınım ile ısı aktarımı konusundaki konuşmalarda ise yalnızca (Q23) koduna rastlanmıştır. İletim ve taşınım yoluyla ısı aktarımı ile ilgili olarak Ekin'in şu ifadeleri bu durum için bir örnek teşkil edebilir:

- Ekin: İşte titreştiği için onun da ısını arttırıyor. Yani sıcaklığını arttırıyor. Ona ısı vererek. Titreşiminden kaynaklanıyor. Ve eşit olana... yani dengeleninceye kadar ikisinin titreşimi ya da aradaki sıcaklık farkı... sıcaklığı aynı olana kadar bir enerji aktarımı gerçekleşiyor. (Q23-Q30)

(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 17-18. dakikalar arası)

- Ekin: Sıcak hava geliyor, soğuk olan havayı ısıtıyor. Yani hava moleküllerini ya da atomlarını ısıtıyor. Ve aynı ısıya... ya aynı sıcaklığa geliyorlar. Eşit olana kadar? (Q23)

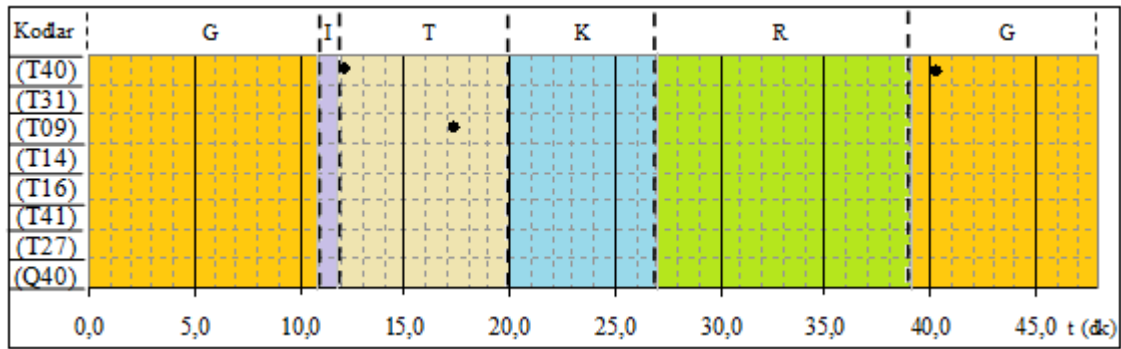
(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 25-26. dakikalar arası)

Ekin'in sözlerinden de görüldüğü üzere, titreşimlerin aynı olması ve sıcaklıkların eşit olması katılımcı tarafından birlikte ele alınmıştır. Buradan Ekin'in denge anı için sıcaklık ile taneciksel titreşim arasında bir ilişki olduğu görüşünde olduğu düşünülebilir.

#### 4.2.3.3.6. Ekin'in İkinci Görüşmede Tanecikler Düzeyinde Gerçekleşen Olaylar ile İlgili Görüşleri

Bu bölümde Ekin'in tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Ekin'in ikinci görüşmedeki tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 27'de görülmektedir.

Şekil 27. Ekin'in ikinci görüşmedeki tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 27'ye göre, iletim yolu ile ısı aktarımına ilişkin konuşulan kısımlarda ve temel kavramlarla ilgili doğrudan soruların sorulduğu kısımlarda birer kez (T40) yani “Bir maddenin içindeki tanecikler sürekli titreşirler”; bir kez de iletim yolu ile ısı aktarımı ile ilgili konuşmalar sırasında (T09) yani “Sıcak maddelerin daha soğuk olanlara göre taneciklerinin kinetik enerjisi daha çoktur” koduna rastlanmıştır. Bu kodların rastlandığı konuşmalar şöyledir:

- Ekin: Yani şöyle mesela ee... bir cismin ya da bir maddenin içindeki moleküller atomlar sürekli titreşim halinde, hareket halindedir. (T40) Ve bunlar, birbirine değmesinden dolayı bir ısı açığa çıkıyor. Bir kinetik enerji kazanıyorlar. İşte bu kinetik enerjilerin toplamına biz ısı diyoruz. Ama tüm moleküllerin, tek bir molekülün değil.

(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 12-13. dakikalar arası)

- Ekin: Titreşiyor mesela birisi çok yani titreşiyor. Titreşim hızı çok fazla, birinin ki az (T09) ve o ona yan yana durdukları için zaten tek bir yüzeyden hani değdikleri yüzeyden ısı aktarımı oluyor.

(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 17-18. dakikalar arası)

- Ekin: Sonuçta ısıya, biz toplam kinetik yani, top... yani bütün moleküllerin toplam kinetik enerjisi diyoruz. Bu da aynısı. Sonuçta orada da maddeler, titreşim hareketi yapıyor. (T40) Belli bir hızları var. Hareketten dolayı.

(Ekin ile yapılan ikinci görüşme, 05.03.2010, 40-41. dakikalar arası)

Ekin'in yukarıda verilen ifadelerinden de anlaşılacağı üzere, maddeyi oluşturan taneciklerin sürekli olarak titreşim halinde olduğunu ve bunların bir enerjisinin olduğunu düşünmektedir. Sıcak madde ve daha soğuk olan madde arasında da tanecikler düzeyinde bir titreşim hızı farkı olduğunu düşünmektedir.

#### **4.2.3.4. Ekin'in İkinci Görüşmedeki Görüşleri Üzerine Genel Değerlendirme**

Ekin ile yapılan ikinci görüşmede ısı aktarım yollarının da görüşmelere dahil edilmesiyle kavram ve düşüncelerde artış gerçekleşmiştir. Ekin'in bir önceki görüşmeden kalan bazı düşüncelerini aynen koruduğu, bazılarında kuşku duymaya başladığı, bazılarını ise tamamen değiştirdiği görüldü. Şekil 28'de Ekin'in ikinci görüşmedeki görüşleri haritalanmıştır. Şekilde Ekin'in kuşkulu ve silik hale gelen veya görüşme akışı sırasında sonradan değiştirdiği düşünceleri noktalı çizgilerle, en son kararları ise normal çizgilerle birleştirilmiştir. Örneğin Ekin, ilk önce sıcaklığı taneciklerin ortalama kinetik enerjisi olarak tanımlamış, ancak daha sonra sıcaklığın enerji olmadığı düşüncesiyle bu düşüncesinden vazgeçmiştir. Ayrıca iç enerji ile ilgili su temelli görüşü kuşkulu hale gelmiş, ancak yerine yine kuşkulu olan tanecikler

düzeyindeki enerjilerin toplamı düşüncesi gelmiştir. Ekin, ısıнын tanımını sürtünme eksenli düşünceden, taneciklerin titreşimi eksenli bir düşünceye doğru değiştirmiştir. Ekin'e göre taneciklerin toplam kinetik enerjisine ısı denir. Ayrıca Ekin'in tanecikler düzeyinde düşünceleri oluşmuş, bu sebeple görüşleri detaylanmıştır. Soğukluk, ısı denge, ısı aktarım yolları ve bunlar için verilen örnekler gibi yeni nesneler şemaya eklenmiş, ilişkileri belirlenmiştir. Bunun dışında ayrıca nicel sınırlar, alt ve üst sınır diye ikiye ayrılmıştır.

Ekin, iletim yolu ile ısı aktarımının temas eden yüzeylerden ve titreşim ile gerçekleştiğini, taşınım yolu ile ısı aktarımının, temas eden havanın hareket etmesi ile oluşan döngü ile gerçekleştiğini ve ışıınım yolu ile ısı aktarımının ise, ışıık kaynaklarından çıkan ışıık ile ve ışıığın da tanecik özelliğı ile gerçekleştiğini düşünmektedir. Ancak bu düşüncelerin ayrıntıları sorulduğunda kimi zaman cevap verememektedir.



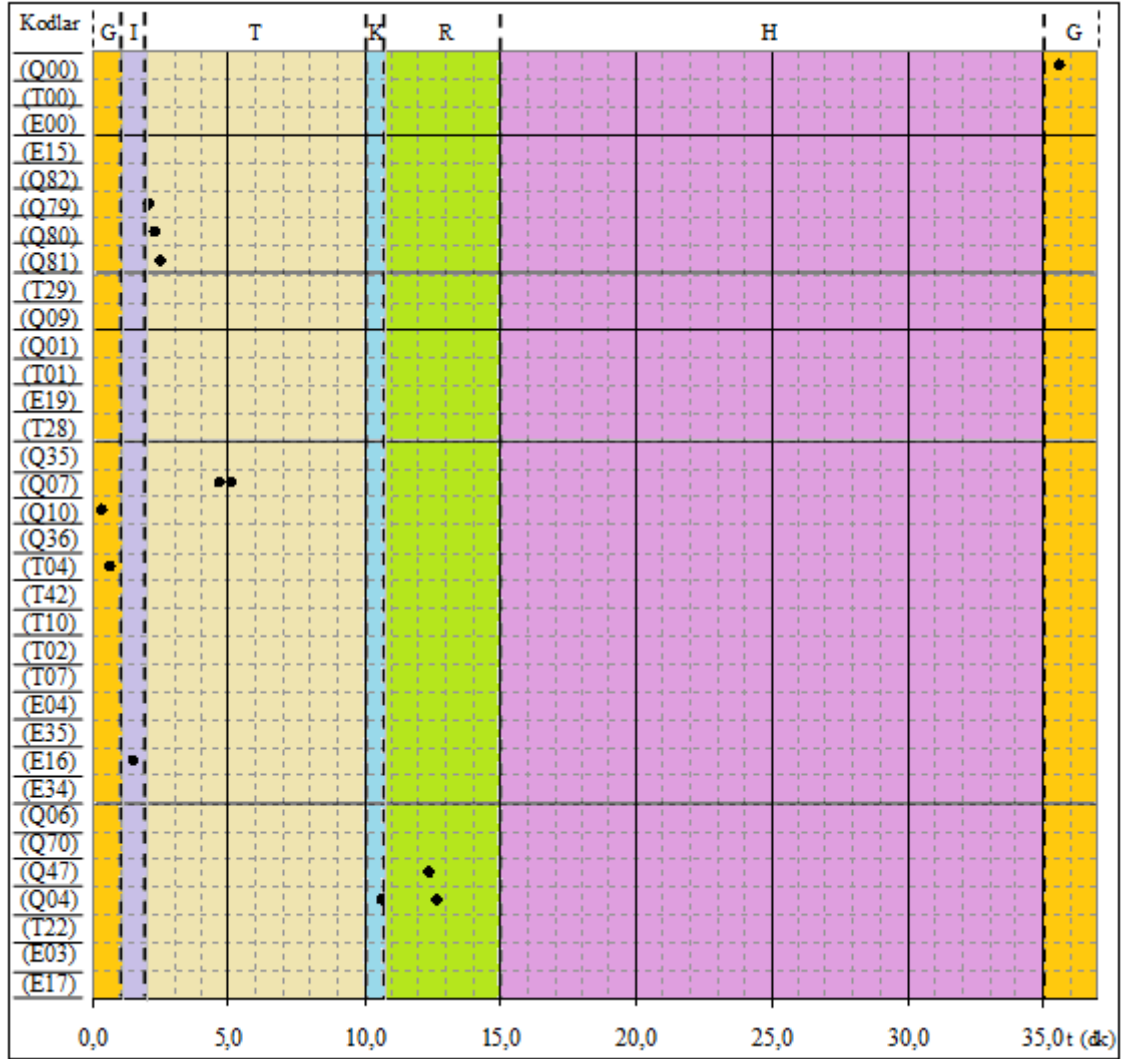
#### **4.2.3.5. Ekin İle Yapılan Üçüncü Görüşmenin Analizi**

Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, PDÖ sürecinin ikinci oturumunun ardından gerçekleşmiştir. Burada görüşmede; ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları ile ilgili olarak katılımcının doğrudan görüşlerinin yanı sıra ısı aktarımı ve hal değiştirme konuları örnek alınarak dolaylı görüşleri de alınarak değerlendirilmiştir. Bu yorumlar doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Değerlendirmeler, o an kavramlarla ilgili genel bir konuşmanın mı yoksa ısı aktarım süreçlerinin ya da hal değişiminin mi temel alındığına göz önüne alınarak yapılmıştır.

##### **4.2.3.5.1. Ekin'in Üçüncü Görüşmede Kavramlarla İlgili Genel Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını tanırlığı, bu kavramları nasıl tanımladığı, bu kavramlarla ilgili olarak başka kavramlar tanımlayıp tanımlamadığı incelenmiştir. Ekin'in üçüncü görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 29'da görülmektedir.

Şekil 29. Ekin'in üçüncü görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı.



Katılımcının görüşleri, diğer kategorilerden farklı olarak temalar bazında değil, kavramlar bazında ele alınmıştır. Bu aşamada incelenen üç kavram ayrı ayrı Şekil 29 ve doğrudan alıntılar yardımı ile değerlendirilmiştir.

### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Isı Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Ekin ile yapılan üçüncü görüşmede de önceki görüşmelerde olduğu gibi en çok ısı kavramı ile ilgili kodlar belirlenmiştir. Bu görüşmede ısı kavramı ile ilgili genel olarak, ısı kavramı ile ilgili doğrudan soruların sorulduğu bölümden, (Q10) yani “Maddenin taneciklerin toplam kinetik enerjisine ısı denir”, (Q00) yani “Bilmiyorum / Kararsızım”; iletim yolu ile ısı aktarımı ile ilgili soruların sorulduğu bölümden (Q79) yani “Isı aktarım yollarından iletim yoluyla ısı aktarımını anımsıyorum”, (Q80) yani “Isı aktarım yollarından taşınım yoluyla ısı aktarımını anımsıyorum”, (Q81) yani “Isı aktarım yollarından ışıınım yoluyla ısı aktarımını anımsıyorum”, (Q07) yani “Sürtünmeden/Çarpışmalardan dolayı açığa çıkan enerjiye ısı denir”; taşınım yolu ile ısı aktarımı ile ilgili soruların sorulduğu bölümden (Q04) yani “Maddeler ısı saklar. / Maddelerin ısısı vardır” ve ışıınım yoluyla ısı aktarımı ile ilgili bölümden ise (Q04) ve (Q47) yani “Güneş ışınlarının ısısı vardır / Güneş ışınları sıcaktır” kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşmalar şöyledir:

- Ekin: Şu an hocam ısıyı yine bir maddenin toplam kinetik enerji. Yani kinetik enerjilerin, ortalama kinetik enerjilerinin toplamına ısı enerjisi diyoruz. (Q10) Sıcaklık ise bu kinetik enerjilerinin bir göstergesi olarak tanımlıyoruz. Ya yine enerji ile alakalı ama bunu....  
(Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, 15.03.2010, 00-01. dakikalar arası)

- HŞK: Peki, ısı aktarımı ile ilgili? Isı aktarım yollarıyla ilgili değişiklik var mı?
- Ekin: Hımm... Zaten geçen tanımlayamamıştım çünkü hani pek fazla bir şey hatırlayamıyorum demiştim size. Işınım, (Q81) iletim (Q79) ve konveksiyon (Q80) hani isimlerini de biliyorum ama tam olarak neler olduğunu bilmiyorum demiştim.  
(Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, 15.03.2010, 02-03. dakikalar arası)

- Ekin: İşte bu mesela... Sürtünüyor sonuçta. Sürtünmeyle ısı alışverişi oluyor aralarında. (Q07) Mesela iki cismi yan yana koyduğunda atomları titreşiyor, titreşimden dolayı enerji akışı oluyor.

- HŞK: Sürtünmeyle mi diyorsun?

- Ekin: Evet.

.....

- Ekin: Yani işte çarpıyorlar.

- HŞK: Çarpma esnasında sürtünmeden kaynaklı bir ısı mı diyorsun?

- Ekin: Yani şöyle söyleyeyim. Mesela şu bir cismimiz. Şu da bir cismimiz. Yani bu genelde buradan ısı alışverişi oluyor. Yalnız buradaki de bu buna ısınısını aktardığı zaman buradaki de yanındakine aktarıyor. Mesela yanındaki soğuduğu için...

.....

- Ekin: Hocam... Titreşim... (avuçlarını birbirine sürterek) Elim ısındı mesela... Sürtünme... (Q07)

- HŞK: Yani... Titreşirken birbirlerine sürtüyorlar bu esnada ısı açığa çıkıyor diyorsun. Hımm... Birbirleriyle çarpışıyorlar mı?

- Ekin: Titreşirken çarpışıyorlar.

(Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, 15.03.2010, 04-06. dakikalar arası)

- Ekin: Yani ısı... ısı varsa sıcaklık da vardır diye düşünüyorum. Sonuçta yani gerçi mesela şöyle tanımlayacağım. Isı madde miktarına göre. Örneğin, diyelim ki 25 santigrat derecedeki bir bardak suya parmağınızı soktuğunuzda sıcak gelir. Üzerine bir bardak daha aynı bardağın üzerine sürahinin üzerine bir bardak daha aynı sudan koyarsanız tekrar parmağınızı sokun sıcaklığı değişmemiştir. Ama ısısı artmıştır. Çünkü kütlesi arttığı için... (Q04) Yani elektromanyetik dalgalarla kütlenin ne alakası var diyeceksiniz ama bana göre ısısı vardır. Sonuçta içine bir ısı, sıcaklık hapsedilmiş. (Q47)

(Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, 15.03.2010, 12-13. dakikalar arası)

Ekin, ilk olarak bir önceki görüşmede olduğu gibi ısıyı maddeyi oluşturan taneciklerin toplam kinetik enerjisi olarak ifade etmektedir. Daha sonra ısı aktarım yolları kendisine sorulduğunda, bu yolların isimlerini hatırladığını ancak ne olduklarını tam olarak bilmediğini ifade etmiştir.

Ekin'e ısının temas eden maddelerde nasıl aktarıldığı sorulduğunda, ilk görüşmede öne sürdüğü, ikinci görüşmede de yinelediği ısının "sürtünme" ile ilişkisine

dair düşüncesini yinelemekte ve açıklamaktadır. Ekin, iki maddenin birbirine sürtünmesi sırasında ısının ortaya çıktığı ve böylelikle aktarım olduğunu düşünmektedir. Bunu avuçlarını birbirine sürttüğünde ısınmasına benzetmektedir. Bunun taneciklerin titreşmesi esnasındaki çarpışmalar sırasında olduğunu da belirtmektedir.

Ekin'in ısının maddede saklandığı yönündeki düşünceleri de halen devam etmektedir. Öyle ki, kütlesi fazla olan maddenin daha çok ısı sakladığını düşünmektedir. Bu durum, tanecik sayısının artması ile ilgili olabilir. Çünkü ısıyı taneciklerin toplam kinetik enerjisi olarak ifade eden katılımcı, tanecik sayısı ile ısı arasında ilişki kurmuş olabilir. Aynı zamanda  $Q = m.c.\Delta T$  ifadesinden ısı ile kütle arasındaki ilişkiyi de göz önünde bulundurmuş olabilir. Bu bağıntıyı daha önce de maddelerin sakladığını düşündüğü ısıyı hesaplarken kullanmıştı. Işınım yolu ile ısı aktarımı sırasında Ekin'in elektromanyetik dalgaların ısı taşıdığını belirtmesi ve bunu “ısı hapsetme” ve “sıcaklık hapsetme” şeklinde ifade etmesi, bu durumun ısı saklama ile ilgili düşüncelerinden kaynaklanmakta olduğu da düşünülebilir.

### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Sıcaklık Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmede sıcaklık ile ilgili olarak sadece (T04) yani “Sıcaklık, maddenin içindeki taneciklerin hızı/ortalama kinetik enerjisi ile ilgilidir/göstergesidir” koduna rastlanmıştır. Bu kod, şu konuşmadan belirlenmiştir:

- Ekin: Şu an hocam ısıyı yine bir maddenin toplam kinetik enerji. Yani kinetik enerjilerin, ortalama kinetik enerjilerinin toplamına ısı enerjisi diyoruz. Sıcaklık ise bu kinetik enerjilerinin bir göstergesi olarak tanımlıyoruz. (T04) Ya yine enerji ile alakalı ama bunu....
- HŞK: Toplamının mı?
- Ekin: Kinetik enerjilerinin göstergesi.

- HŞK: Toplam kinetik enerjinin göstergesi mi yoksa...
  - Ekin: Tek hocam tek atomun mesela.
  - HŞK: Ortalama diyorsun?
  - Ekin: Evet ortalama.
- (Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, 15.03.2010, 00-01. dakikalar arası)

Ekin sıcaklığa şimdiye kadar yaptığı tanımlardan farklı bir tanım getirmiştir. İlk görüşmede nitel bir gözlem olarak ifade ettiği sıcaklığın aslında nicelik olduğunu söylüyor fakat net bir tanım getiremiyordu. Ancak sıcaklığın enerji olmadığını ifade ediyordu. İkinci görüşmede ise birinci görüşmedeki tanımını yinelemişti. Ek olarak sıcaklığın maddeye ait taneciklerin ortalama kinetik enerjisi olduğu konusunda belirsiz bir fikre sahipti. Sıcaklığın enerji olmadığına ilişkin düşüncesi bu düşüncesi kabul etmesini engelliyordu. Üçüncü görüşmede ise, bir ara yol olarak, sıcaklığın maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin göstergesi olan bir büyüklük olduğunu ancak enerji olmadığını ifade etmektedir.

### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede İç Enerji Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

İç enerji ile ilgili olarak Ekin'in genel düşüncelerine ilişkin kodlara ilişkin olarak yapılan görüşme incelendiğinde, yalnızca (E16) yani "Isıl enerji, ısının geniş çapta elde edilebilir veya kullanılabilir/yaşama geçirilebilir biçimine verilen addır" koduna rastlanmaktadır. Bu kodun belirlendiği görüşme parçası şöyledir:

- HŞK: Isıl enerji neydi?
  - Ekin: Isıl enerjiyi ben günlük hayata geçirebildiğimiz enerji diye tanımlamıştım ve hala o şekilde düşünüyorum. (E16)
- (Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, 15.03.2010, 00-02. dakikalar arası)

Ekin, iç enerji (ısıl/termal enerji) konusundaki düşüncelerini üçüncü görüşmede de korumaktadır. İkinci görüşmede birinci görüşmeden farklı olarak araştırmaları sonucunda iç enerjinin maddeyi oluşturan taneciklerin toplam enerjileri olduğuna dair bir tanım elde etmiş, fakat bu tanımlı benimsememişti. Bunun nedeni aynı tanımlı ısı için kullanıyor olmasıydı. Üçüncü görüşmede ise bu tanımlı tamamen yok saydığı ve birinci görüşmedeki düşüncelerine geri döndüğü görülmektedir.

#### **4.2.3.5.2. Ekin'in Üçüncü Görüşmede Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Görüşleri**

Bu bölümde üçüncü görüşme yardımıyla Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiyi nasıl algıladığı incelenmiştir. Burada, üç kavramın çapraz ilişkileri incelenmektedir. Bu ilişkiler temalar bazında ayrı ayrı ele alınmıştır.

#### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Isı ve Sıcaklık Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Ekin'in ısı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişkiye ait düşünceleri incelendiğinde, ısıyım yolu ile ısı aktarımı konusunda konuşulurken birbiri ile eş zamanlı olarak (Q59) yani "Sıcaklığın varlığının nedeni ısıdır / Isı artarsa sıcaklık da artar" ve (T32) yani "Sıcaklık, ısıdan kaynaklanır" kodları belirlenmiştir. Bu kodlar, Ekin'in şu ifadesinde görülmüştür:

- Ekin: Yani ısı... ısı varsa sıcaklıkta vardır diye düşünüyorum. (Q59-T32)  
Sonuçta yani gerçi mesela şöyle tanımlayacağım. Isı madde miktarına göredir. Örneğin, diyelim ki 25 santigrat derecede ki bir bardak suya parmağınızı soktuğunuzda sıcak gelir. Üzerine bir bardak daha aynı bardağın üzerine sürahinin üzerine bir bardak daha aynı sudan koyarsanız tekrar parmağınızı sokun sıcaklığı değişmemiştir. Ama ısı artmıştır. Çünkü kütlesi arttığı için. (Q76)  
(Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, 15.03.2010, 12-13. dakikalar arası)

Bu görüşmede Ekin, ilk iki görüşmenin aksine sıcaklığın kaynağının ısı olduğunu belirtmiştir. Oysa ilk iki görüşmede sıcaklığın ısının nedeni ve kaynağı olduğu konusunda görüşlere sahipti. Bu değişikliğin nedeni, Ekin'in sıcaklığın tanımını değiştirmiş olması olabilir. Çünkü önceden sıcaklığı tam olarak ifade edememekle birlikte, her maddenin sakladığı bir büyüklük olduğunu düşünmekte idi. Oysa üçüncü görüşmede sıcaklığı da ısı gibi maddeye ait olan taneciklerin titreşim kinetik enerjisi ile ilişkilendirmiştir. Bu kinetik enerjinin toplamına ısı dediği için, ısının sıcaklığın nedeni olduğu şeklinde düşüncesini değiştirmiş olabilir.

#### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Isı ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiye dair herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

#### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Sıcaklık ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Ekin bu görüşmede sıcaklık ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiye dair herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

#### **4.2.3.5.3. Ekin'in Üçüncü Görüşmede Kavramların Nicel Yapısı ile İlgili Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını nicel olarak nasıl ifade ettiği incelenmiştir. Bu amaçla ısı, sıcaklık ve iç enerjinin nicel sınırları, birimleri, ölçülebilirlik veya hesaplanabilirlik durumu, nicel olarak değerinin nasıl bulunduğu

ilişkin görüşleri ve bu değere etki eden etmenler ile özellikler hakkındaki düşünceleri betimlenmiştir. Bu üç kavramın nicel yapıları ile ilgili kodlar temalara göre ayrı ayrı ele alınarak birlikte incelenmiştir.

#### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Birimlerine İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı, sıcaklık ve iç enerjinin birimlerine ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

#### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Ölçülebilirlik veya Hesaplanabilirlik Durumuna İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı, sıcaklık ve iç enerjinin ölçülebilirlik veya hesaplanabilirlik durumuna ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

#### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Sınırlarına İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı, sıcaklık ve iç enerjinin nicel sınırlarına ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Değerine İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı, sıcaklık ve iç enerjinin nicel değerine ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

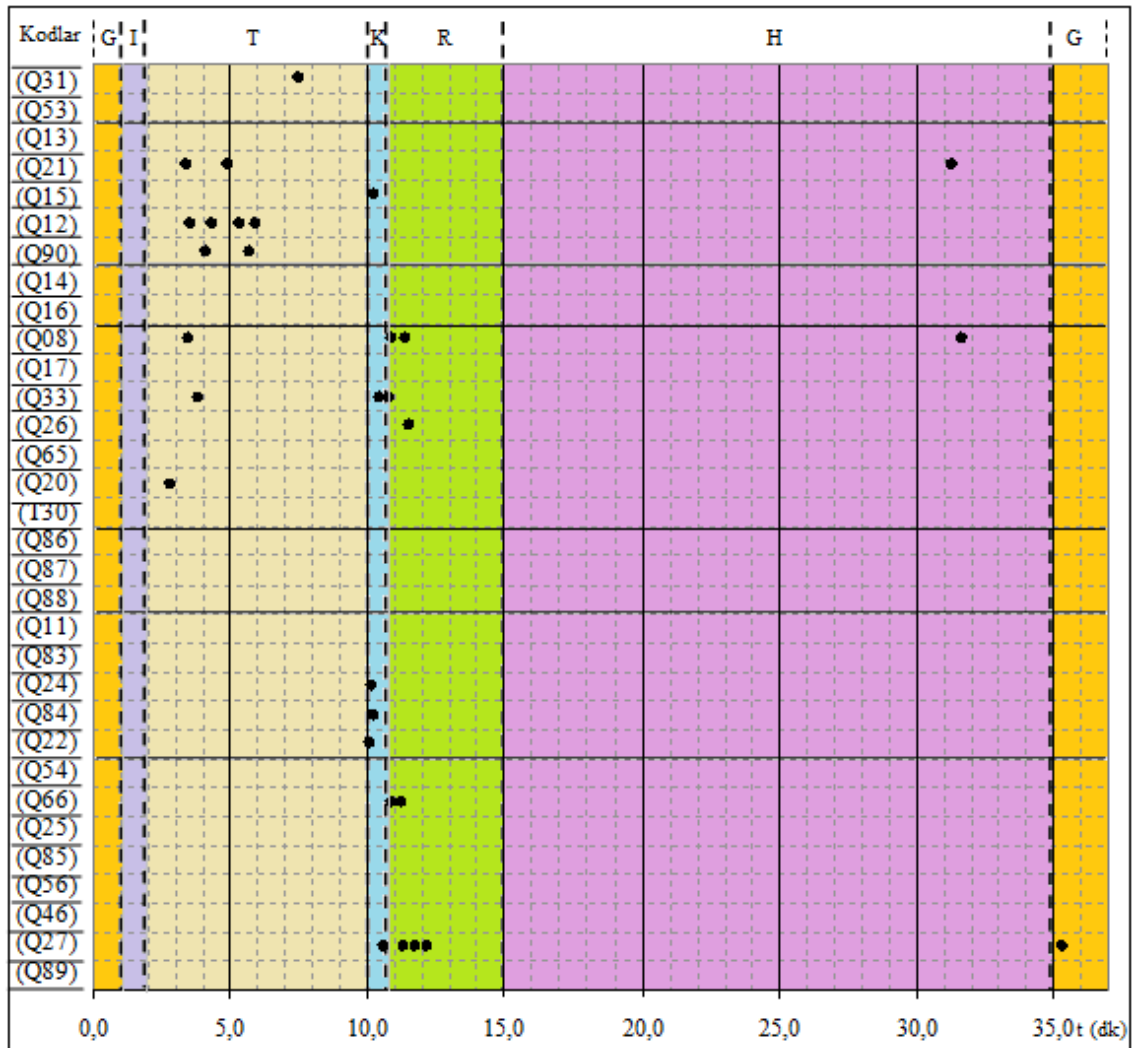
### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Değerine Etki eden Etmenler ve Özelliklerine İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede, (Q76) yani “Bir maddenin ısısın hesaplanmasında kütlesi belirleyicidir” kodu ile ifade edilen düşüncesini yinelemiştir. Bu düşünce, bir önceki verilen konuşma parçasından elde edilmiştir. Isının kütle ile değiştiğini düşünmektedir. Bu düşünce Ekin tarafından önceki görüşmelerde de ifade edilmişti.

#### **4.2.3.5.4. Ekin'in Üçüncü Görüşmede Isıl Dengenin Olmadığı Duruma İlişkin Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı dengenin olmadığı durumda gerçekleşen fiziksel olaylar ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Bu amaçla; ısı dengenin olmadığı durumda enerjinin korunumu, ısı aktarımının gerçekleşme biçimi, aktarım yönü, aktarımın gerçekleşmesi için gerekli şartlar ve kurallar, aktarımın iletim, taşınım ve ışıyım yöntemleri ile nasıl gerçekleştiği konusundaki düşünceleri betimlenmiştir. Bu bölümde temalar bazında değerlendirme yapmak yerine ısı aktarım yolları bazında değerlendirme yapmanın daha uygun olacağı düşünülmüştür. Ekin'in üçüncü görüşmedeki ısı dengenin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 30'da görülmektedir.

Şekil 30. Ekin'in üçüncü görüşmedeki ısııl dengenin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 30, ısı dengenin olmadığı durum ile ilgili kodları içermektedir. Buradaki veriler ısı aktarım yollarına göre ayrı ayrı incelenmiştir. Her bir ısı aktarım yoluna ilişkin bölgeler kendi içinde değerlendirmeye alınmıştır.

### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Genel Olarak Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede genel olarak ısı aktarımına ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Ekin'in görüşleri, ısı aktarım yollarına göre değişebilmektedir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede İletim Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmenin iletim yolu ile ısı aktarımı konusunu kapsayan kısımlarında; (Q20) yani "Isı aktarımı için yalıtılmış ortam gerekir", (Q21) yani "Isı, değen yüzeylerde aktarılır", (Q12) yani "Madde içindeki taneciklerin titreşimi/çarpışması yolu ile ısı aktarılır", (Q08) yani "Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur", (Q33) yani "Isı aktarımı maddesel ortamda olur", (Q90) yani "Madde içindeki taneciklerin sürtünmesi yolu ile ısı aktarılır" ve (Q31) yani "Isı alışverişi sırasında taneciklerin toplam kinetik enerjisi korunur" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşmalara şöyle örnek verilebilir:

- HŞK: Aktarımın yani iletim yoluyla nasıl olduğunu düşünüyorsun.
- Ekin: Temas hocam sizin geçen de dediğiniz gibi iki maddeyi yan yana koyduğumuz zaman hava ile ısı alışverişini keserek (Q20) yani mesela bir kabın içinde ısı alışverişi yapmasını nasıl sağlarsınız demiştiniz. Onu şu şekilde düşünüyorum. Mesela sıcak olan bir cismin atomlarının titreşimi daha fazladır. Yani daha fazla titreşirler sıcaklıklarından dolayı. Soğuk olan cismin titreşimi atomların titreşimi daha azdır ve yan yana koyduğunuz zaman sıcak olan titreşimi daha fazla olan cisim diğer atomlara sıcaklığını... yani titreşerek sıcaklığını artırır (Q12) ve bu şekilde ısı aktarımı olur ve dengeye gelene kadar ısı dengeye gelene kadar ve titreşimler aynı olana kadar ısı alışverişi olur.
- HŞK: Peki, bu ikisi arasındaki, birinden diğerine enerjinin nasıl geçtiğini düşünüyorsun? Hangi yolla?
- .....
- HŞK: İkisinin kinetik enerjileri birbirinden farklı ve yan yanalar. Birinden diğerine kinetik enerji nasıl geçer?

- Ekin: İşte bu mesela. Sürtünüyor sonuçta. Sürtünmeyle ısı alışverişi oluyor aralarında. (Q90) Mesela iki cismi yan yana koyduğunda atomları titreşiyor, titreşimden dolayı enerji akışı oluyor. (Q12)

- HŞK: Sürtünmeyle mi diyorsun?

- Ekin: Evet.

.....

- Ekin: Yani şöyle söyleyeyim. Mesela şu bir cismimiz. Şu da bir cismimiz. Yani bu genelde buradan ısı alışverişi oluyor. Yalnız buradaki de bu buna ısınısını aktardığı zaman buradaki de yanındakine aktarıyor. (Q21) Mesela yanındaki soğuduğu için...

- HŞK: Onları anlıyorum ama nasıl aktarıyor?

- Ekin: Hııı nasıl aktarıyor?

- HŞK: Çünkü iki tane cisim biri 60 derece bir tanesi de 30 derece. (Q08) İkisinin komşu atomlarını (Q33) yan yana koyduğumuz zaman komşu atomları birbirine temas eden yüzeylerinde ki atomları... (Q21)

- Ekin: Hocam... Titreşim... (Q12) (Ayuçlarını birbirine sürterek) Elim ısındı mesela... Sürtünme... (Q90)

.....

- Ekin: Titreşirken çarpşıyorlar.

- HŞK: Çarpışma esnasında bir şey oluyor mu?

- Ekin: Orada da ısı alışverişi oluyordur.

- HŞK: Nasıl?

- Ekin: Titreşerek hocam işte... Yine çarpşıyorlar ve sürtünme oluyor aralarında. (Q12)

- HŞK: Çarpışma esnasında ki sürtünmeden diyorsun?

- Ekin: Evet.

.....

- Ekin: Aslında sonuçta alınan enerji verilen enerjiye eşit olduğu için enerji değişimi olmuyor bir bakıma. (Q31)

- HŞK: Yani?

- Ekin: Yani... Kinetik enerji korunur.

(Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, 15.03.2010, 02-08. dakikalar arası)

Ekin, farklı sıcaklıktaki maddelere ait taneciklerin yan yana bulunduğu, birbirleri ile ısı aktarımı yaptığı durumu açıklarken, sıcak maddeye ait taneciğin kinetik enerjisinin daha fazla olduğunu belirtmektedir. Aralarında bir enerji aktarımı olan bu iki taneciğin, enerjiyi titreşim ve çarpışma biçiminde aktardığını söylemektedir. Ancak biraz daha ayrıntılı cevap istendiğinde, bu aktarımın aslında titreşim sırasında gerçekleşen çarpışmalar sırasında sürtünme yolu ile gerçekleştiğini düşündüğü görülmektedir. Bu durumu avuçlarını birbirine sürttüğü sırada elinde hissettiği sıcaklık artışına benzetmektedir. Ancak daha sonraki bölümde bu çarpışmalar sırasında kinetik enerjinin korunduğunu söylemektedir. Oysaki sürtünme kuvvetleri korunumsuzdur ve sürtünmenin olduğu ortamda kinetik enerjinin korunmasının olanaksız olduğu gerçeği Ekin tarafından göz ardı edilmektedir.

Görüşmede belirlenen kodlara bakıldığında, (Q12), (Q21) ve (Q90) kodlarının eşzamanlı olarak gözlemlenmesi bu kodlar arasındaki ilişkiyi göstermek açısından dikkat çekicidir.

### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Taşınım Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmenin taşınım yolu ile ısı aktarımı konusunu kapsayan kısımlarında; (Q24) yani “Isınan akışkanlar genişler/yükselir”, (Q22) yani “Konveksiyon yoluyla aktarım sadece havada olur”, (Q15) yani “Isı, taneciklerin yer değiştirmesi ile aktarılır”, (Q84) yani “Konveksiyonda bir döngü/hava akımı vardır”, (Q33) yani “Isı aktarımı maddesel ortamda olur” ve (Q08) yani “Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur” kodları belirlenmiştir. Ekin'in bu kodların rastlandığı ifadesi şöyledir:

- HŞK: Peki, konveksiyonda nasıl düşünüyorsun?

- Ekin: Konveksiyonda hocam geçen ki gibi düşüncem değişmedi. Isınan havanın (Q22-Q33) öz kütlesi azalıyor. Yukarı çıkıyor. (Q24-Q15) Yukarda ki soğuk havanın öz kütlesi yani daha fazla olduğu için aşağı iniyor ve yine aşağı indiği için ısınıyor. Tekrar bir döngü halinde... (Q84-Q08)
- (Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, 15.03.2010, 09-11. dakikalar arası)

Ekin, ifade ettiği düşüncelerinde açık olarak taşınım yolu ile ısı aktarımı konusunda düşüncelerinin değişmediğini belirterek düşüncelerini özetlemiştir. Bu düşünceler ile bir önceki görüşmedeki düşünceler arasında bir fark da göze çarpmamaktadır.

### ***Ekin'in Üçüncü Görüşmede Işınım Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmenin ısı taşınım yolu ile ısı aktarımı konusunu kapsayan kısımlarında; (Q27) yani "Isı dalgalar üzerinde taşınır/saklanır", (Q66) yani "Maddenin çevresiyle arasında sıcaklık farkı yoksa ısıma yapmaz", (Q08) yani "Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur" ve (Q26) yani "Isı aktarımı için maddesel ortam gerekmez" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşmalar şöyledir:

- Ekin: Işımada da hocam sıcak cisimler elektromanyetik dalgalar yayıyormuş. (Q27)
- HŞK: Tümü mü?
- Ekin: Yani ısı dalgaları diye de geçiyor bu. (Q27)
- HŞK: Tüm sıcak cisimler mi. Sıcak neye göre sıcak?
- Ekin: Yani ısısı fazla olan... bulunduğu ortama göre. (Q66-Q08)
- HŞK: Sıcak olan tüm cisimden yani şu an sende yapıyorsun.
- Ekin: Olabilir ben de yapıyorum. Hı hı... Çünkü vücut sıcaklığım 37 derece. Oda 20 derece. Evet. (Q66-Q08)
- HŞK: Peki... Başka...?
- Ekin: Elektromanyetik dalgalar yayıyor (Q27) sıcak cisimler ve karşıdaki cisim işte. Ne diye ısı aktarımı yapıyorsa o cisimde bu dalgayı soğurduğu zaman ısınıyor. Bu şekilde yani... Çünkü iletim yoluyla da konveksiyon yoluyla da bir

madde olması gerekiyor. Maddesel bir ortam gerekiyor. Yalnız konveksiyon şey... Işınım yoluyla da bir ortam gerekmiyor (Q26) çünkü ısı boşta da yayılabilir... Dalgalar şeklinde.  
(Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, 15.03.2010, 10-12. dakikalar arası)

Ekin, ısınım yolu ile ısı aktarımında ısının elektromanyetik dalgalar aracılığıyla taşındığını söylemektedir. Oysa bir önceki görüşmede ısının fotonlar aracılığı ile yani ışığın tanecik özelliği ile aktarıldığını düşünmekte idi. Ekin'in düşünceleri, ısı aktarımında ışığın dalga özelliğine odaklanmış olarak değişmiştir. Işık ve ısı arasında kurduğu ilişki ile maddesel ortama gerek duymaksızın ısı aktarımını açıklamaktadır.

Isı aktarımında diğer tüm aktarım yöntemlerinde sıcaklık farkı koşulu arandığından, Ekin maddelerin ısı ışıma yapmaları için de bu şartın gerekli olduğunu düşünmektedir. Bir önceki görüşmede Ekin, sadece görünür ışık kaynaklarının ısı ışıma yaptığı ile ilgili düşüncelere sahipti. Ekin bu düşüncesini değiştirmiş, ısı ışıma yapan maddelerin kapsamını genişletmiştir. Yani Ekin'e göre bulunduğu ortamla arasında sıcaklık farkı bulunmayan maddeler ısı ışıma yapmazken ortamla arasında sıcaklık farkı varsa ısı ışıma yapar. Bu nedenle ısı ışıma yapan maddelere "sıcak maddeler" demektedir.

#### **4.2.3.5.5. Ekin'in Üçüncü Görüşmede Isıl Denge Durumuna İlişkin Görüşleri**

Ekin ile yapılan bu görüşmede, ısı ısı denge durumu ile ilgili olarak sadece görüşmenin üçüncü dakikasında, iletim yolu ile ısı aktarımına ilişkin konuşurken, (Q23) yani "Isı aktarımı, maddelerin son sıcaklıkları aynı olana (ısı ısı dengeye) kadar olur" ve (Q30) yani "Isı aktarımı, taneciklerin titreşimi aynı olana kadar olur" kodlarına rastlanmıştır. Ekin'in bu kodların belirlendiği sözleri şöyledir:

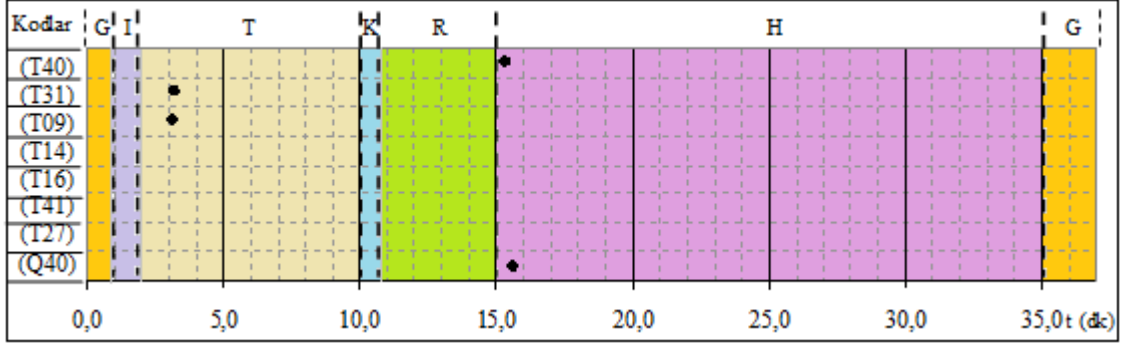
- Ekin: Onu şu şekilde düşünüyorum. Mesela sıcak olan bir cismin atomlarının titreşimi daha fazladır. (T09) Yani daha fazla titreşirler sıcaklıklarından dolayı. (T31) Soğuk olan cismin titreşimi atomların titreşimi daha azdır ve yan yana koyduğunuz zaman sıcak olan titreşimi daha fazla olan cisim diğer atomlara sıcaklığını... yani titreşerek sıcaklığını artırır ve bu şekilde ısı aktarımı olur ve dengeye gelene kadar ısı dengeye gelene kadar (Q23) ve titreşimler aynı olana kadar (Q30) ısı alışverişi olur.  
(Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, 15.03.2010, 03-04. dakikalar arası)

Ekin ısı aktarımının ısı dengeye kadar gerçekleştiğini ve ısı denge durumunda maddelerin titreşimlerinin aynı olduğunu düşünmektedir. Titreşimlerin aynı olması düşüncesini detaylandırmamıştır. Burada titreşim hareketinin hızı mı, enerjisi mi, sıklığı mı yoksa titreşim hareketinin başka bir özelliğini mi kastettiği belirsizdir.

#### **4.2.3.5.6. Ekin'in Üçüncü Görüşmede Tanecikler Düzeyinde Gerçekleşen Olaylar ile İlgili Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Ekin'in üçüncü görüşmedeki tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 31'de görülmektedir.

Şekil 31. Ekin'in üçüncü görüşmedeki tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 31'e göre, iletim yolu ile ısı aktarımı ile ilgili konuşmalarda eş zamanlı olarak (T09) yani "Sıcak maddelerin daha soğuk olanlara göre taneciklerinin kinetik enerjisi daha çoktur" ve (T31) yani "Tanecikler, maddelerin sıcaklıkları olduğu için titreşirler. / Sıcaklık artarsa taneciklerin kinetik enerjileri artar" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma, ısıl denge durumu ile ilgili verilen konuşma ile aynıdır. Adı geçen bölümde verilmiştir. Ayrıca hal değişimi ile ilgili konuşmalar sırasında da (T40) yani "Bir maddenin içindeki tanecikler sürekli titreşirler" ve (Q40) yani "Isı alan maddenin taneciklerinin titreşimi/titreşim enerjileri/enerjileri artar" kodlarına rastlanmıştır. Bu kodların rastlandığı konuşma şöyledir:

- Ekin: İşte hocam şu an düşünüyorum, sesli düşünüyorum. Isıtıyoruz suyun taneciklerinin titreşimi artıyor... (T40-Q40) Ve belli bir süre sonra öyle bir noktaya geliyor ki aralarında birbirini çeken bir kuvvet kalmıyor ve gaz haline dönüşüyorlar.

(Ekin ile yapılan üçüncü görüşme, 15.03.2010, 15-16. dakikalar arası)

Ekin'in kaynama olayı ile ilgili olarak sesli düşündüğünü belirttiği sırada suya ısı vermesinin maddelerin taneciklerinin titreşimini arttırdığını ifade etmiştir. Burada

maddenin taneciklerinin zaten titreştiği ve ısı verildiğinde bu titreşimin arttığını düşündüğü görülmektedir. Ancak “titreşimin artması”ndan kastının ne olduğu konusuna açıklık getirmemektedir.

#### **4.2.3.6. Ekin’in Üçüncü Görüşmedeki Görüşleri Üzerine Genel Değerlendirme**

Ekin ile yapılan üçüncü görüşme sonunda, Ekin’in düşüncelerinde kısmen değişiklikler meydana gelmiştir. Ekin’in söylemlerinden yola çıkarak görüşleri Şekil 32’de gösterilmiştir. Bir önceki görüşmede ısı ile ilgili olarak dile getirdiği “toplam kinetik enerji” düşüncesi devam etmektedir. Isının madde miktarı ile arttığı düşüncesi de hakim düşüncedir. Bu durumda ısının maddede saklandığı düşüncesi de varlığını sürdürmektedir. Isı ile sürtünme arasındaki ilişki hakkındaki düşünceleri de devam etmektedir. Buna karşın, daha önceden belirsiz bir düşünce olarak kendini göstermiş olan sıcaklığın taneciklerin ortalama kinetik enerjisi olduğu düşüncesi, yerini taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin göstergesi düşüncesine bırakmıştır. Yani sıcaklığın enerji olmadığı düşüncesi ile tanıma “gösterge” eklemesi yapılmıştır.

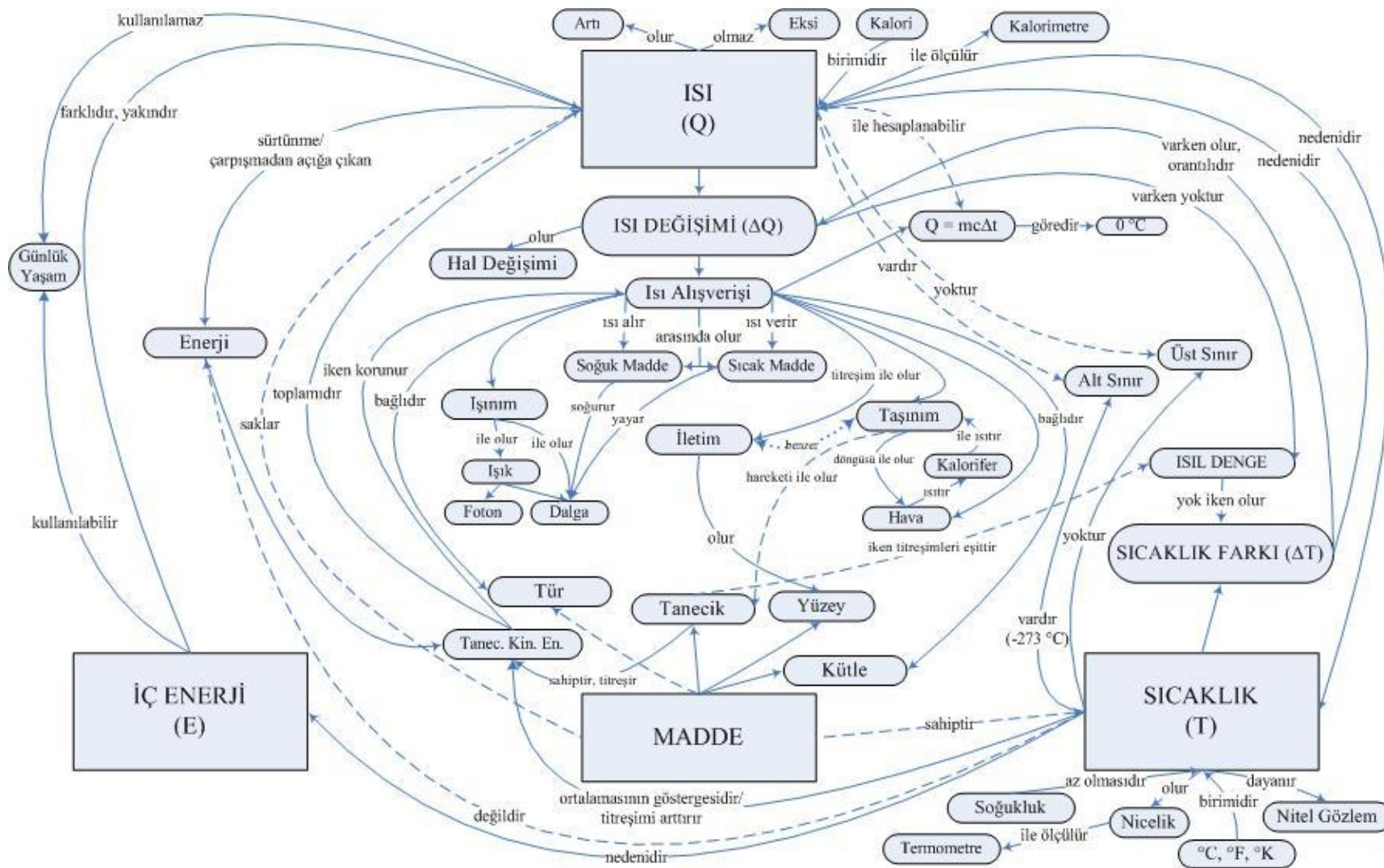
İç enerji ile ilgili olarak “ısının kullanılabilir hali” düşüncesi, bir önceki görüşmeden bulanıklaşmış iken, bu görüşmede yeniden güçlü bir biçimde dile getirilmiştir. Önceden bulanık da olsa kendini gösteren “taneciklerin toplam enerjisi” düşüncesine ve iç enerji ile su arasında kurduğu bağlantıya bu görüşmede rastlanmamıştır. Bu duruma, Ekin’in iç enerji kavramı ile ilgili yeterli veriye ulaşamamış olması, ısı ve iç enerji ile ilgili birçok kaynakta benzer veya aynı tanımın kullanılıyor olması etkili olabilir.

Ekin, temas eden maddelerin arasındaki iletim yolu ile ısı aktarımının sürtünme ve titreşim yolu ile olduğunu düşünmektedir. Sıcak olan maddenin atomlarının

titreşiminin soğuk olan maddeye göre daha fazla olduğunu ifade etmiştir. Böylelikle maddelerin taneciklerinin sıcaklıklarından dolayı bir titreşim hareketi yaptığını ve her maddenin taneciklerinin böyle titreştiğini de düşündüğü anlaşılabılır. Ekin bu aktarımı, sürtünen iki maddenin ısı açığa çıkarması şeklinde düşünmektedir. Aynı zamanda çarpışma ve titreşim sözcüklerini sürekli birlikte kullanmakta, bu da ikisinin aynı şeyler olduğunu düşündüğünü gösterebilir. Bu olay sırasında da kinetik enerjinin korunduğunu düşünmektedir. Sürtünmeli ortamlarda kinetik enerjinin korunmadığı gerçeğini göz ardı etmektedir.

Ekin'in taşınım yolu ile ısı aktarımına ilişkin düşünceleri bir önceki görüşme ile aynıdır. Ancak ışıınım yolu ile ısı aktarımında, ışığın tanecik modeli ile yapmış olduğu açıklamayı, dalga modeline göre yaptığı yeni açıklama ile değiştirmiştir. Bulunduğu ortama göre daha sıcak olan maddelerin elektromanyetik dalgalar yaydığını bu dalgaların başka maddeler tarafından soğurulması ile ısı aktarımının gerçekleştiğini ifade etmektedir. Bunun için maddesel ortama gerek olmadığını düşünmektedir.

Ekin, ısııl dengeyi maddelerin taneciklerinin titreşimlerinin eşitlenmesi olarak ifade etmektedir. Ancak bu eşitlenmenin titreşimin hızının mı, enerjisinin mi, sıklığının mı ya da başka bir özelliğinin mi eşitlenmesi şeklinde gerçekleştiğini belirtmemiştir.



Şekil 32. Ekin'in üçüncü görüşmedeki görüşlerinin araştırmacı tarafından kavram haritası biçiminde gösterimi

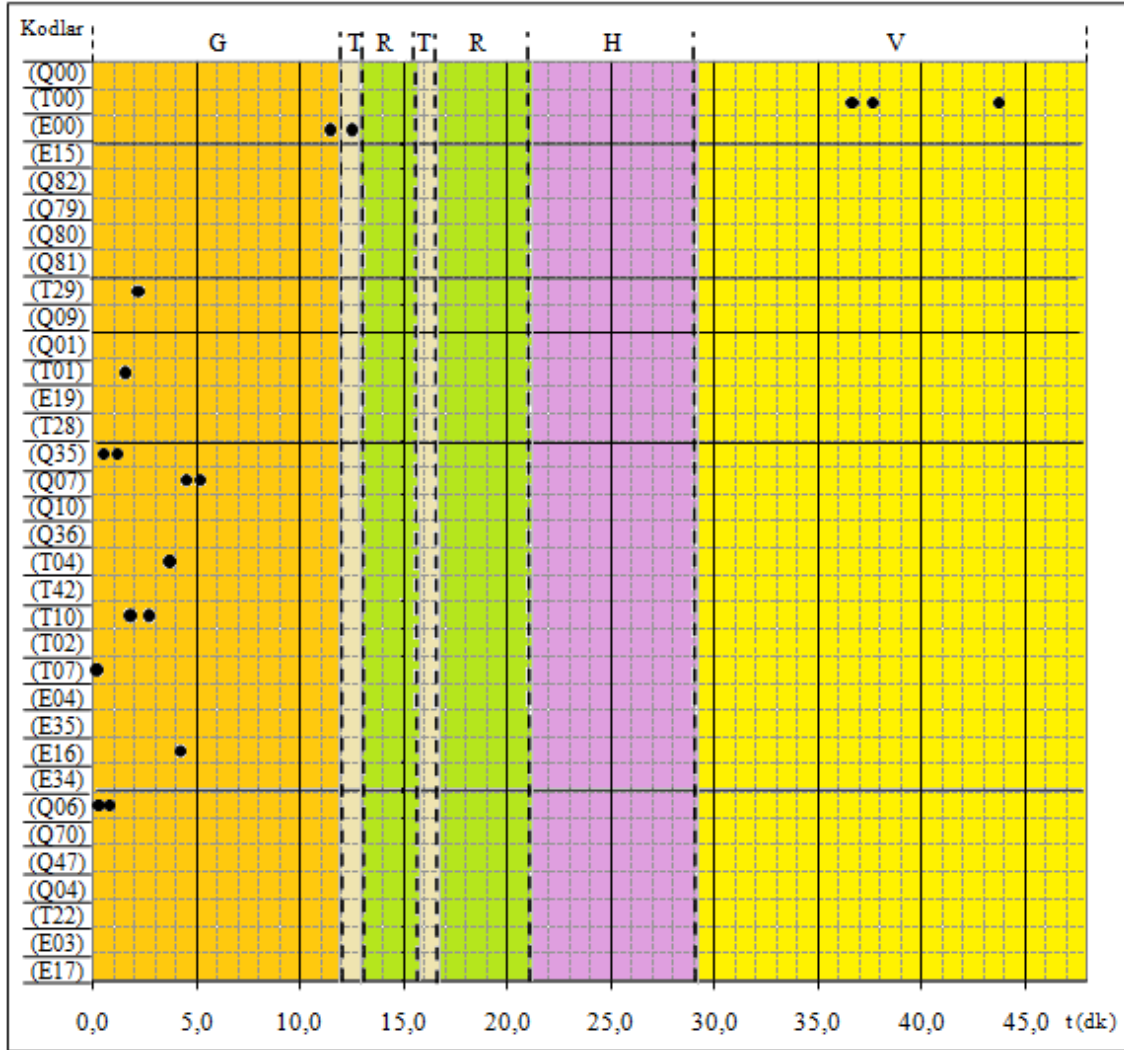
#### **4.2.3.7. Ekin İle Yapılan Dördüncü Görüşmenin Analizi**

Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, PDÖ sürecinin üçüncü oturumunun ardından gerçekleşmiştir. Bu görüşmede; ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları ile ilgili olarak katılımcının doğrudan görüşlerinin yanı sıra ek olarak ısı aktarımı, hal değiştirme ve genleşme konularında dolaylı görüşleri de alınarak değerlendirilmiştir. Bu yorumlar doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Değerlendirmeler, o an kavramlarla ilgili genel bir konuşmanın mı yoksa ısı aktarım süreçlerinin, hal değişiminin ya da genleşmenin mi temel alındığına göz önüne alınarak yapılmıştır.

##### **4.2.3.7.1. Ekin'in Dördüncü Görüşmede Kavramlarla İlgili Genel Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını tanırlığı, bu kavramları nasıl tanımladığı, bu kavramlarla ilgili olarak başka kavramlar tanımlayıp tanımlamadığı incelenmiştir. Ekin'in dördüncü görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 33'de görülmektedir.

Şekil 33. Ekin'in dördüncü görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı.



Katılımcının görüşleri, diğer kategorilerden farklı olarak temalar bazında değil, kavram bazında ele alınmıştır. Bu aşamada incelenen üç kavram ayrı ayrı Şekil 33 ve doğrudan alıntılar yardımı ile değerlendirilmiştir.

### ***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Isı Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Şekil 33'e göre, Ekin ile yapılan görüşmede ısı kavramı ile ilgili, eş zamanlı olarak (Q06) yani "Maddeler ısı saklamaz. / Maddelerin ısısı yoktur" ve (Q35) yani "Isı, aktarılan enerjiye verilen addır" kodları, ayrıca (Q07) yani "Sürtünmeden/Çarpışmalardan dolayı açığa çıkan enerjiye ısı denir" kodu belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma parçalarına şöyle örnek verilebilir:

- HŞK: Isı, sıcaklık ve ısıl enerji konuları hakkında fikirlerinde herhangi bir değişiklik var mı?
  - Ekin: Hocam ısı konusunda biraz değiştim şimdi. Bu ortalama kinetik enerjisi diyordum. Yalnız bu. Aslında sıcaklığın tanımı oluyor bir bakıma. Isı şundan dolayı... Yani bir maddenin ısısı var demiştim size. Ama yok. (Q06) Şu şekilde olması gerekiyor yani sıcaklığın farklı olması gerekiyor. (Q35) Ve bir transfer olması gerekiyor ısının gerçekleşmesi için. (Q35)
  - HŞK: Yani?
  - Ekin: Yani bir defterin ısısı var mı, bunun ısınıyı ölçebilir misin dediğinizde ben ölçerim demiştim. Yani kütesini öz ısınıyı verdiğinizde ben ölçerim demiştim ama bu maddelerin aslında ısısı yoktur. (Q06)
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 00-01. dakikalar arası)

- Ekin: Isı bir enerji ama hocam. Ama bizim kaybetmek istemediğimiz bir enerji aslında. Örneğin bu moleküllerin titreşiminden dolayı bir sürtünme meydana geliyor. Ve bu sürtünmeden dolayı ısı açığa çıkıyor. (Q07)
  - HŞK: Moleküllerin titreşiminden dolayı oluşan sürtünmeden dolayı mı ısı oluşuyor? Yani ısının kaynağı bu mudur?
  - Ekin: Öyle düşünüyorum. (Q07)
  - HŞK: Yani moleküller arası şey farkı demiştin.
  - Ekin: Sıcaklık farkından meydana geliyor. Örneğin ısı şey... Sıcaklıkları farklı iki cisim arasında gerçekleşiyor.
  - HŞK: Evet. Yani sıcaklıkları aynı olan iki cisim arasında moleküller arasında titreşim esnasında bir sürtünme oluşmuyor mu?
  - Ekin: Oluşuyor ama iki cisim de titreşimden kaynaklanan sürtünme aynı olduğu için ısıl dengedeler. Ve birbirleriyle ısı alışverişi yapmıyorlar.
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 04-06. dakikalar arası)

Ekin'in ısı hakkındaki düşüncelerinde bir takım değişiklikler olmuştur. Ekin, söyleminde ısının aktarılmadığı durumda olmadığını belirtmektedir. Isının saklanan bir enerji olduğuna ilişkin önceki düşüncelerinden de vazgeçtiği görülmektedir. Ancak ısının kaynağının taneciklerin titreşimi sırasındaki sürtünme olduğunu düşünmektedir. Bu düşünceye benzer düşünceler, daha önceki görüşmelerde de belirtilmişti. Ancak farklı olarak ısı dengede olan maddelerde de sürtünme olduğu fakat denge sırasında sürtünmeler eşit olduğundan ısı alışverişi olmadığını ifade etmiştir.

Ekin ile yapılan görüşme içerisinde (Q06) ve (Q35) kodları birlikte belirlenmiştir. Buradan bu iki kod arasında bir ilişki olduğu sonucuna varılabilir.

#### ***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Sıcaklık Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmede, sıcaklık kavramı ile ilgili genel olarak (T07) yani "Sıcaklık, maddenin içindeki taneciklerin ortalama kinetik enerjisidir", (T01) yani "Sıcaklık enerji değildir", (T10) yani " Sıcaklık bir maddenin sıcak/ılık ya da soğuk olduğunu belirten/algılanan nitel gözleme dayalı bir kavramdır ", (T29) yani "Soğukluk diye bir kavram yoktur. / Sıcaklığın azlığı durumu soğukluk biçiminde anlatılır", (T04) yani "Sıcaklık, maddenin içindeki taneciklerin hızı/ortalama kinetik enerjisi ile ilgilidir/göstergesidir" ve (T00) yani "Bilmiyorum / Kararsızım" kodları belirlenmiştir. Bu kodların rastlandığı konuşma parçaları şöyledir:

- Ekin: Hocam ısı konusunda biraz değiştim şimdi. Bu ortalama kinetik enerjisi diyordum. Yalnız bu. Aslında sıcaklığın tanımı oluyor bir bakıma. (T07) Isı şundan dolayı... Yani bir maddenin ısısı var demiştim size. Ama yok. Şu şekilde olması gerekiyor yani sıcaklığın farklı olması gerekiyor. Ve bir transfer olması gerekiyor ısının gerçekleşmesi için.
- .....
- HŞK: Peki, ortalama kinetik enerji sıcaklığın tanımımıydı dedin o zaman sıcaklık enerji mi?

- Ekin: Aslında sıcaklık bir enerji değil hocam. (T01) Bir dakika. Ezberleyemedim hocam bunları. Şu şekilde. Bir nesnenin sıcaklığı dediğimizde ona dokunduğumuzda hissedilen sıcaklık veya soğukluk onun ölçüsüdür. (T10) Böylece hani duyularımızın sıcaklığın.. Duyularımız aslında sıcaklığın nitel bir gözlemini yapıyor.
  - HŞK: Hım. O zaman şöyle bir şey soracağım. Göreceli midir?
  - Ekin: Göreceli aslında. Şu şekilde söyleyeyim. Mesela buzdolabından bir metal parçası çıkardığımızda ve aynı anda bir karton parçası çıkardığımızda, kartona dokunduğumuzda ve metale dokunduğumuzda metali daha soğuk olduğunu hissederiz. Bu cismin iletimiyle alakalı olan bir şey yani... Soğuklukları aynı. Mesela ikisi de 4 derece ama metali daha soğuk hissederiz. (T10)
  - HŞK: Soğukluk dediğin nedir?
  - Ekin: Sıcaklığın negatifi...
  - HŞK: Peki soğukluk diye bir kavram var mı fizikte?
  - Ekin: Aslında yok. Yani soğukluk diye bir kavram yapmıyoruz. Tanımlamıyoruz. (T29)
  - HŞK: O zaman şöyle sorayım: Sıcaklık göreceliyse biz 3 santigrat 5 santigrat derece falan diyoruz. Bunlar nedir?
  - Ekin: Bu ölçümü.
  - HŞK: Göreceli olan bir şeyin ölçümü yine göreceli midir?
  - Ekin: Aslında hocam orada nicel gözlem yapıyoruz. Termometreyle. Aslında bizim duyularımızla yaptığımız nitel gözlemler. Yani duyularımızla yaptığımız aslında görecelidir. Mesela 4 derece bana sıcak gelir size soğuk gelir. Ama termometrede farklıdır.
  - HŞK: O zaman şunu sorayım: Sıcaklığı fiziksel bir nicelik olarak mı adlandırıyorsun yoksa nitel bir gözlem sonucu bir şey midir? Yani fizikteki değeri nedir sıcaklığın?
  - Ekin: Sıcaklık termometre ile ölçülür dediğimiz için, birimi olduğu için nicel bir gözlemdir aslında.
  - HŞK: Peki, ortalama kinetik enerjiyle ne ilgisi var?
  - Ekin: Yani bir maddenin bütün atomlarının ya da moleküllerinin ortalama kinetik enerjisi yani ortalama kinetik enerjisi. Sıcaklığın ölçüsünü verir. (T04)
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 00-04. dakikalar arası)

Ekin ilk olarak, taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin sıcaklık olduğunu ifade etmektedir. Ardından sıcaklığın enerji olup olmadığı sorulduğunda, sıcaklığın enerji olmadığını, nitel bir gözlem olduğunu belirtmiştir. Göreceli olup olmadığı sorulduğunda, sıcaklığın nitel gözleme dayalı ve göreceli bir büyüklük olduğunu, kişinin duyu organları ile algıladığı bir his olduğunu söylemiştir. Bu sırada kullandığı "soğukluk" kavramı kendisine sorulduğunda, önce gülerek "sıcaklığın negatifi" olduğunu söylemiş, daha sonra ise soğukluğun fiziksel bir büyüklük olmadığını ifade

etmiştir. Kendisine daha önceden bahsettiği "ortalama kinetik enerji" ifadesi ile sıcaklık arasındaki ilişki yeniden sorulduğunda, "sıcaklığın ölçüsünü verir" demiştir.

#### ***Ekin'in Dördüncü Görüşmede İç Enerji Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Ekin, iç enerji kavramıyla ilgili olarak bu görüşmede kavramın geneli açısından (E16) yani "Isıl enerji, ısının geniş çapta elde edilebilir veya kullanılabilir/yaşama geçirilebilir biçimine verilen addır" ve (E00) yani "Bilmiyorum / Kararsızım" kodlarını içeren ifadeler kullanmıştır. Bu kodların rastlandığı ifadelere şöyle örnek verilebilir:

- HŞK: Şimdi o zaman ısı enerji ne peki?
- Ekin: Isıl enerji... termal enerji ile düşünüyorum hala.
- HŞK: Yani?
- Ekin: Yani gündelik hayata geçirdiğimiz, kullanabildiğimiz enerji. (E16)  
(Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 04-05. dakikalar arası)

Ekin, önceki görüşmelerde sahip olduğu "ısının hayata geçirilmesi" düşüncesini korumaktadır. İç enerji kavramı ile ilgili genel düşüncelerinde bir değişiklik görülmemektedir.

#### **4.2.3.7.2. Ekin'in Dördüncü Görüşmede Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Görüşleri**

Bu bölümde görüşme dökümleri ve kodlar yardımıyla Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiyi nasıl algıladığı incelenmiştir. Burada, üç kavramın çapraz ilişkileri incelenmektedir. Bu ilişkiler temalar bazında ayrı ayrı ele alınmıştır.

***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Isı ve Sıcaklık Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Ekin ile yapılan bu görüşmede, ısı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişki ile ilgili olarak yalnızca 4. dakikada (Q19) yani "Isının varlığının nedeni sıcaklık farkıdır" ve 16. dakikada ısıyım yolu ile ısı aktarımı konusunda (Q19) ve (T03) yani "Bir madde ısı aldığında sıcaklığı artar / Bir madde dışarıya ısı verdiğinde sıcaklığı azalır" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma parçaları şöyledir:

- HŞK: Moleküllerin titreşiminden dolayı oluşan sürtünmeden dolayı mı ısı oluşuyor? Yani ısının kaynağı bu mudur?
- Ekin: Öyle düşünüyorum.
- HŞK: Yani moleküller arası şey farkı demiştin.
- Ekin: Sıcaklık farkından meydana geliyor. (Q19) Örneğin ısı şey.. Sıcaklıkları farklı iki cisim arasında gerçekleşiyor.
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 04-05. dakikalar arası)
- Ekin: Ben yayınlıyorum. Siz soğurmuyorsunuz.
- HŞK: Hımm. Peki, kim soğuruyor?..
- Ekin: Sıcaklığı farklı olan bir cisim. (Q19) Mesela masa ne bileyim, dolap...
- HŞK: Hımm. Yani şu an oda sıcaklığındayız. 25 derece diyelim.
- Ekin: Hı hı.
- HŞK: Bu 25 derece senin vücut sıcaklığından daha düşük olduğu için onlar soğuruyor diyorsun.
- Ekin: Evet. (T03)
- HŞK: Onun dışındakiler, aynı olanlar veya daha büyük olanlar soğurmuyor diyorsun? Daha büyük olanlar soğurmuyor mu bu arada?
- Ekin: Daha büyük olanlar da soğurur. Onun da sıcaklığı düşer.
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 16-17. dakikalar arası)

Ekin, ısının varlığının nedenini sıcaklık farkına bağlamaktadır. Isının sıcaklık farkından dolayı meydana geldiğini ifade etmiştir. Bu düşünce, aynı görüşme içinde belirttiği, "ısının aktarılan enerji" olması düşüncesi ile uyumaktadır. Isı ile sıcaklık

arasında doğru orantı kuran Ekin, ısı alan maddelerin sıcaklıklarının artacağı düşüncesindedir.

#### ***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Isı ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı ve iç enerji kavramları arasındaki ilişki hakkında herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

#### ***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Sıcaklık ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Ekin bu görüşmede sıcaklık ve iç enerji kavramları arasındaki ilişki hakkında herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

#### **4.2.3.7.3. Ekin'in Dördüncü Görüşmede Kavramların Nicel Yapısı ile İlgili Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını nicel olarak nasıl ifade ettiği incelenmiştir. Bu amaçla ısı, sıcaklık ve iç enerjinin nicel sınırları, birimleri, ölçülebilirlik veya hesaplanabilirlik durumu, nicel olarak değerinin nasıl bulunduğu ilişkin görüşleri ve bu değere etki eden etmenler ile özellikler hakkındaki düşünceleri betimlenmiştir. Bu üç kavramın nicel yapıları ile ilgili kodlar temalara göre ayrı ayrı ele alınarak birlikte incelenmiştir.

***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Birimlerine İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı, sıcaklık ve iç enerjinin birimlerine ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Ölçülebilirlik veya Hesaplanabilirlik Durumuna İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı, sıcaklık ve iç enerjinin ölçülebilirlik veya hesaplanabilirlik durumuna ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Sınırlarına İlişkin Görüşleri***

Görüşmenin 2. ve 3. dakikalarında (T11) yani "Sıcaklık termometre ile ölçülür" kodu belirlenmiştir. Bu kodun belirlendiği sırada şu konuşma gerçekleşmiştir:

- HŞK: Göreceli olan bir şeyin ölçümü gene göreceli midir?
  - Ekin: Aslında hocam orada nicel gözlem yapıyoruz. (T12) Termometreyle. (T11) Aslında bizim duyularımızla yaptığımız nitel gözlemler. Yani duyularımızla yaptığımız aslında görecelidir. Mesela 4 derece bana sıcak gelir size soğuk gelir. Ama termometrede farklıdır.
  - .....
  - Ekin: Sıcaklık termometre ile ölçülür dediğimiz için, birimi olduğu için nicel bir gözlemdir aslında.
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 02-04. dakikalar arası)

Ekin, konuşmada verilen söyleminde sıcaklığın termometre ile ölçüldüğünü ifade etmektedir. Bu durum bu konuda önceki düşüncelerinde bir değişim olmadığını göstermektedir.

#### ***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Değerine İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı, sıcaklık ve iç enerjinin nicel değerine ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

#### ***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Değerine Etki eden Etmenler ve Özelliklerine İlişkin Görüşleri***

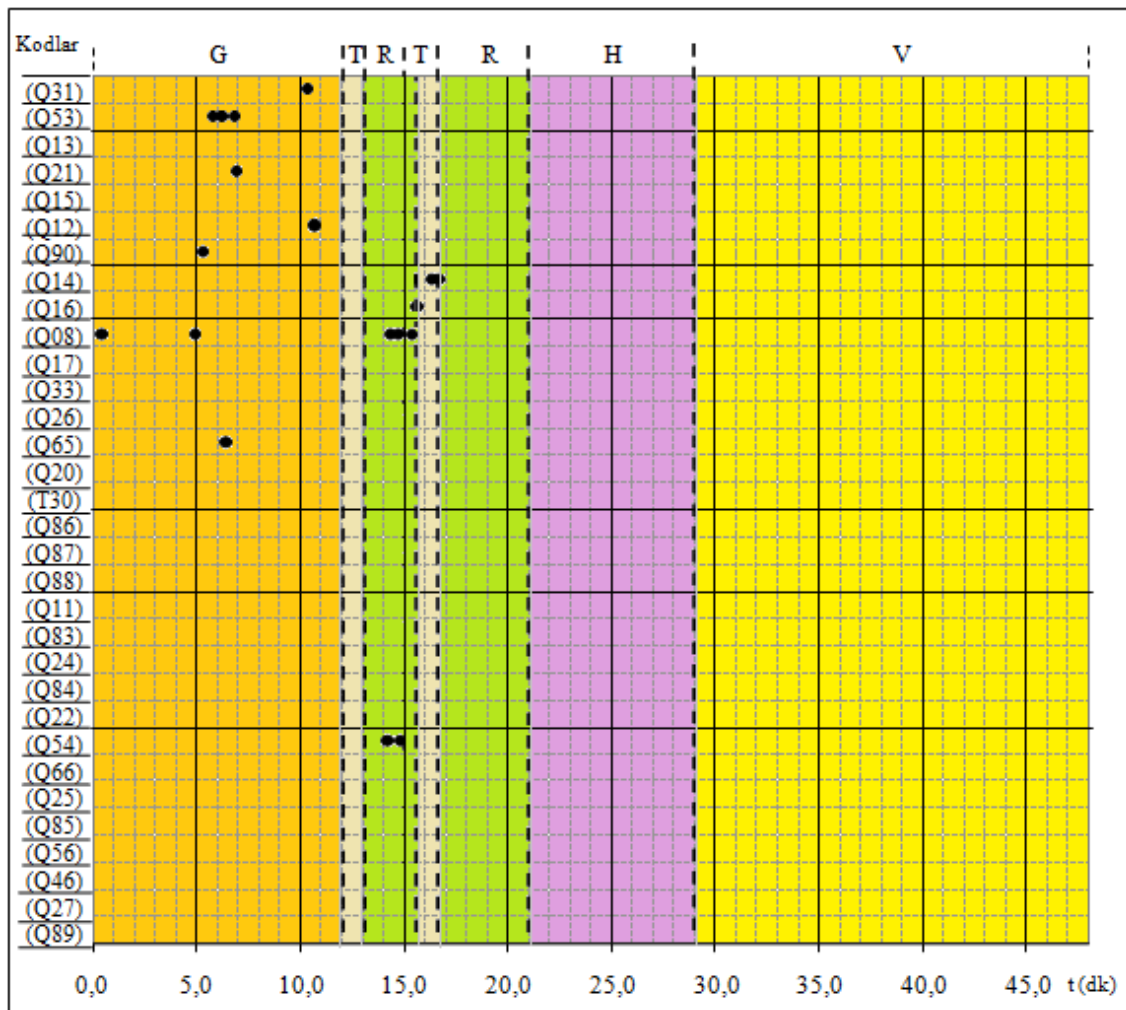
Görüşmenin 2. ve 3. dakikalarında (T12) yani "Sıcaklık bir niceliktir" kodu belirlenmiştir. Bu kodun belirlendiği konuşma parçaları ile (T11) kodunun belirlendiği konuşma parçaları aynıdır. Aslında bu iki kod eş zamanlı olarak belirlenmiştir. Bu nedenle (T11) ve (T12) kodları arasında bir ilişki olduğu söylenebilir.

#### **4.2.3.7.4. Ekin'in Dördüncü Görüşmede Isıl Dengenin Olmadığı Duruma İlişkin Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı dengenin olmadığı durumda gerçekleşen fiziksel olaylar ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Bu amaçla; ısı dengenin olmadığı durumda enerjinin korunumu, ısı aktarımının gerçekleşme biçimi, aktarım yönü, aktarımın gerçekleşmesi için gerekli şartlar ve kurallar, aktarımın iletim, taşınım ve ışıyım yöntemleri ile nasıl gerçekleştiği konusundaki düşünceleri betimlenmiştir. Bu bölümde temalar bazında değerlendirme yapmak yerine ısı aktarım yolları bazında değerlendirme yapmanın daha

uygun olacağı düşünülmüştür. Ekin'in dördüncü görüşmedeki ısı dengenin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 34'e görülmektedir.

Şekil 34. Ekin'in dördüncü görüşmedeki ısı dengenin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 34, ısı dengenin olmadığı durum ile ilgili kodları içermektedir. Buradaki veriler temalar bazında incelenmek yerine ısı aktarım yollarına göre ayrı ayrı

incelenmiştir. Her bir ısı aktarım yoluna ilişkin bölgeler kendi içinde değerlendirmeye alınmıştır.

### ***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Genel Olarak Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Görüşmenin kavramların genel yapısı üzerine olan kısmında (Q08) yani "Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur", (Q90) yani "Madde içindeki taneciklerin sürtünmesi yolu ile ısı aktarılır", (Q53) yani "Isı alışverişi sırasında taneciklerin toplam kinetik enerjisi korunmaz", (Q65) yani "Havasız ortamda ısı aktarımı olmaz", (Q21) yani "Isı, değen yüzeylerde aktarılır", (Q31) yani "Isı alışverişi sırasında taneciklerin toplam kinetik enerjisi korunur" ve (Q12) yani "Madde içindeki taneciklerin titreşimi/çarpışması yolu ile ısı aktarılır" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma parçalarına örnekler şöyledir:

- HŞK: Moleküllerin titreşiminden dolayı oluşan sürtünmeden dolayı mı ısı oluşuyor? Yani ısıнын kaynağı bu mudur?
- Ekin: Öyle düşünüyorum. (Q90)
- HŞK: Yani moleküller arası şey farkı demiştin.
- Ekin: Sıcaklık farkından meydana geliyor. Örneğin ısı şey.. Sıcaklıkları farklı iki cisim arasında gerçekleşiyor. (Q08)
- HŞK: Evet. Yani sıcaklıkları aynı olan iki cisim arasında moleküller arasında titreşim esnasında bir sürtünme oluşmuyor mu?
- Ekin: Oluşuyor ama iki cisim de titreşimden kaynaklanan sürtünme aynı olduğu için ısı dengedeler. Ve birbirleriyle ısı alışverişi yapmıyorlar.
- .....
- HŞK: O zaman şöyle bir şey diyeceğim: Bir atom bir cismin içerisinde ki moleküller sürtünmeden dolayı sürekli olarak enerji mi kaybediyor?
- Ekin: Sürtünmeden dolayı sürekli enerji mi kaybediyor?
- HŞK: Çünkü saniye de milyarlarca kez titreşiyorlar.
- Evet. Bence enerji kaybediyor. (Q53)
- .....
- Ekin: Hocam örneğin hepsi; En basitinden havanın içindeler. Hava ile bir ısı alışverişi oluyor ve oda sıcaklığına geldiği zaman ısı denge sağlanıyor.
- HŞK: Isıl denge sağlandığında nasıl titreşiyor?
- Ekin: Titreşiyor ama mesela havanın molekülleriyle (Q65-Q21) örneğin kâğıdın molekülleri aynı oranda titreşiyor.

- HŞK: Titreşim esnasında enerji kaybetmiyorlar mı? Isıl dengedeysen de?
  - Ekin: Sürtünme varsa kaybediyorlar, sonuçta var. (Q53)
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 04-07. dakikalar arası)

- HŞK: O zaman şöyle söyleyeyim. Geçen konuşmuş muyduk şeyi. Isı aktarımı esnasında çarpışmaların ne tür çarpışmalar olduğunu? Ne tür demiştin?
  - Ekin: Esnek. Şey tam esnek, esnek olmayan.
  - HŞK: Hangisiydi bu çarpışmalar?
  - Ekin: Tam esnekti.
  - HŞK: Tam esnek çarpışmalar da kinetik enerji korunmaz mı?
  - Ekin: Korunur. (Q31)
  - HŞK: O zaman sürtünme olur mu?
  - Ekin: Olmaz. Olmaz hocam. Sürtünme yok o zaman ısıda... Ama şu şekil düşünüyorum hocam. Çarpışıyorlar... hımm tamam enerjileri birbirine aktarıyorlar. (Q12) Ya ben... hani böyle... şey... titreşirken sürtünme var zannediyordum.
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 10-11. dakikalar arası)

Ekin, ısı alışverişinin sıcaklıkları farklı olan maddeler arasında gerçekleştiğini ve bunun da titreşen taneciklerin çarpışması sırasında oluşan sürtünme ile gerçekleştiğini düşünmektedir. Kendisine ısıl dengede titreşim ve sürtünme olup olmadığı sorulduğunda ise, titreşim hareketi ve sürtünmenin olduğunu, ancak eşit miktarda olduğu için birbirini dengelediğini söylemektedir. Bu yüzden ısı alışverişinin olmadığını düşünmektedir. Hatta bu duruma hava taneciklerinin katkısı olduğunu dile getirmiştir. Sürtünme kuvvetlerinin korunumsuz kuvvetler olduğu hatırlatıldığında ve kinetik enerjide bir kayba neden olup olmadığı sorulduğunda, Ekin ilk önce kinetik enerji kaybı olduğunu söylemiştir. Ancak bu kinetik enerji kaybının taneciklerin titreşim hızlarını neden değiştirmede sorusuna cevap verememektedir. Daha sonra önceki görüşmelerde kendisine sorulan, tanecikler arasındaki çarpışmaların türüne ilişkin soru hatırlatılmıştır. Bu çarpışma türünde kinetik enerjinin korunup korunmadığı sorulmuştur. Bunun üzerine Ekin, titreşim hareketi sırasında sürtünme olduğuna ilişkin düşüncelerini değiştirmiş ve taneciklerin titreşim hareketi sırasında sürtünme olmadığını söylemiştir.

### ***Ekin'in Dördüncü Görüşmede İletim Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Isının iletim yolu ile aktarımı hakkındaki görüşmeler sırasında yalnızca (Q14) yani "Isı, yalnızca sıcak maddeden soğuk olana doğru aktarılır" koduna rastlanmıştır. Bu kodun belirlendiği konuşma parçası şöyledir:

- HŞK: O zaman şöyle bir şey sorayım. İletim yoluyla aktarıma gelelim. İki tane cismi yan yana koydum biri sıcak birisi soğuk tamam mı?
  - Ekin: Hı hı.
  - HŞK: Sıcaktan soğuk a mı yoksa soğuktan sığağa mı ısı aktarımı olur?
  - Ekin: Sıcaktan soğuga.
  - HŞK: Soğuktan sığağa olur mu?
  - Ekin: Olmaz. (Q14)
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 15-17. dakikalar arası)

Ekin, ısının aktarım yönünün sıcak maddeden soğuk olana doğru olduğunu belirtmiştir. Diğer konularda herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu yüzden önceki görüşmelerdeki düşüncelerinin geçerli olduğu düşünülebilir. Ayrıca, Ekin kavramlarla ilgili genel düşüncelerini belirtirken ısı aktarımı ile ilgili verdiği örneklerin önemli bir kısmını iletim yolu ile ısı aktarımı konusunda vermiştir. O bölümdeki düşüncelerin bu bölümde da geçerli olduğu varsayılabilir.

### ***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Taşınım Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede taşınım yoluyla ısı aktarımı hakkında farklı herhangi bir görüş belirtmemiştir. Düşüncelerinin aynı olduğunu ifade etmiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

### ***Ekin'in Dördüncü Görüşmede Işınım Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Işınım yoluyla ısı aktarımı konusunda, Ekin ile yapılan bu görüşmede (Q54) yani "Her madde ısıyı ısıtır", (Q08) yani "Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur" ve (Q16) yani "Isı, hem sıcaktan soğuğa, hem de soğuktan sığa doğru aktarılır" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma parçaları şöyledir:

- Ekin: Onda yok hocam. Tek tanımlayamadığım ısıtım yoluyla idi. Diğerlerini hala aynı şekilde düşünüyorum. İletim ve konveksiyonu. Işıtımda da hocam şu şekilde buldum. Elektromanyetik dalganın nasıl taşıdığını bilmiyorum ama mesela sıcaklığı olan bir maddenin elektromanyetik dalga yaydığını biliyorum. (Q54) Ve bu elektromanyetik dalga örneğin ben bir elektromanyetik dalga yayıyorum size geliyor o dalga ve siz onu soğuruyorsunuz. Bu şekilde sıcaklığınız artıyor. Yani böyle iletiliyor ısı.
  - HŞK: Peki, senin vücut sıcaklığın 37 derece. Benimki de 37 derece. Senden bana bir şey gelir mi?
  - Ekin: Aslında...
  - HŞK: Ya da senden geleni ben soğurur muyum? Gelirse?
  - Ekin: Aslında olmaması gerekiyor. Sıcaklıkları farklı... Çünkü ısı aktarımı dediğimiz zaman sıcaklıkları farklı iki cisim arasında ya da bir den çok cisim arasında oluyor. (Q08)
  - HŞK: O zaman sen yayınlamaz mısın? Senin yayınladığını ben mi soğurmam?
  - Ekin: Ben yayınlıyorum. Siz soğurmuyorsunuz.
  - HŞK: Peki, kim soğuruyor?..
  - Ekin: Sıcaklığı farklı olan bir cisim. (Q08) Mesela masa ne bileyim, dolap...
  - HŞK: Yani şu an oda sıcaklığındayız. 25 derece diyelim.
  - Ekin: Hı hı.
  - HŞK: Bu 25 derece senin vücut sıcaklığından daha düşük olduğu için onlar soğuruyor diyorsun.
  - Ekin: Evet.
  - HŞK: Onun dışındakiler, aynı olanlar veya daha büyük olanlar soğurmuyor diyorsun? Daha büyük olanlar soğurmuyor mu bu arada?
  - Ekin: Daha büyük olanlar da soğurur. Onunda sıcaklığı düşer. (Q16)
  - HŞK: Soğukluk mu soğumuş oluyor o zaman.
  - Ekin: Düşük sıcaklık soğumuş oluyor hocam.
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 14-16. dakikalar arası)

Ekin, sıcaklığı olan her maddenin bir ısıyı ısıtır yapacağını, bu ısıtmanın elektromanyetik dalgalar ile yayımlanacağını ve farklı sıcaklıktaki maddeler tarafından

soğurularak ısı aktarımının gerçekleşeceğini belirtmektedir. Ekin, bu aktarımın yalnızca sıcak maddeden soğuk olana doğru değil, soğuk maddeden sıcak olana doğru da olabileceğini söylemektedir. Tabi burada soğurulanın sıcaklık olduğu gibi bir düşünceye sahip olduğu da görülmektedir.

#### **4.2.3.7.5. Ekin'in Dördüncü Görüşmede Isıl Denge Durumuna İlişkin Görüşleri**

Isıl denge durumu ile ilgili olarak, görüşmenin 5. ve 6. dakikalarında olmak üzere yalnızca (Q30) yani "Isı aktarımı, taneciklerin titreşimi aynı olana kadar olur" kodu belirlenmiştir. Bu kodun belirlendiği konuşma parçaları şöyledir:

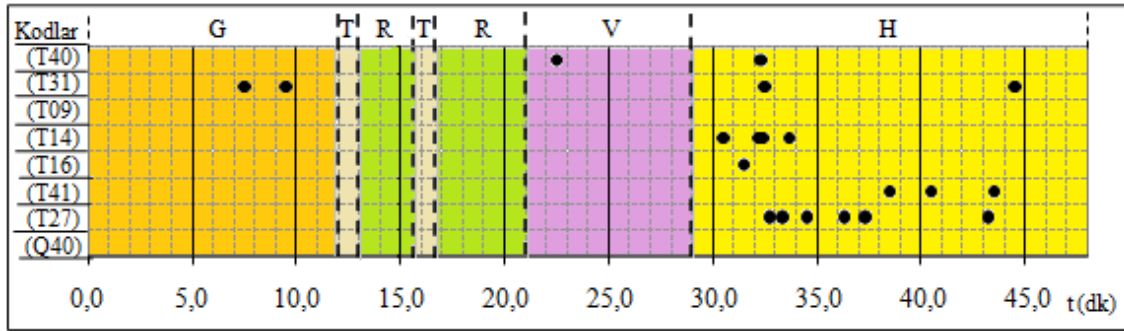
- HŞK: Evet. Yani sıcaklıkları aynı olan iki cisim arasında moleküller arasında titreşim esnasında bir sürtünme oluşmuyor mu?
  - Ekin: Oluşuyor ama iki cisim de titreşimden kaynaklanan sürtünme aynı olduğu için ısıl dengedeler. Ve birbirleriyle ısı alışverişi yapmıyorlar.
  - .....
  - HŞK: Isıl denge sağlandığında nasıl titreşiyor?
  - Ekin: Titreşiyor ama mesela havanın molekülleriyle örneğin kâğıdın molekülleri aynı oranda titreşiyor. (Q30)
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 04-06. dakikalar arası)

Ekin, ısı denge sırasında taneciklerinin titreşiminin aynı oranda olduğunu söylemektedir. Ancak burada “aynı oranda” olanın hangi nicelik olduğunu belirtmemiştir. Yani titreşimin enerjisi mi, sıklığı mı, hızı mı ya da başka bir büyüklüğünün mü eşit olduğu açık değildir.

#### 4.2.3.7.6. Ekin'in Dördüncü Görüşmede Tanecikler Düzeyinde Gerçekleşen Olaylar ile İlgili Görüşleri

Bu bölümde Ekin'in tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Ekin'in dördüncü görüşmedeki tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 35'e görülmektedir.

Şekil 35. Ekin'in dördüncü görüşmedeki tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 35'e göre, Ekin'in tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili düşünceleri hakkında (T31) yani "Tanecikler, maddelerin sıcaklıkları olduğu için titreşirler. / Sıcaklık artarsa taneciklerin kinetik enerjileri artar", (T40) yani "Bir maddenin içindeki tanecikler sürekli titreşirler", (T14) yani "Sıcaklık artarsa taneciklerin kinetik enerjisi de artar. / Sıcaklık azalırsa taneciklerin kinetik enerjisi de azalır", (T16) yani "Sıcaklık artarsa, taneciklerin arasındaki uzaklık da artar", (T27) yani "Sıcaklık arttığında taneciklerin titreşim sıklığı artar" ve (T41) "Sıcaklık arttığında taneciklerin titreşim sıklığı değişmez" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma parçaları şöyledir:

- Ekin: Mecbur titreşmek zorunda çünkü bir sıcaklığı var. (T31)
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 07-08. dakikalar arası)

- HŞK: Niye atomlar durmuyor?
  - Ekin: Atomlar durmaz hocam sıcaklığı var. (T31)
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 09-10. dakikalar arası)

- Ekin: Hacim artıyor.
- HŞK: Hacim artması... Arada hani neler oluyor?
- Ekin: O bağ ince çizgi... Şimdi şöyle düşünelim hocam sıcaklığı arttı cismin ve tanecikler arasında titreşim yine arttı. (T14) Ama onunla ne alakası var. Hani diyeceğim ki o titreşen tanecikler arasında ki uzaklık arttığı zaman şey artıyor, hacim artıyor. (T16)
- HŞK: Niye uzaklık artıyor?
- Ekin: Hani bu çarpışıyorlar, birbirlerini itiyorlar.
- HŞK: Birbirlerini hep itiyorlardı.
- Ekin: Ama hacmi arttığı zaman bu kadar rahat itemiyorlardı. :) Hacim artınca daha rahat itiyorlar.

- .....
- HŞK: Sonra sıcaklık artınca ne oluyor?
  - Ekin: İşte titreşimleri artıyor. Daha fazla titreşiyorlar. (T14-T27)
  - HŞK: 'Titreşim artıyor'dan kastın?
  - Ekin: Nasıl yani?
  - HŞK: Titreşimleri artıyor dedin ya. Oradaki kastın ne?
  - Ekin: Yani mesela normalde bir... Yani tanecikler titreşiyor zaten. (T31-T40) Sıcaklık arttığı zaman daha fazla titreşiyorlar ve daha fazla çarpışıyorlar. (T14)
  - HŞK: Daha fazla titreşmekten kastın ne işte? Mesela hani saniyedeki titreşim sayısı yani frekansı mı değişiyor?
  - Ekin: Evet. (T27)
  - HŞK: Yoksa titreşim hızları mı değişiyor? Yoksa titreşim enerjilerini değişiyor? Titreşim yapan molekül sayısı mı değişiyor?
  - Ekin: Sayısı artıyor bence, frekansı artıyor yani. (T14-T27)
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 30-34. dakikalar arası)

- HŞK: Yani bir dalga olarak düşünecek olursan dalganın tabi dalga konusunu geçtik bir dalganın frekansı arttığı zaman, şiddeti arttığı zaman frekansı da artıyor diye bir düşüncen mi var?
  - Ekin: Vardı 5 dakika önceye kadar. Ama artık yok hocam. Yani şiddet ve frekans aynı şey değil. Yani şiddet arttığı zaman frekans artmıyor. (T41)
- (Ekin ile yapılan dördüncü görüşme, 22.03.2010, 40-41. dakikalar arası)

Ekin, bir maddeyi oluşturan taneciklerin titreşim hareketi yaptığını ve bu hareketin nedeninin de sıcaklığa sahip olmaları olduğu görüşündedir. Bu hareketin

devamlı olarak var olduğunu, sıcaklıkla değiştiğini belirtmektedir. Sıcaklık arttığında titreşim hareketinin arttığını ifade etmektedir. Bunun üzerine, kendisine "titreşimin artması" ifadesinden neyi kastettiği sorulmuştur. Çünkü gerek ısı aktarımı, gerek ısı dengesi, gerekse genleşme konularında "taneciklerin titreşimlerinin eşitlenmesi" ya da "titreşimlerin artması" gibi ifadeler kullanmıştır. Ekin bu soruya, frekansın artması şeklinde cevap vermiştir. Yani "titreşimin artması" ifadesinden kastının titreşim sıklığının (frekans) artması olduğunu ifade etmiştir. Sıcaklık arttıkça taneciklerin titreşim sıklığının arttığını düşünmektedir.

Ekin'e, sıcaklığın değişmesi ile titreşim sıklığının değişmesi arasındaki ilişki hakkındaki düşüncesinin nedeni sorulmuştur. Bununla ilgili olarak Ekin, elektrik ile çalışan zaman kaydedicisinin çalışmasını örnek göstermiş ve açıklamasını bu örnek üzerinden yapmıştır. Ekin'e göre, gerilim arttırıldığında zaman kaydedicisinin tokmağının vuruş şiddetinin artmasının nedeni, frekansın artmasıdır. Bu durumun, Ekin'in titreşim ve dalga hareketi konusunda sahip olduğu bir düşünceden ileri geldiği görülmektedir. Bu sebeple, araştırmacı tarafından elektrik ile çalışan zaman kaydedicisinin frekansının sabit olduğu açıklanmıştır. Bu durum araştırmanın kapsamı içinde olmadığından raporlaştırılmamış ve ilgili konuşma burada sunulmamıştır. Bu durum üzerine, Ekin sıcaklık ile frekans arasında kurduğu ilişkiden vazgeçmiştir. Ancak sıcaklık arttığında titreşim hareketinin hangi büyüklüğünün değiştiğini açıklayamamıştır.

#### **4.2.3.8. Ekin'in Dördüncü Görüşmedeki Görüşleri Üzerine Genel Değerlendirme**

Dördüncü görüşmede Ekin'in düşünceleri Şekil 36'da görselleştirilmiştir. Ekin'in ısı tanımını tamamen değiştirdiği görülmektedir. Bir önceki görüşmeye kadar ısıнын madde üzerinde saklanabilen bir enerji türü olduğunu, hatta taneciklerin toplam

kinetik enerjilerinin ısıyı verdiğini söylemekteydi. Ancak bu görüşmede bu düşüncelerinden caydığını, ısının sıcaklık farkından kaynaklanan bir enerji olduğunu belirtmiştir. Ancak ısı ile sürtünme kuvveti arasında kurduğu ilişki devam etmektedir. Ekin ısının taneciklerin titreşimi sırasında birbirine sürtünmesi sonucu ortaya çıktığını, ısı denge sırasında bu sürtünmelerin eşit olduğunu, sıcaklık farkı olduğunda ise bu sürtünmelerin farklı olduğunu, bu sebeple ısı alışverişi gerçekleştiğini düşünmektedir. Ancak daha sonra bu düşüncesinden vazgeçmiştir.

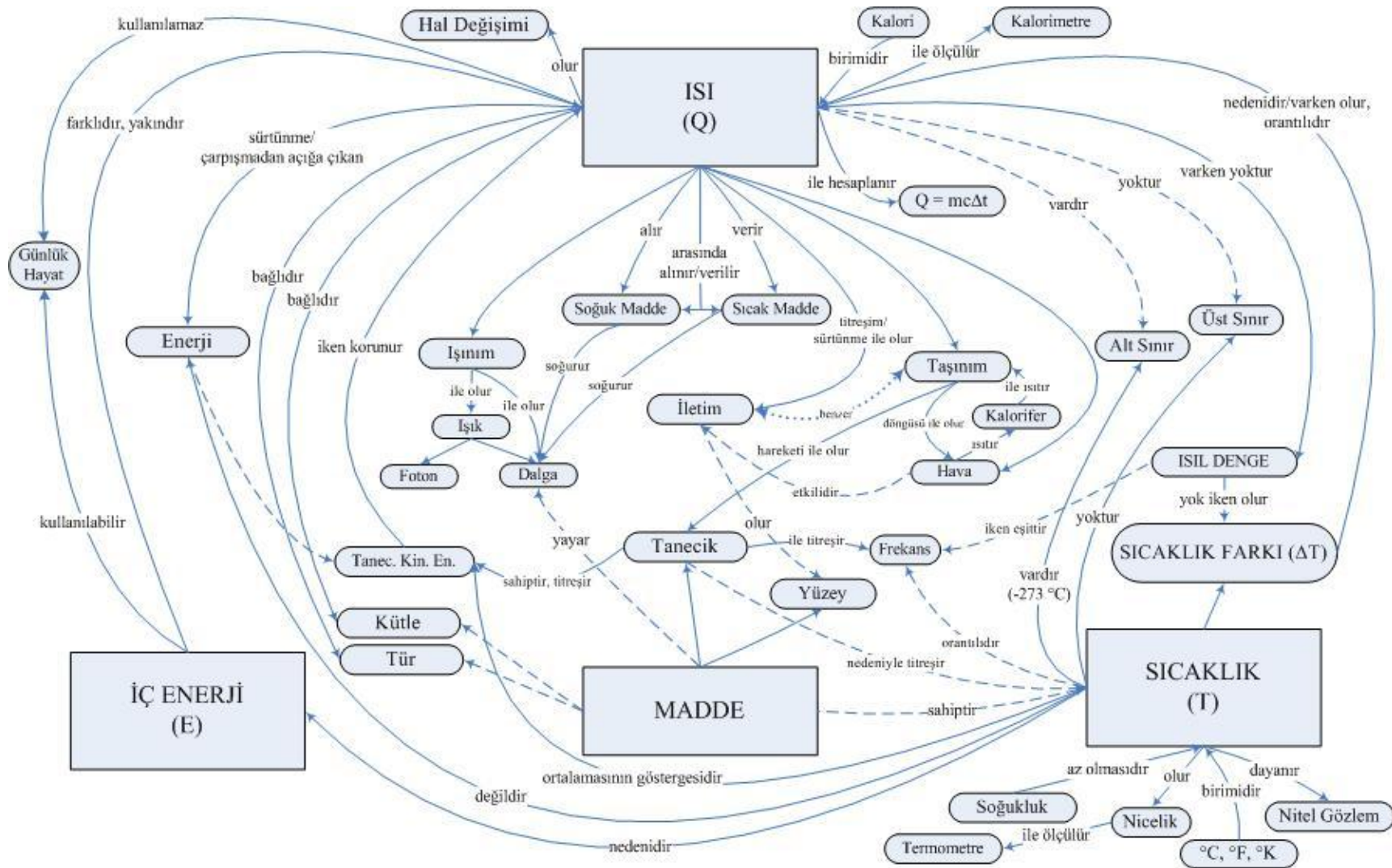
Ekin, ısının nedeni olarak sıcaklık farkını göstermektedir. Sıcaklığı ise termometre ile ölçülen bir nicelik olmasına karşın göreceli olarak ifade etmektedir. İlk önce sıcaklığın maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjisi olarak ifade etmişse de, daha sonra sıcaklığın enerji olmadığı düşüncesiyle, taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin sıcaklığın bir ölçüsü olduğunu söylemiştir. Ona göre, duyu organlarıyla algılanır, sıcaklığın az olması durumuna ise soğuk denir ve soğukluğun fiziksel bir anlamı yoktur.

Ekin, iç enerjinin ısının geniş çapta elde edilebilir ve kullanılabilir biçimi olduğunu düşünmektedir. Ekin, ısı tanımını değiştirmiş olmasına karşın iç enerji tanımını değiştirmemiştir.

Birbirine temas eden maddelerde, ısı alışverişinin aralarında sıcaklık farkı olan maddelerde sıcak olandan soğuk olan doğru gerçekleştiğini düşünen Ekin, bunun temas eden yüzeylerde sürtünme biçiminde gerçekleştiğini, hatta havanın da bu dengeye gelmede etkili olduğunu düşünmektedir. Önce sürtünme sebebiyle bu sırada kinetik enerjinin korunmadığını söyleyen Ekin, daha sonra düşüncesini değiştirmiş ve kinetik enerjinin korunduğu düşüncesini edinmiştir.

Ekin'e göre her maddeyi oluşturan tanecikler sürekli hareket halindedir ve bu hareket titreşim hareketi şeklindedir. Bu titreşim hareketinin nedeni de sıcaklıktır. Sıcaklık arttığında hareketin frekansı artmakta, azaldığında ise frekans azalmaktadır. Isı alışverişi sırasında bu tanecikler çarpışır ve sürtünür. Taneciklerin titreşim sıklığı aynı olana kadar alışveriş devam eder. Ancak Ekin frekans ile ilgili bu görüşünden görüşmenin sonunda vazgeçmiştir. Fakat yerine yeni bir açıklama getirememiştir.

Ekin, her maddenin sıcaklığından ötürü bir ısıma yaptığını bu ısımanın farklı sıcaklıktaki maddeler arasında olduğunu söylemektedir. Ancak burada ısıyım yolu ile ısı aktarımının sadece sıcak maddeden soğuk olana doğru değil, soğuk olandan sıcak olana doğru da olabileceğini söylemiştir.



Şekil 36. Ekin'in dördüncü görüşmedeki görüşlerinin araştırmacı tarafından kavram haritası biçiminde gösterimi

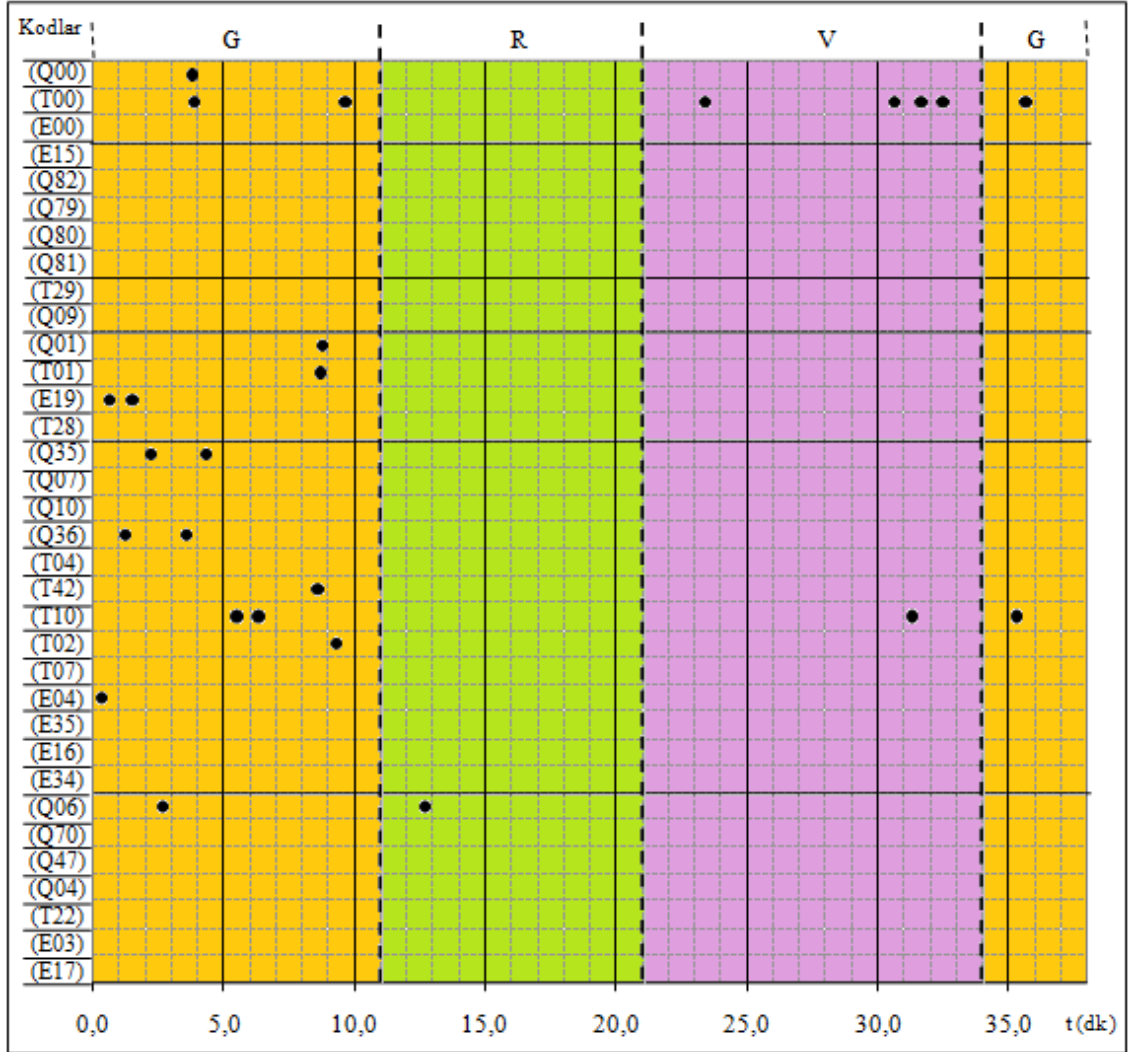
#### **4.2.3.9. Ekin İle Yapılan Beşinci Görüşmenin Analizi**

Ekin ile yapılan beşinci görüşme, sunumlardan önce ve PDÖ oturumları tamamlandıktan sonra gerçekleşmiştir. Bu görüşmede; ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları ile ilgili olarak katılımcının doğrudan görüşlerinin yanı sıra ısı aktarımı, hal değiştirme ve genleşme konularında temel kavramlarla ilgili dolaylı görüşleri yeniden sorulmuştur. Alınan cevaplar kodlanmış ve yorumlanmıştır. Bu yorumlar doğrudan alıntılarla desteklenmiştir. Değerlendirmeler, o an kavramlarla ilgili genel bir konuşmanın mı yoksa ısı aktarım süreçlerinin, hal değişiminin ya da genleşmenin mi temel alındığına göz önüne alınarak yapılmıştır.

##### **4.2.3.9.1. Ekin'in Beşinci Görüşmede Kavramlarla İlgili Genel Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını tanırlığı, bu kavramları nasıl tanımladığı, bu kavramlarla ilgili olarak başka kavramlar tanımlayıp tanımlamadığı incelenmiştir. Ekin'in beşinci görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 37'de görülmektedir.

Şekil 37. Ekin'in beşinci görüşmedeki kavramlarla ilgili genel kodlarının zamana göre dağılımı.



Katılımcının görüşleri, diğer kategorilerden farklı olarak temalar bazında değil, kavram bazında ele alınmıştır. Bu aşamada incelenen üç kavram ayrı ayrı Şekil 37 ve doğrudan alıntılar yardımı ile değerlendirilmiştir.

### ***Ekin'in Beşinci Görüşmede Isı Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Şekil 37'ye göre, Ekin ile yapılan görüşmede ısı kavramı ile ilgili genel olarak, (Q36) yani "Maddenin taneciklerinin ortalama kinetik enerjisine ısı denir", (Q35) yani "Isı, aktarılan enerjiye verilen addır", (Q06) yani "Maddeler ısı saklamaz. / Maddelerin ısısı yoktur", (Q00) yani "Bilmiyorum / Kararsızım", ve (Q01) yani "Isı bir enerji çeşididir" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma parçalarına şöyle örnek verilebilir:

- HŞK: Isı neydi peki?
  - Ekin: Tekrar mı şey yapıyım? Isı bir maddenin taneciklerinin, tüm taneciklerinin sahip olduğu ortalama kinetik enerjisi. (Q36)
  - HŞK: Isı?
  - Ekin: Evet.
  - HŞK: E o zaman ısı enerjiden farkı ne?
  - Ekin: Nasıl yani hocam?
  - HŞK: Isı enerjiden farkı ne?
  - Ekin: O, kinetik enerjisi var onda. Bunda da potansiyel enerjisi de var.
  - HŞK: Hım... Şey için sormuştum sana.  $Q = mc\Delta T$  demiştik.  $\Delta T$  yoksa  $Q$  yok mudur diye sormuştum.
  - Ekin: Evet. Ya...
  - HŞK: Ya da neden  $\Delta Q$  denmemiş de  $Q$  denmiş o zaman?
  - Ekin: Hocam ısı hani bir transfer olayı aslında. (Q35) Yani farklı sıcaklıktaki iki maddenin ya da birden çok maddenin aralarında olan transfer.
- (Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 01-03. dakikalar arası)
- 
- HŞK: Ortalama kinetik enerjileri sıfır mı oluyor transferin olmadığı zaman. Yani sıcaklık farkı olmadığı zaman.
  - Ekin: Yani hocam ısı bir maddenin ısısı yoktur diyorum ben. (Q06) Hani böyle durg... Herhangi bir maddenin bir sıcaklık farkı olacak ki aralarında ısı alış veriş olacak transferi olacak.
- .....
- HŞK: Isı da olmaz diyorsun ama ısıyı tanımlarken de ortalama kinetik enerjileri diyorsun. Ortalama kinetik enerjileri yok mudur o zaman? Sıcaklık farkı yokken.
  - Ekin: Olmamalı.
  - HŞK: Atomlar duruyor mu?
  - Ekin: Hayır. Titreşimleri var. Sonuçta ısı belli bir sıcaklıkta herhangi bir sıcaklıkta titreşimleri vardır atomların.

- HŞK: O zaman burada çelişkili bir durum olduğunu düşünüyor musun?
  - Ekin: Düşünüyorum.
  - HŞK: Peki nedir sence buradaki çelişkinin kaynağı?
  - Ekin: Yani tanımda diyorum ki ortalama kinetik enerjileridir diyorum (Q36) ama ııı hımm cümleyi kuramadım bir dakika hocam. Normalde diyorum ortalama kinetik enerjileri vardır ama ııı normal diğer türlü de transfer olmadan ısı olmaz yani diyorum.
  - HŞK: Peki hangisi doğru sence? Ya da ikisi bu çelişkinin kaynağı ne? Nerede hata yapıyorsun?
  - Ekin: Bence hocam o transfer olayı doğru. Ortalama kinetik enerjilerinin toplamı yanlış.
  - HŞK: Peki bu karara nasıl vardın?
  - Ekin: Çünkü ııı çoğu araştırmamda diyeyim genelde ısının transfer olduğunu ve sıcaklık farkından dolayı kaynaklandığını ııı söylüyor (Q35) ama öbür türlü de tanımda sıcaklık farkı olmadan sanki atomlar ya da tanecikler titreşim olmuş gibi oluyor.
  - HŞK: Peki taneciklerin titreşim enerjisi yani kinetik enerjisinin ortalaması olduğunu nerden düşünüyordun?
  - Ekin: Araştırmalarımın.
  - HŞK: O da araştırmalarından, o da araştırmalarından.
  - Ekin: Evet. (Q00)
  - HŞK: İkisi arasındaki, bu tanımlardan sıcaklık farkını ifade eden tanımların seçmenin nedeni ne?
  - Ekin: İmm nasıl? Yüzdeye vurduğumuz zaman hocam, araştırmanın sonucunda daha fazla çıkıyor.
- (Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 02-05. dakikalar arası)

Ekin'in ısı hakkındaki düşüncelerinde bir karmaşa olduğu düşünülebilir. Çünkü ısı kavramını maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjileri olarak tanımlarken, kendisine sorulan sorularla düşüncesinde çelişkiye düşmüştür. Ardından ısıyı sıcaklık farkı nedeniyle aktarılan enerji olarak ifade etmiştir. Isının enerji olması düşüncesi değişmemektedir. Ancak bu görüşmede ısının tanımını iki farklı biçimde yapmış ve ikisinin çelişkisini görmesi üzerine aralarında tercih yapmıştır. Bu tercihi ise araştırmalarında karşısına çıkan tanımların nicel olarak karşılaştırması sonucu yapmıştır. Ekin, maddelerin ısı saklamadığı konusundaki düşüncelerini yinelemiştir.

### ***Ekin'in Beşinci Görüşmede Sıcaklık Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmede sıcaklık kavramı ile ilgili genel olarak, (T00) yani "Bilmiyorum / Kararsızım", (T10) yani "Sıcaklık bir maddenin sıcak/ılık ya da soğuk olduğunu belirten/algılanan nitel gözleme dayalı bir kavramdır", (T42) yani "Sıcaklık, kinetik enerji ile ilgilidir", (T01) yani "Sıcaklık enerji değildir" ve (T02) yani "Sıcaklık, ısının göstergesidir/ölçüsüdür" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma parçalarına şöyle örnek verilebilir:

- HŞK: Peki... O zaman sıcaklıkla ilgili düşüncen neydi?
  - Ekin: Sıcaklık da hocam bir ölçü. Yani...
  - HŞK: Neyin ölçüsü?
  - Ekin: Immm nasıl söyleyeyim? Soğukluğun ya da ılıkliğin hani orda sıcaklık tanımını kullanamıyoruz hocam. (T00)
  - HŞK: Soğukluk ne peki? Ya da ılıklik ne?
  - Ekin: Hocam mesela bir maddeye dokunduğumuzda 111 aslında beş duyu organımızın bize gösterdiği bir his duygusu. (T10)
- (Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 05-06. dakikalar arası)

- Ekin: Yine taneciklerinin kinetik enerjileriyle alakalı bir şey ama enerji değil. (T42-T01) Hani tanıma onu uydurmamamız gerekiyor. Mesela ısı nasıl bir enerji...
  - .....
  - Ekin: Isı enerjisinin ölçüsüdür. (T02)
  - HŞK: Sıcaklık farkı yoksa ısı yoktur demiştin.
  - Ekin: Evet. Kendimle çelişiyorum hocam. Sıcaklığın tanımını şu an tam oturtamadım. Isıda problemim vardı şimdi sıcaklıkta. (T00) Cümle olarak nasıl kurabilirim burada?
  - HŞK: Yani sonuçta sıcaklık bir kavram. Fizikte kullanılan bir kavram.
  - Ekin: Evet.
  - HŞK: O zaman bunun bir ifade tarzı olmalı.
  - Ekin: Olmalı. Yani fizikte mecbur olmalı. Sonuçta hocam hissedilen bir şey nicel gözleme dayanıyor o konuda. (T10) Ama mesela dokunduğumuzda bu 20 C'de ya da 30 C'de diye bir şey söyleyemiyoruz.
- (Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 08-11. dakikalar arası)

Ekin, sıcaklığı nitel gözleme dayalı olarak, duyu organları ile algılanan bir his olarak açıklamıştır. Daha sonra duyu organlarının yanıltıcı olabileceği düşüncesi, onu

daha somut bir tanımlamaya itmiş; sıcaklığı taneciklerin kinetik enerjileri ile ilgili olarak açıklamaya çalışmıştır. Ancak bir ara sıcaklığın ısıнын ölçüsü olduğunu söylemiş, fakat kendisine ısı ile ilgili sözleri hatırlatıldığında bu tanımdan vazgeçmiştir. Ekin sıcaklığın tanımını tam olarak yapamamaktadır. Ancak sıcaklığın nitel ve nicel boyutlarını ayrı ayrı açıklamaya çalışmaktadır.

### ***Ekin'in Beşinci Görüşmede İç Enerji Kavramı ile İlgili Genel Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmede iç enerji kavramı ile ilgili genel olarak, (E04) yani "Isıl enerji, maddenin taneciklerinin sakladığı toplam enerjidir " ve (E19) yani "Isıl enerji, taneciklerin hem kinetik hem de potansiyel enerjilerini ifade eder" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma parçalarına şöyle örnek verilebilir:

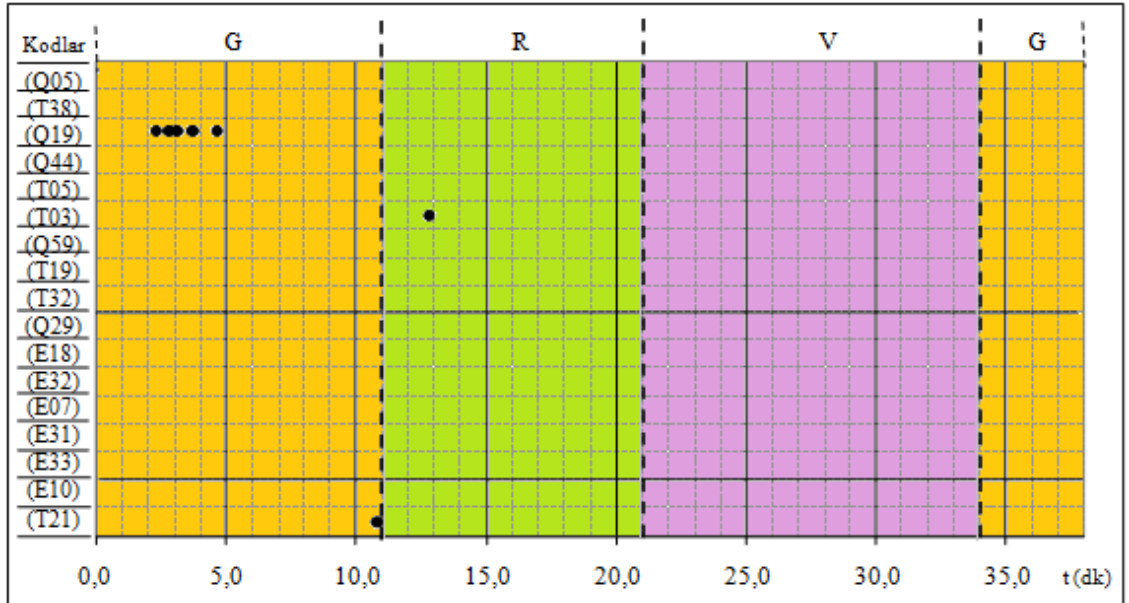
- HŞK: Isı, sıcaklık, ısıl enerji düşüncelerinden tam net olarak artık son kararın...
  - Ekin: Hocam ısıl enerji... Isı ve sıcaklıkta değişmedi. Yalnız ısıl enerjiyi biraz en... araştırmak... iç enerji falan demiştiniz. Ona baktım biraz. Isıl enerji zaten direk çıkmıyor. Hiçbir şekilde bulamadım. Hani tanımını falan nerde olduğunu İnternette olsun ne biliyim Serway'de olsun bulamadım. Ama iç enerjiyi buldum. İıı iç enerji de şu şekilde diyor. Bir maddenin sahip olduğu, yani atomların moleküllerin ııı moleküllerin yani taneciklerin sahip olduğu ıııııı... (E04) Potansiyel ve kinetik enerjilerin toplamıdır (E19) diye bir tanım.
- (Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 00-02. dakikalar arası)

Ekin, iç enerjinin maddenin tanecikleri ile sahip olduğu tüm enerjisi olduğunu ifade etmektedir. Ancak Ekin iç enerji kavramını araştırırken "ısıl enerji" sözcüğü ile sonuca ulaşamadığını, onun yerine "iç enerji" sözcüğünü kullandığını belirtmektedir. İlk görüşmelerde ise araştırmalarında "termal enerji" sözcüğünü kullanmakta idi. Alanyazında her üç sözcük de bu kavramı ifade etmek için kullanılmaktadır.

#### 4.2.3.9.2. Ekin'in Beşinci Görüşmede Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Görüşleri

Bu bölümde yapılan görüşme yardımıyla Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiyi nasıl algıladığı incelenmiştir. Burada, üç kavramın çapraz ilişkilerini incelenmektedir. Bu ilişkiler temalar bazında ayrı ayrı ele alınmıştır. Ekin'in beşinci görüşmedeki kavramlar arası ilişkiler ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 38'de görülmektedir.

Şekil 38. Ekin'in beşinci görüşmedeki kavramlar arası ilişkiler ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 38, üç kavramın çapraz ilişkilerini içermektedir. Bu ilişkiler temalar bazında ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir.

***Ekin'in Beşinci Görüşmede Isı ve Sıcaklık Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmede ısı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişki ile ilgili olarak, (Q19) yani "Isının varlığının nedeni sıcaklık farkıdır" ve (T03) yani "Bir madde ısı aldığı anda sıcaklığı artar / Bir madde dışarıya ısı verdiğinde sıcaklığı azalır" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma parçalarına şöyle örnek verilebilir:

- Ekin: Yani hocam ısı bir maddenin ısısı yoktur diyorum ben. Hani böyle dur... Herhangi bir maddenin bir sıcaklık farkı olacak ki aralarında ısı alış veriş olacağı transferi olacak. (Q19)

.....  
- HŞK: Atomlar duruyor mu?  
- Ekin: Hayır. Titreşimleri var. Sonuçta ısı belli bir sıcaklıkta herhangi bir sıcaklıkta titreşimleri vardır atomların.

.....  
- HŞK: Peki bu karara nasıl vardın?  
- Ekin: Çünkü ısı çoğu araştırmamda diyeyim genelde ısı transfer olduğunu ve sıcaklık farkından dolayı kaynaklandığını ısı söylüyor (Q19) ama öbür türlü de tanımda sıcaklık farkı olmadan sanki atomlar ya da tanecikler titreşim olmuş gibi oluyor.

(Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 02-05. dakikalar arası)

- Ekin: Onu çözdük. Elektromanyetik dalgalar şeklinde oluyordu. Elektromanyetik dalgaların ısıyı taşıması şeklinde ısı sıcak bir cisimden çıkan elektromanyetik dalga soğuk bir cisme geldiğinde o soğuruyor

- HŞK: Hı hı  
- Ekin: O dalgayı ve o şekilde ısısı artırıyor. Yani yine bir transfer var  
- HŞK: Isısı artırıyor, hani ısısı yoktu  
- Ekin: Yani sıcaklığı artırıyor. (T03)

(Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 12-13. dakikalar arası)

Ekin, ısıнын sıcaklık farkından kaynaklandığını düşünmektedir. Bu düşünce, Ekin'in daha önceden yapmış olduğu ısıнын "sıcaklık farkı olduğunda aktarılan enerji" olduğu tanımı ile uyumludur. Ancak aynı görüşmede ileri sürdüğü sıcaklığın "ısıнын ölçüsü" olduğu düşüncesi ile çelişmektedir. Aynı zamanda, Ekin ısı alan maddelerin

sıcaklığının arttığını da düşünmektedir. Burada neden-sonuç ilişkisi kurmakta zorlandığı söylenebilir.

***Ekin'in Beşinci Görüşmede Isı ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı ve iç enerjinin kavramları arasındaki ilişki hakkında herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir. Ancak Ekin iç enerji tanımını değiştirmiştir.

***Ekin'in Beşinci Görüşmede Sıcaklık ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmede sıcaklık ve iç enerji kavramları arasındaki ilişki ile ilgili olarak, sadece (T21) yani "Sıcaklık artarsa ısı enerjisi de artar. / Sıcaklık azalırsa ısı enerjisi de azalır" kodu belirlenmiştir. Bu kodun belirlendiği konuşma parçası şöyledir:

- HŞK: Bir cismin sıcaklığı arttığı zaman ısı enerjisinde bir değişim olur mu mesela?
  - Ekin: Sıcaklığı arttığı zaman ısı enerjisinde bir değişim olur.
  - HŞK: Artar mı azalır mı?
  - Ekin: Artar. (T21)
- (Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 10-11. dakikalar arası)

Ekin, sıcaklık artışının iç enerjide de bir artışa neden olacağını düşünmektedir. Bu düşünce, sıcaklık değişiminin etkileri ile ilgili soruların sorulduğu sırada ortaya çıkmıştır.

#### **4.2.3.9.3. Ekin'in Beşinci Görüşmede Kavramların Nicel Yapısı ile İlgili Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını nicel olarak nasıl ifade ettiği incelenmiştir. Bu amaçla ısı, sıcaklık ve iç enerjinin nicel sınırları, birimleri, ölçülebilirlik veya hesaplanabilirlik durumu, nicel olarak değerinin nasıl bulunduğu hakkındaki görüşleri ve bu değere etki eden etmenler ile özellikler hakkındaki düşünceleri betimlenmiştir. Bu üç kavramın nicel yapıları ile ilgili kodlar temalara göre ayrı ayrı ele alınarak birlikte incelenmiştir.

#### ***Ekin'in Beşinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Birimlerine İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı, sıcaklık ve iç enerjinin birimlerine ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

#### ***Ekin'in Beşinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Ölçülebilirlik veya Hesaplanabilirlik Durumuna İlişkin Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmede ısı, sıcaklık ve iç enerjinin ölçülebilirlik veya hesaplanabilirlik durumu ile ilgili olarak, sadece (T11) yani "Sıcaklık termometre ile ölçülür" kodu belirlenmiştir. Bu kodun belirlendiği konuşma parçası şöyledir:

- Ekin: O kadar çok şey yaptım ki hocam hangi tanıma hangi tanıma uyduğu karıştırıyorum. Sonuçta termometreyle ölçüyoruz. (T11) Toparlayamadım kafamda.  
(Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 08-09. dakikalar arası)

- Ekin: Termometreyle ölçebiliyoruz (T11) ama dokunduğumuzda ölçemiyoruz.  
(Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 10-11. dakikalar arası)

Ekin, sıcaklığın termometre yardımı ile ölçüldüğünü söylemektedir. Ekin bu görüşünü değiştirmemiştir.

***Ekin'in Beşinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Sınırlarına İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı, sıcaklık ve iç enerjinin nicel sınırlarına ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

***Ekin'in Beşinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Değerine İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede ısı, sıcaklık ve iç enerjinin nicel değerine ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

***Ekin'in Beşinci Görüşmede Isı, Sıcaklık ve İç Enerjinin Nicel Değerine Etki eden Etmenler ve Özelliklerine İlişkin Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmede ısı, sıcaklık ve iç enerjinin ölçülebilirlik veya hesaplanabilirlik durumu ile ilgili olarak, sadece (T12) yani "Sıcaklık bir niceliktir" kodu belirlenmiştir. Bu kodun belirlendiği konuşma parçası şöyledir:

- Ekin: İki yönlü bir şey hocam. Hem nitel hem nicel gözleme dayanan bir şey. (T12)  
(Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 06-07. dakikalar arası)

- Ekin: Sonuçta hocam hissedilen bir şey nicel gözleme dayanıyor (T12) o konuda. Ama mesela dokunduğumuzda bu 20 C'de ya da 30 C'de diye bir şey söyleyemiyoruz.  
(Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 10-11. dakikalar arası)

Ekin'e sıcaklığı nitel mi yoksa nicel mi olarak ifade ettiği konusunda sorulan sorular neticesinde, sıcaklığın hem nicel hem de nitel boyutu olan bir büyüklük olduğunu söylemiştir.

#### **4.2.3.9.4. Ekin'in Beşinci Görüşmede Isıl Dengenin Olmadığı Duruma İlişkin Görüşleri**

Bu bölümde Ekin'in ısı dengenin olmadığı durumda gerçekleşen fiziksel olaylar ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Bu amaçla; ısı dengenin olmadığı durumda enerjinin korunumu, ısı aktarımının gerçekleşme biçimi, aktarım yönü, aktarımın gerçekleşmesi için gerekli şartlar ve kurallar, aktarımın iletim, taşınım ve ışıyım yöntemleri ile nasıl gerçekleştiği konusundaki düşünceleri betimlenmiştir. Bu bölümde temalar bazında değerlendirme yapmak yerine ısı aktarım yolları bazında değerlendirme yapmanın daha uygun olacağı düşünülmüştür. Ekin'in beşinci görüşmedeki ısı dengenin olmadığı durum ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 39'da görülmektedir.



### ***Ekin'in Beşinci Görüşmede Genel Olarak Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmede genel olarak ısı aktarımı ile ilgili olarak, sadece (Q08) yani "Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur" kodu belirlenmiştir. Bu kodun belirlendiği konuşma parçası şöyledir:

- Ekin: Hocam ısı hani bir transfer olayı aslında. Yani farklı sıcaklıktaki iki maddenin ya da birden çok maddenin ıııı aralarında olan transfer. (Q08)
  - HŞK: O zaman...
  - Ekin: Yani sıcaklık farkı olmadan  $\Delta T$  olmadan ıııııı... ısı olmaz. (Q08)
- (Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 01-03. dakikalar arası)

Ekin ısı aktarımının farklı sıcaklıktaki maddeler arasında olduğunu söylemektedir. Buna bağlı olarak sıcaklık farkı olmadan ısının olmayacağını ifade etmektedir.

### ***Ekin'in Beşinci Görüşmede İletim Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede iletim yoluyla ısı aktarımına ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir. Bu durum şu ifadesinden açık bir biçimde anlaşılmaktadır:

- Yöntemlerin yollarında bir değişiklik var mı?
  - Hayır, aynı ııı ısıma, konveksiyon ve iletim yolları
- (Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 12-13. dakikalar arası)

Ekin, iletim yolu ile ısı aktarımı konusunda görüşlerinin değişmediğini belirtmektedir. Bu durum yalnızca iletim yolu ile ısı aktarımı için değil, taşımın yolu ve hatta ışıınım yolu ile ısı aktarımı için de geçerlidir.

### ***Ekin'in Beşinci Görüşmede Taşınım Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Ekin bu görüşmede taşınım yoluyla ısı aktarımına ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir. Bu durum bir önceki konuşma parçasında belirtilmiştir.

### ***Ekin'in Beşinci Görüşmede Işınım Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşleri***

Ekin ile yapılan görüşmede ışıınım yoluyla ısı aktarımı ile ilgili olarak, (Q27) yani "Isı dalgalar üzerinde taşınır/saklanır ", (Q08) yani "Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur", (Q54) yani "Her madde ısı ışıma yapar" ve (Q56) yani "Işınım yoluyla aktarımda sıcaklık farkına gerek yoktur" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma şöyledir:

- Ekin: Onu çözdük. Elektromanyetik dalgalar şeklinde oluyordu. (Q27) Elektromanyetik dalgaların ısıyı taşıması şeklinde ıı sıcak bir cisimden çıkan elektromanyetik dalga soğuk bir cisme geldiğinde o soğuruyor. O dalgayı ve o şekilde ısı ısı artıyor. Yani yine bir transfer var
  - HŞK: Isısı artıyor? Hani ısı yoktu
  - Ekin: Yani sıcaklığı artıyor.
  - HŞK: Peki şeyi de sormuştum ben sana... Aynı sıcaklıktaki iki cisim birbirlerine ışıma yaparlar mı demiştin
  - Ekin: Yaparlar (Q56) ama hocam sonuçta ıııı nasıl söyleyeyim mesela 37 dereceden 37 dereceye bir iki cisim olsun ve elektromanyetik dalgaya göre yani her cisim sıcaklığı olan her cisim dalga yayılıyor (Q54) aynı sıcaklıkta olduğu için soğurduğunda ıı bir şey değişmiyor, denge halindeler. (Q08)
- (Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 12-14. dakikalar arası)

Ekin, ışıınım yoluyla gerçekleşen ısı aktarımının elektromanyetik dalgalar aracılığı ile olduğunu düşünmektedir. Her maddenin sıcaklığından ötürü etrafına bir ısı ışıma yaptığı, bu ışımanın daha soğuk maddeler tarafından soğurulduğu görüşündedir. Aynı sıcaklıktaki maddelerin de birbirlerinin yaptığı ısı ışımayı soğurduğunu ancak

bunun sıcaklık değişimine neden olmadığını ifade etmektedir. Yani Ekin'e göre sıcaklık farkına gerek olmaksızın ısıma olmakta ancak her durumda sıcaklık değişimine neden olmamaktadır.

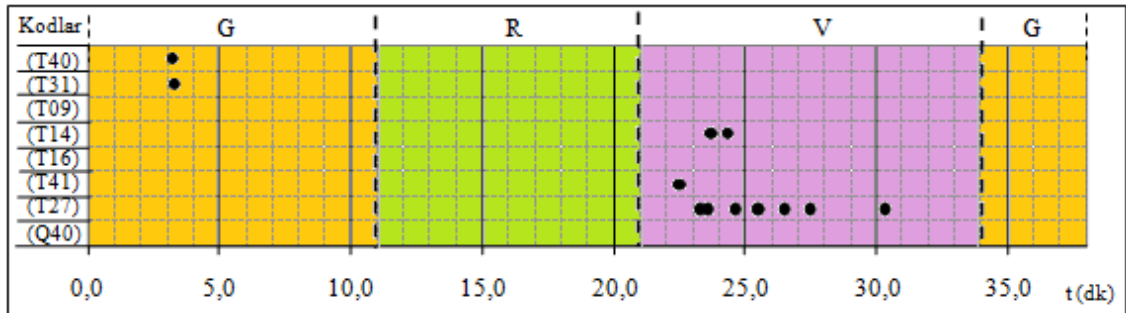
#### 4.2.3.9.5. Ekin'in Beşinci Görüşmede Isıl Denge Durumuna İlişkin Görüşleri

Ekin bu görüşmede taşınım yoluyla ısı aktarımına ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Bu durumda önceki görüşmede Ekin'in bu konuda sahip olduğu görüşlerinin geçerliliğinin devam ettiği düşünülebilir.

#### 4.2.3.9.6. Ekin'in Beşinci Görüşmede Tanecikler Düzeyinde Gerçekleşen Olaylar ile İlgili Görüşleri

Bu bölümde Ekin'in tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Ekin'in beşinci görüşmedeki tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı Şekil 40'ta görülmektedir.

Şekil 40. Ekin'in beşinci görüşmedeki tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili kodlarının zamana göre dağılımı.



Şekil 40'a göre, görüşme sırasında (T40) yani "Bir maddenin içindeki tanecikler sürekli titreşirler", (T31) yani "Tanecikler, maddelerin sıcaklıkları olduğu için titreşirler. / Sıcaklık artarsa taneciklerin kinetik enerjileri artar", (T41) yani "Sıcaklık arttığında taneciklerin titreşim sıklığı değişmez", (T27) yani "Sıcaklık arttığında taneciklerin titreşim sıklığı artar" ve (T14) yani "Sıcaklık artarsa taneciklerin kinetik enerjisi de artar. / Sıcaklık azalırsa taneciklerin kinetik enerjisi de azalır" kodları belirlenmiştir. Bu kodların belirlendiği konuşma parçalarına şöyle örnek verilebilir:

- HŞK: Atomlar duruyor mu?
  - Hayır. Titreşimleri var. (T40) Sonuçta ııı belli bir sıcaklıkta herhangi bir sıcaklıkta titreşimleri vardır atomların. (T31)
- (Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 03-04. dakikalar arası)

- Ekin: Frekans bence artmıyor hocam.
- HŞK: Azalıyor mu?
- Ekin: Sabit. (T41)
- HŞK: Neden?
- Ekin: Çünkü cinsine bağlı değil mi zaten frekans maddenin, e madde değişmiyor. Tanecikler aynı her şey aynı. Sadece sıcaklık artıyor... Sıcaklık artınca, ben sıcaklık frekansı değiştirir.
- .....
- HŞK: Sıcaklığın frekansı neden değiştirdiğini düşünüyorsun?
- Ekin: Değişmez mi? Değiştirir.
- HŞK: Bilmiyorum ki ben sana sordum. Değiştirir dedin ben de neden diye soruyorum.
- Ekin: Sonuçta frekans titreşim sayısı gibi bir şey değil mi hocam?
- HŞK: Evet. Bir saniye içerisindeki titreşim sayısı.
- Ekin: Tamam. Titreşim sayısı. O zaman mesela sıcaklık arttığı zaman daha fazla titreşiyor. O zaman frekansı da artıyor. (T27)
- HŞK: Neden daha fazla titreşiyor.
- Ekin: Çünkü sıcaklığı artıyor.
- HŞK: Tamam. Ben ikisi arasında...
- Ekin: Kinetik enerjisi artıyor hocam. (T14)
- HŞK: Kinetik enerji frekansı değiştirir mi?
- Ekin: Ya şöyle mesela sıcaklık artıyor. Hız artıyor. Hız artınca frekans da artıyor... (T27) Hayır. Sıcaklık artıyor. Hız artıyor. O zaman kinetik enerjisi normal olarak artıyor (T14) ve bundan dolayı titreşim hareketi hani sayısı fazlalaşıyor. O zaman da frekans artıyor. (T27)
- HŞK: Titreşim hareketiyle ilgili yani frekans diye bir ifade mi var enerji içerisinde?

- Ekin: Titreşim hareketiyle ilgili? Evet.
  - HŞK: Enerji, enerji ifadesinde şey mi var? Frekans diye bir ifade mi var?
  - Ekin: Hayır.
  - HŞK: O zaman arttığını nereden biliyorsun?
  - Ekin: Çünkü sıcaklık artıyor. (T27)
- (Ekin ile yapılan beşinci görüşme, 29.03.2010, 22-24. dakikalar arası)

Ekin, her maddeyi oluşturan taneciklerin maddenin sıcaklığı nedeni ile titreşim hareketi yaptığını düşünmektedir. Başta titreşimin frekansının sabit olduğunu dile getirmiştir. Ancak hemen bu düşüncesinden vazgeçmiştir. Bu titreşim hareketinin frekansının sıcaklık arttığında artacağını, azaldığında ise azalacağını düşünmektedir. Bunun nedeni sorgulandığında ise geçerli bir neden ortaya koyamamaktadır. Sıcaklık arttığında maddenin taneciklerinin titreşim frekansının da artacağı düşüncesi gazların kinetik kuramındaki modelleme ile ilgili, titreşim hareketi ile ilgili bir kavramsal soru ile ilgili veya tamamen içgüdüsel bir cevap olabilir. Çünkü katılımcı cevaplama sırasında sürekli olarak elleri ile hareketi serbest bir maddenin hareketi gibi göstermektedir.

#### **4.2.3.10. Ekin'in Beşinci Görüşmedeki Görüşleri Üzerine Genel Görüşleri**

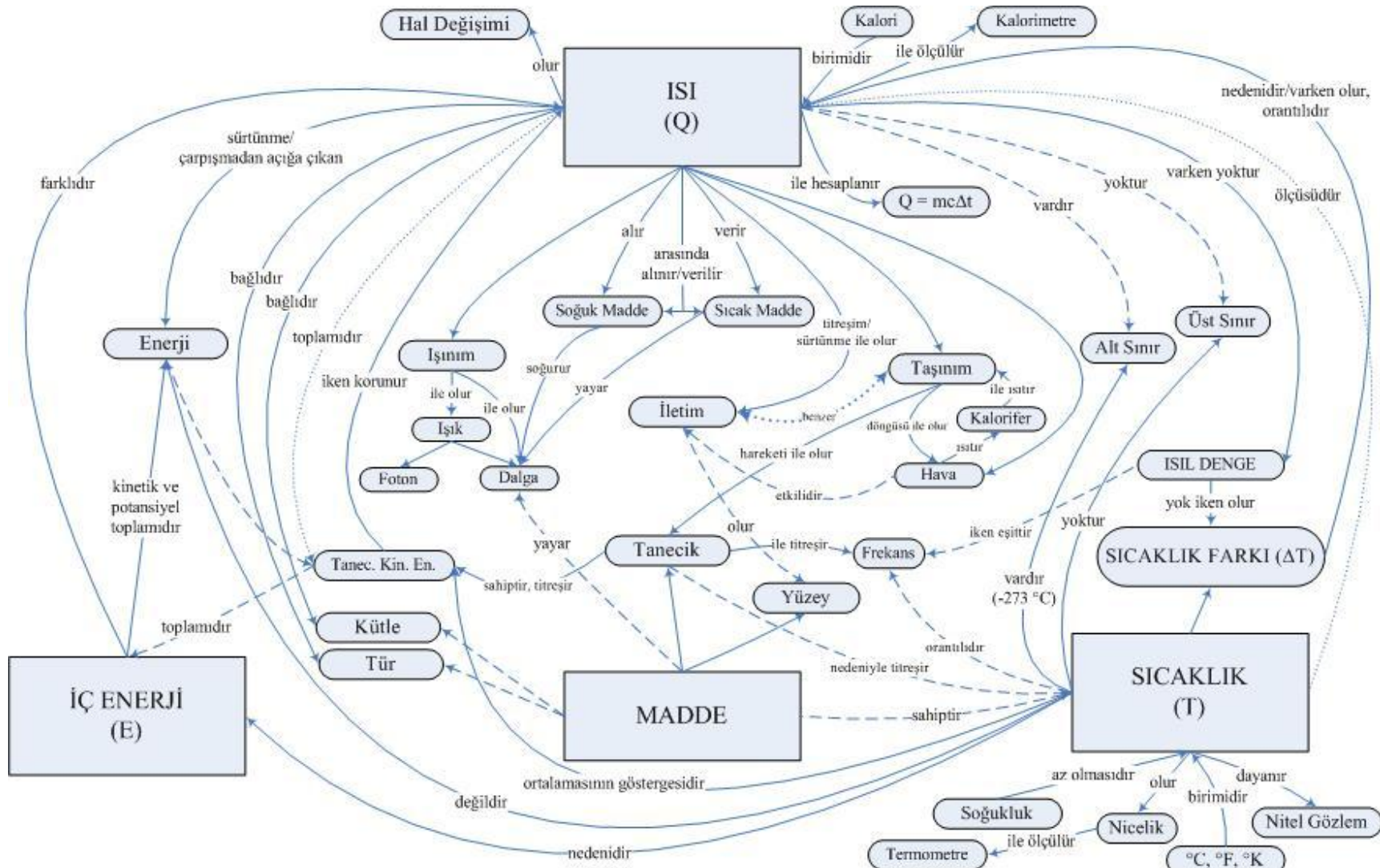
Beşinci görüşmede, Ekin'in ısı hakkındaki düşünceleri Şekil 41'de gösterilmiştir. Ekin'in düşüncelerinde bir önceki görüşmeye göre bir karmaşa olduğu düşünülebilir. Dördüncü görüşmede ısının sıcaklık farkı olduğu sırada alınıp verilen ısı enerjisi olduğunu düşünmekteydi. Ancak bu görüşmede daha önceki görüşmelerde olduğu gibi ısı kavramını maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjileri olarak tanımlamış, fakat kendisine sorulan sorularla düşüncesinde çelişkiye düşmüştür. Ardından ısıyı sıcaklık farkı nedeniyle aktarılan enerji olarak ifade etmiştir. Ekin, maddelerin ısı saklamadığı konusundaki düşüncelerini yinelemiştir. Ekin ısının kaynağının sıcaklık farkı olduğunu düşünmektedir. Bu düşünce ile son tanımı uyumludur.

Ekin, sıcaklığı net olarak tanımlayamamaktadır. Bir önceki görüşme sıcaklığı taneciklerin ortalama kinetik enerjisi ile ilgili bir büyüklük olarak tanımlarken, bu görüşmede farklı tanımlar yapmıştır. Bunlar, sıcaklığın nitel olarak duyu organlarıyla algılanan bir his oluşundan, taneciklerin kinetik enerjileri ile ilgili bir büyüklük veya ısının bir ölçüsü oluşuna kadar farklılıklar içermektedir. Ancak bu tanımlarda ayrı ayrı çelişkileri mevcuttur. Ancak sıcaklığın hem nicel hem de nitel boyutu olan bir büyüklük olduğunu düşünmektedir.

Ekin, önceki görüşmelere göre en farklı tanımı iç enerji kavramı hakkında yapmıştır. İç enerjinin maddenin tanecikleri ile sahip olduğu kinetik ve potansiyel tüm enerjisi olduğunu ifade etmektedir. Ancak Ekin "ısı enerjisi" sözcüğü yerine "iç enerji" sözcüğünü kullanmaktadır. İlk görüşmelerde ise araştırmalarında "termal enerji" sözcüğünü kullanmakta idi. Sıcaklıkla iç enerjinin de artacağını düşünmektedir.

Ekin, ısının elektromanyetik dalgalar aracılığıyla aktarılabilceğini düşünmektedir. Her maddenin sıcaklığından ötürü bir ısıma yaptığını ve daha sıcak olan maddenin yaptığı ısımanın daha soğuk olan madde tarafından soğurulduğunu düşünmektedir. Önceki görüşmede soğuk maddenin yaptığı ısımanın da sıcak madde tarafından soğurulduğunu belirtmişti. Ancak bu düşüncesinden bu görüşmede vazgeçmiştir. Ayrıca aynı sıcaklıktaki maddelerin de birbirlerinin yaptığı ısı ısımayı soğurduğunu ancak bunun sıcaklık değişimine neden olmadığını ifade etmektedir.

Ekin bir önceki görüşmede olduğu gibi her maddeyi oluşturan taneciklerin maddenin sıcaklığı nedeni ile titreşim hareketi yaptığını düşünmektedir. Bu titreşim hareketinin sıklığının sıcaklık arttığında artacağını, azaldığında ise azalacağını düşünmektedir. Bunun nedeni sorgulandığında ise geçerli bir neden ortaya koyamamaktadır.



Şekil 41. Ekin'in beşinci görüşmedeki görüşlerinin araştırmacı tarafından kavram haritası biçiminde gösterimi

#### 4.2.4. Ekin'in Görüşlerinin Analitik Değerlendirilmesi

Bu bölümde, Ekin'in ısı ve sıcaklığa ilişkin temel kavramlar ve kavramlara ilişkin süreçler ile ilgili olarak görüşlerinin beş haftalık süreç boyunca hangi aşamalardan geçerek değişim gösterdiği, yarı-yapılandırılmış görüşme verileri, ISKÖ ve küme çalışmaları sırasında elde edilen belgeler yardımıyla analitik olarak incelenmiştir.

Araştırmanın odağı Ekin'in kavramsal yapısı ve bu yapının hangi aşamalardan ne şekilde geçerek değiştiğini temel aldığından, Ekin'den ısı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramlara ilişkin elde edilen verilerin hangi sıra ile alındığı önem taşımaktadır. Bu nedenle etkinliğin uygulama güncesindeki ilgili kısımlar Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24. Ekin'den alınan kavramsal veriler ile ilgili etkinlik uygulama güncesi

| <b>Hafta</b>    | <b>Gün</b> | <b>Saat</b> | <b>Uygulama</b>              | <b>Veri Kaynağı</b> |
|-----------------|------------|-------------|------------------------------|---------------------|
| Tanıtım Haftası | 24 Şubat   | 16:30       | Bilgilendirme                | ISKÖ (Ön Test)      |
|                 | 25 Şubat   | 13:30       | Problemin Analizi Oturumu    | PO                  |
| Birinci Hafta   | 2 Mart     | 14:00       | Birinci Görüşme (Ekin)       | Görüşme Dökümü      |
|                 | 3 Mart     | 16:30       | Birinci Alt Problem Oturumu  | A1                  |
|                 | 4 Mart     | 13:30       | Birinci Alt Problem Oturumu  | A1                  |
| İkinci Hafta    | 5 Mart     | 12:30       | İkinci Görüşme (Ekin)        | Görüşme Dökümü      |
|                 | 10 Mart    | 16:30       | İkinci Alt Problem Oturumu   | A2                  |
|                 | 11 Mart    | 13:30       | İkinci Alt Problem Oturumu   | A2                  |
| Üçüncü Hafta    | 15 Mart    | 13:30       | Üçüncü Alt Problem Oturumu   | A3                  |
|                 |            | 16:00       | Üçüncü Görüşme (Ekin)        | Görüşme Dökümü      |
|                 | 18 Mart    | 13:30       | Üçüncü Alt Problem Oturumu   | A3                  |
| Dördüncü Hafta  | 22 Mart    | 09:30       | Dördüncü Görüşme (Ekin)      | Görüşme Dökümü      |
|                 |            | 13:30       | Dördüncü Alt Problem Oturumu | A4                  |
|                 | 25 Mart    | 13:30       | Dördüncü Alt Problem Oturumu | A4                  |
| Beşinci Hafta   | 29 Mart    | 09:30       | Beşinci Görüşme (Ekin)       | Görüşme Dökümü      |
|                 |            | 13:30       | Çözüm Oturumu                | SO                  |
|                 | 1 Nisan    | 13:30       | Sunum Oturumu                | SO                  |
|                 | 2 Nisan    | 16:30       | Ölçekler ve Değerlendirmeler | ISKÖ (Son Test)     |

Analitik değerlendirme sırasında kullanılmak üzere, süreçte hangi verinin diğerinden sonra elde edildiğini gösteren Tablo 24'e göre, Ekin'e ilk olarak ISKÖ ön test olarak uygulanmış, ardından Problemin Analizi Oturumu gerçekleşmiştir. Daha sonra ise üçüncü hafta dışındaki tüm haftalarda önce yarı yapılandırılmış görüşme yapılmış, ardından da iki parça halinde alt problemleri çözmeye yönelik oturumlar gerçekleştirilmiştir. Yalnızca üçüncü haftada, iki oturum arasında görüşme yapılmak zorunda kalınmıştır. Bunun nedeni, Ekin'in o hafta sağlık problemleri nedeniyle görüşmeyi ertelemek istemesidir. Beşinci haftada ise görüşme ve oturumların ardından ISKÖ son test olarak yeniden uygulanmıştır.

Ekin'in görüşleri çözümlenirken Ekin tarafından dile getirilen düşünceler, kodlar yardımıyla önermeler şeklinde kümelenmiştir. Ekin ile yapılan görüşmeler sırasında öne çıkan düşünceleri ya da geri planda kalan düşünceleri olmuştur. Bunlar öne çıkma derecelerine göre "Baskınlık" şeklinde ifade edilmiştir.

Ekin'in önermelerinin baskınlık dereceleri belirlenirken iki ölçüt göz önüne alınmıştır. Bunlardan biri söz edilen önermeyi belirlerken kullanılan, o önermeyi destekleyen kodların görülme sıklığıdır. Yani bir görüşme sırasında ilgili önermeyi kapsayan kod ya da kodların kaç kez yinelenmekte olduğuna bakılmıştır. Diğer ölçüt ise görüşme sırasında ilgili önermeye ilişkin kodların saptandığı konuşmalarda, Ekin'in ne derece kararlı olduğudur. Görüşme sırasında Ekin'in kesinlik, kararlılık ya da kuşku belirten sözcükler kullanıp kullanmaması, görüşünü görüşmenin ilerleyen kısmında değiştirip değiştirmediği ve de ses tonu gibi etmenler göz önüne alınmıştır.

Örneğin Ekin ikinci görüşme boyunca Q04 ile belirtilen "Maddeler ısı saklar / Maddelerin ısısı vardır" koduna dokuz kez rastlanmıştır. Aynı zamanda görüşmenin 3. dakikası ile 4. dakikası arasında, "En azından şimdi ısı ve sıcaklığın kavram olarak size

ne olduğunu açıklayabilirim ve de geçen de dediğiniz gibi hani bu defterin ısısı var mı dediğinizde ben yok demiştim. Ama var. Şimdi bundan eminim” biçiminde tümceler kullanmıştır. Bu tümceler ve kodlar, durumla ilgili önermenin baskınlığını arttıran etmenlerdir. Eğer bir önermeye ilişkin o haftaki görüşmede herhangi bir bulguya rastlanamadı ve de önermeyi çürütecek veya baskınlığını değiştirecek nitelikte bir söylemde bulunulmadı ise, bir önceki haftadaki baskınlık derecesi olduğu gibi koruduğu varsayılmıştır.

#### **4.2.4.1. Ekin’in Kavramlarla İlgili Genel Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

Bu bölümde, Ekin’in ısı ve sıcaklık ile ilgili; ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları hakkındaki genel görüşlerinin etkinlik boyunca hangi aşamalardan geçerek değiştiği incelenmiştir.

##### **4.2.4.1.1. Ekin’in Isı Kavramı ile İlgili Genel Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

Ekin’in ısı kavramı ile ilgili görüşlerini, temelde iki başlık altında inceleyebiliriz. Bunlardan ilki ısıнын madde ile ilişkisi, diğeri ise ısıнын tanımıdır.

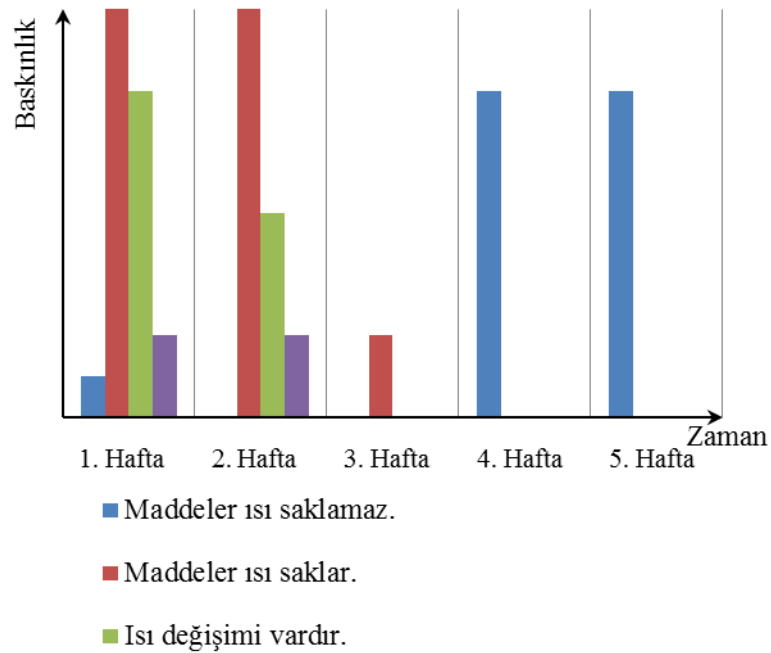
Öncelikle ısıнын madde ile ilişkisi konusunda Ekin’in ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- a. Maddeler ısı saklar veya ısıya sahiptir.
- b. Maddeler ısı saklamaz.
- c. Bir madde, ısıl dengede iken sakladığı bir ısısı yoktur, ısıl dengede değilken vardır.

d. Isı değişimi diye bir kavram vardır.

Ekin tarafından ileri sürülen bu dört düşünce, ısı ile madde arasındaki ilişkiyi göz önüne sermektedir. Bir maddenin ısıya sahip olması veya olmaması durumu birbirinin tersi iki önermedir. Üçüncü sırada verilen önerme ise her iki önermenin de bazı yönlerden doğru olduğu bir önerme olarak gösterilebilir. Isı değişimi kavramı Ekin'in öne sürdüğü yeni bir kavramdır. Şekil 42, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 42. Ekin'in madde ile ısı kavramı arası ilişkiye ilişkin görüşlerinin zaman göre değişimi



Madde ile ısı kavramı arasındaki ilişki, beş haftalık süreç boyunca bazı değişikliklere uğramıştır. Şekil 42'ye göre, söz edilen tüm önermeler daha ilk haftada ortaya atılmıştır. Yani ilk haftada Ekin, düşüncelerin tümüne az ya da çok sahiptir.

Ancak maddelerin ısı sakladığına ilişkin düşünce içlerinde en baskınıdır. Bunu ısı değişimi kavramının gerçek bir kavram olduğu düşüncesi izlemektedir. Maddelerin ısı saklamadığı düşüncesi ise en zayıf olasılık olarak dile getirilmesine karşın üzerinde durulmamıştır. Maddelerin yalnızca ısı denge olmadığı durumda ısı sakladığı düşüncesi de ilk haftada en güçlü halindedir. Üçüncü haftadan sonra ise yok olmuştur.

Burada dikkat çeken nokta, doğal olarak maddelerin ısı saklaması ile saklamaması düşüncelerinin ters orantılı oluşudur. Bu konuda üçüncü ve dördüncü haftalar arası kırılma noktası olarak görülebilir. Çünkü maddelerin ısı saklamadığı düşüncesi henüz oluşmamasına karşın aksi düşünce olan maddelerin ısı sakladığı düşüncesinde gözle görülür bir azalma vardır.

Buradaki en önemli noktalardan biri de ısı değişimi kavramının da maddelerin ısı saklaması düşüncesiyle paralel olarak azalması ve hatta daha önce yok olmasıdır. Buradan ısı değişimi düşüncesinin temelinde maddelerin ısı sakladığı düşüncesi yatmaktadır denebilir. Çünkü Ekin, maddelerin ısıya sahip olduğu ve bunu sakladığını düşünmekte, sıcaklık değişimi gibi durumlarda ise saklanan ısının niceliğinin değiştiğini düşünmektedir. Bu iki önerme, birbirini açıklamakta ve desteklemektedir. Maddelerin sadece ısı dengede değilken ısı saklaması yönündeki önerme ise ısı saklama ve saklamama önermeleri arası kararsızlığın sonucu ortaya atılmış bir önerme olabilir. Beklendiği gibi maddenin ısı saklamadığı düşüncesi baskınlığını arttırıp, maddenin ısı sakladığı düşüncesi baskınlığını yitirirken bu düşünce de yavaş yavaş yok olmuştur.

Dördüncü haftaya gelindiğinde düşünceler belirginleşmiş ve maddeler ısı saklamaz önermesi hakim olmuştur. Diğer üç önerme ise ortadan kalkmıştır. Buradan çıkarılabilecek bir sonuç olarak, maddelerin ısı saklaması düşüncesinin, ısı değişimi düşüncesine ve ısı dengenin olmadığı durumda ısı saklandığı düşüncesine uygun ortam

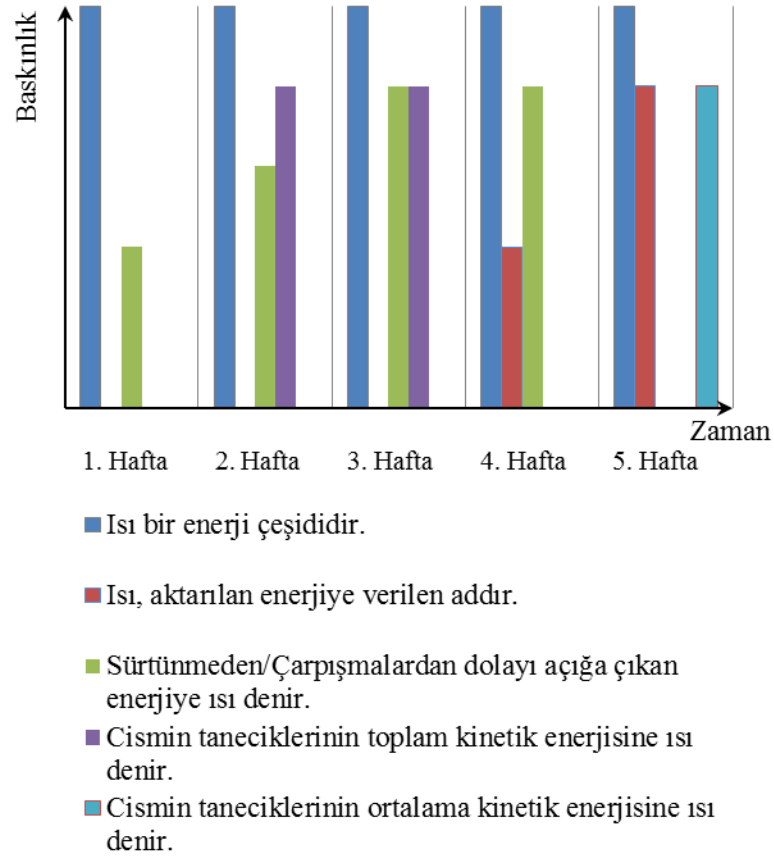
yarattığı; maddelerin ısı sakladığı düşüncesi baskınlığını yitirdiğinde ona bağlı olarak ortaya atılan bu önermelerin de ortadan kalktığıdır.

Isının tanımı ile ilgili olarak Ekin'in ileri sürdüğü beş önerme vardır. Bu beş ısı tanımı şöyledir:

- a. Isı sıcaklık farkından ötürü aktarılan enerjiye verilen addır.
- b. Sürtünmeden veya çarpışmadan dolayı açığa çıkan enerjiye ısı denir.
- c. Maddenin taneciklerinin toplam kinetik enerjisine ısı denir.
- d. Maddenin taneciklerinin ortalama kinetik enerjisine ısı denir.
- e. Isı bir enerji çeşididir.

Ekin'in ileri sürdüğü önermelerden ilk sıradaki bilimsel gerçeklerle en uyumlu olan tanımdır. İkinci önerme ise, ısıyı mekanik bir etki sonucu ortaya çıkan bir enerji olarak anlatmaktadır. Bu önermelerin üçüncüsü ve dördüncüsü birbirine çok benzemekte ancak aralarında kütlelenin etkisi ile ilgili bir ayrım bulunmaktadır. Son sıradaki önerme ise ısıнын nitelik olarak boyutunu belirtmektedir. Ancak sadece boyutsal bir yaklaşımı olmayıp ısıyı ayrı bir enerji türü olarak göstermektedir. Şekil 43, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 43. Ekin'in ısının tanımına ilişkin görüşlerinin zaman göre değişimi



İlk görüşmeden son görüşmeye kadar Ekin, ısının bir enerji çeşidi olduğu konusundaki düşüncesini korumuştur. İlk görüşmede ısının nedeni olarak çarpışmalar ve sürtünmeleri, yani mekanik etkileri göstermiştir. Kendisi de söylemlerinde “mekanik problemleri sırasında sürtünmeden dolayı kaybolan enerjinin ısıya dönüşmesi” biçimindeki bilgisinin bu düşünceye neden olduğunu belirtmektedir. Daha sonraki haftalarda da bu düşünce dördüncü haftaya kadar artarak sürmüştür. Beşinci haftada ise birden bire yok olmuştur.

İkinci ve üçüncü haftalarda mekanik etki önermesine ek olarak güçlü bir biçimde maddeyi oluşturan taneciklerin toplam kinetik enerjisinin ısıya neden olduğu düşüncesi görülmektedir. Bu düşünce ısının maddece saklanması düşüncesinin baskınlığının azaldığı üçüncü haftadan sonra yok olmuştur. Buradan, ısının maddece saklanması düşüncesi ile maddeyi oluşturan taneciklerin toplam kinetik enerjilerinin ısıya neden olması düşüncesi arasında bir ilişki kurulabilir. Çünkü Ekin, ilk haftadan itibaren savunduğu ısının maddede saklanması düşüncesinde ısının nasıl saklandığını açıklama gereği duymuş olabilir. Bu nedenle de taneciklerin toplam kinetik enerjisi önermesini ikinci haftada ortaya atmış olabilir. Ancak dördüncü haftada ısının saklanması düşüncesinden vazgeçtiğinde ve ısının madde tarafından saklanmayan bir enerji olduğu önermesi güçlendiğinde, taneciklerin toplam kinetik enerjisi önermesi de yok olmuştur.

Dördüncü haftaya gelindiğinde, ısının artık maddece saklanmadığı düşüncesi hakim olduğunda, ısıyı aktarılan bir enerji olarak tanımlamaya başlamıştır. Bu düşünce son haftada daha da güçlenmiştir. Ancak, son hafta birden güçlü bir biçimde ısının taneciklerin ortalama kinetik enerjisi olduğu önermesi yeniden ortaya çıkmıştır. Bu önermenin ortaya çıkması şaşırtıcıdır. Çünkü ısının madde tarafından saklanmadığı düşüncesi hakim olduğu sırada ortaya atılmıştır. Bu düşüncenin ortaya atılması, sıcaklık kavramı ile ilgili olabilir. Sıcaklık kavramı ile ilgili analitik değerlendirme kısmında bu konuya değinilmiştir.

Üçüncü hafta, Ekin'in ısı kavramı ile ilgili düşüncelerinde önemli değişimlerin olduğu haftadır. Üçüncü hafta yapılan A3 oturumu sırasındaki belgeler incelendiğinde, o hafta ısı ve ısı aktarımı ile ilgili temel kavramlar konusunda araştırmaların yoğunlaştığı görülmektedir. Bu haftadaki araştırmaları, ısı ile ilgili olarak doğru ya da yanlış bir takım bilgilere erişen Ekin'in ısı kavramını zihninde yeniden biçimlendirmesine neden olmuş olabilir.

#### 4.2.4.1.2. Ekin'in Sıcaklık Kavramı ile İlgili Genel Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi

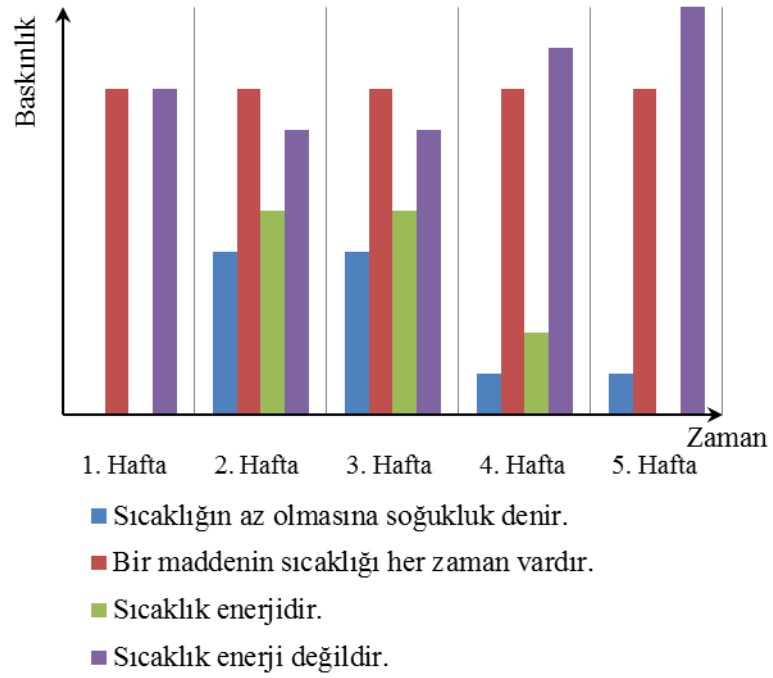
Ekin'in sıcaklık kavramı ile ilgili görüşlerini de, ısı kavramı ile ilgili görüşleri gibi temelde iki başlık altında inceleyebiliriz. Bunlardan ilki sıcaklık kavramının özellikleri, diğeri ise sıcaklığın tanımıdır.

Öncelikle sıcaklık kavramının özellikleri konusunda Ekin'in ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- a. Sıcaklığın az olmasına soğukluk denir.
- b. Bir maddenin sıcaklığı her zaman vardır.
- c. Sıcaklık enerjidir.
- d. Sıcaklık enerji değildir.

Ekin tarafından ileri sürülen bu dört düşünceden, ikisi birbirinin tersi olan sıcaklığın enerji olması ve olmaması önermeleridir. İlk önerme ise gündelik yaşamda kullanılan soğukluk kavramını açıklamayı amaçlamaktadır. Maddenin sıcaklık ile ilişkisine ilişkin de bir önerme vardır. Şekil 44, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 44. Ekin'in sıcaklık kavramının özellikleri ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



Ekin'in sıcaklık kavramının özellikleri ile ilgili önermelerinin baskınlığının beş haftadaki değişimine bakıldığında, ilk dikkat çeken nokta, sıcaklığın enerji olduğu veya olmadığı düşüncelerinin ters eğilim göstermeleridir. Bu önermelerin baskınlıklarından biri artarken, diğeri azalmıştır. Maddelerin her zaman sıcaklıklarının olduğu düşüncesi ise hiç değişmemiştir. Ekin'in öne sürdüğü soğukluk kavramının sıcaklığın az olması durumu olduğu önermesi ile sıcaklığın enerji olduğu önermesi arasındaki paralellik ilgi çekicidir. Bu iki önerme arasında, sıcaklığın enerji olması ve maddenin enerjisinin azalması durumuna soğukluk denmesi düşüncesi gibi bir ilişki olabilir.

İkinci hafta ile üçüncü hafta arasında düşüncelerin baskınlığı arasında bir değişiklik gözlenmemekle birlikte bu haftalarda düşüncelerin ters yönde değişim göstermeye başladıkları görülmektedir. Yani ikinci haftaya kadar artma eğilimindeki

düşünceler, üçüncü haftadan itibaren azalmaya, azalma eğiliminde olanlar ise artmaya başlamıştır.

Ekin'in ısı kavramı ile ilgili olarak görüşlerinin değişimi ile sıcaklık kavramı ile ilgili görüşleri arasında da ilişki kurulabilir. Özellikle ısıнын madde tarafından saklanmadığı düşüncesinin, ısıнын madde tarafından saklandığı düşüncesine hakim olmaya başladığı ve ısı değişimi düşüncesinin yok olmaya başladığı üçüncü ve dördüncü haftalar arası kırılma noktası olmuştur. Burada da sıcaklığın enerji olduğu düşüncesinin ve sıcaklığın az olması durumuna soğukluk dendiği düşüncesinin sönmeye başladığı üçüncü ve dördüncü haftalar arası kırılma noktasıdır. Isı ve sıcaklık ile ilgili bu iki değişim arasında ilişki olabilir.

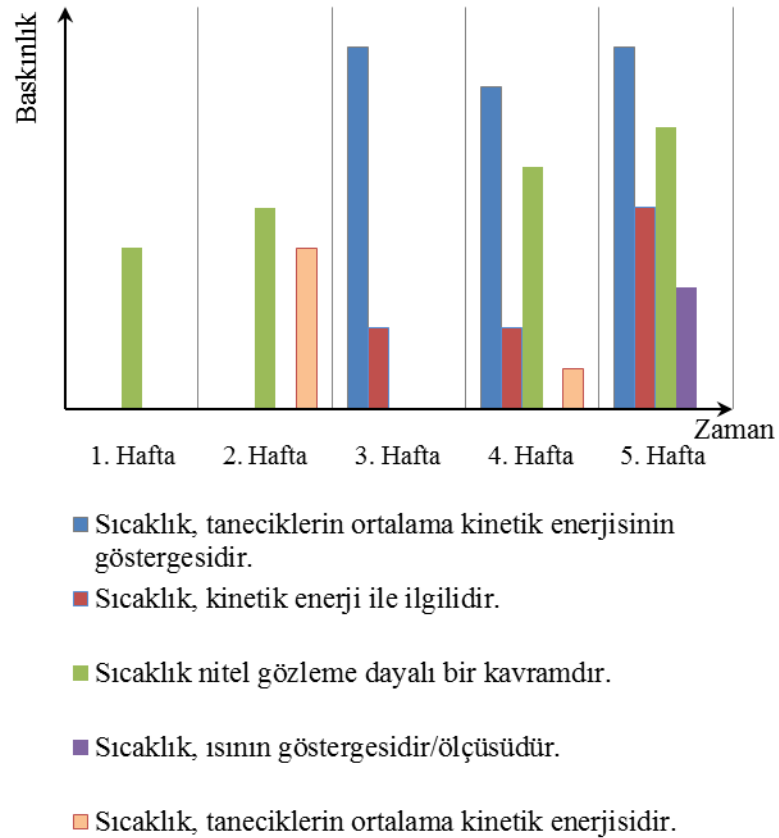
Sıcaklığın tanımı ile ilgili olarak Ekin'in ileri sürdüğü beş önerme vardır. Bu beş sıcaklık tanımı şöyledir:

- a. Sıcaklık, maddenin içindeki taneciklerin hızı/ortalama kinetik enerjisi ile ilgilidir/göstergesidir.
- b. Sıcaklık, kinetik enerji ile ilgilidir.
- c. Sıcaklık bir maddenin ılık ya da soğuk olduğunu belirten ve algılanan nitel gözleme dayalı bir kavramdır.
- d. Sıcaklık, ısıнын göstergesidir/ölçüsüdür.
- e. Sıcaklık, maddenin içindeki taneciklerin ortalama kinetik enerjisidir.

Ekin'in ileri sürdüğü önermelerden ilk sıradaki bilimsel gerçeklerle en uyumlu olan tanımlardandır. İkinci önerme ise, eksik bir tanımdır. Çünkü burada kinetik enerjinin tanecikler ile ilgisi kurulmamıştır. Bu önermelerin üçüncüsü açıklığı olmamasına karşın bazı kaynaklarda geçen bilimsel tanıma ve günlük yaşamdaki tanıma

uyumlu görünmekte, sıcaklığı nitel ve kişiden kişiye değişen bir algı olarak açıklamaktadır. Dördüncü önerme, ısı ve sıcaklık kavramlarının birbirine karışması ve ikisinin orantılı olduğu düşüncesinden ortaya çıkmış olabilecek bir önermedir. Son sıradaki önerme ise sıcaklığı enerji olarak almaktadır. Şekil 45, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 45. Ekin'in sıcaklığın tanımına ilişkin görüşlerinin zamana göre değişimi



Sıcaklık kavramının tanımı konusunda Ekin, birinci haftada yalnızca sıcaklığın nitel gözleme dayanan bir büyüklük olduğunu düşünmekte iken, ikinci hafta özellikle de sıcaklığın bir enerji olduğunu düşündüğü sırada taneciklerin kinetik enerjilerinin

sıcaklık olduğunu ifade etmiştir. Yine üçüncü haftada görüşleri belirgin bir biçimde değişmiş ve sıcaklığın taneciklerin kinetik enerjisi değil de, bu kinetik enerji ile ilgili bir büyüklük olduğunu düşünmeye başlamıştır. Sıcaklığın taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin göstergesi olduğunu düşünmeye başlamıştır. Dördüncü haftaya gelindiğinde düşüncelerinde ikinci haftaya dönüşü andıran bir değişim gözlenmiştir. Yine sıcaklığın enerji olduğu düşüncesi bir miktar gözlenmekle birlikte, sıcaklığın nitel gözleme dayalı olduğu önerme yeniden baskınlaşmıştır. Ancak bu sırada sıcaklığın taneciklerin ortalama kinetik enerjisi olduğu ile ilgili düşüncesi baskınlığını yitirmesine karşın yok olmamıştır. Son haftaya gelindiğinde ise diğer düşüncelere ek olarak sıcaklığın ısının göstergesi olduğu düşüncesi gözlenmiştir. Ancak sıcaklığın enerji olduğuna ilişkin önerme yok olmuştur. Önemli diğer bir konu da, son haftada Ekin'in ısı tanımını yaparken ısıyı taneciklerin ortalama kinetik enerjisi olarak tanımlaması ve aynı hafta sıcaklığı ısının göstergesi olduğunu söylemesidir. Bu durumda aslında her ne kadar sıcaklığın ortalama kinetik enerjinin göstergesi olduğu düşüncesi baskınlığını yitirmiş görünse de, bu durum bu düşünceyi desteklemektedir.

Ekin'in ilk haftada sıcaklığın nitel gözleme dayalı olması düşüncesinden başka düşüncesi yokken, sıcaklığın enerji olduğu düşüncesi ikinci haftada görülmüş, üçüncü haftaya gelene kadar devam etmiştir. Üçüncü hafta yine bir kırılma noktasıdır. Üçüncü haftada tek hakim düşünce sıcaklığın taneciklerin ortalama kinetik enerjisi ile ilgili bir büyüklük olduğudur. Ancak sonraki haftalar, bu düşüncenin baskınlığını yitirdiği ve temelde iki ana eksenin ortaya çıktığı haftalar olmuştur. Bu iki eksenden ilki sıcaklığın bir enerji göstergesi olduğudur. Ancak hangi enerjinin göstergesi olduğuna Ekin bir türlü karar verememiştir. Bu yüzden ortalama kinetik enerjiden ısıya kadar farklı enerjilerin göstergesi olduğunu önermiştir. Diğer eksen ise sıcaklığın nitel bir boyutu olduğu ve nitel gözlem ile belirlendiğidir.

Doğal olarak sıcaklık kinetik enerji ile ilgilidir düşüncesi ile taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin göstergesidir düşüncesi doğru orantılıdır. Ancak bu iki düşüncenin, sıcaklığın enerji olması düşüncesi ile ters orantılı olduğu gözlenmektedir. Ancak bu düşüncelerin sıcaklığın nitel gözleme dayalı bir büyüklük olduğu düşüncesi ile bir ilişkisi olmadığı söylenebilir. Çünkü bu düşünce, diğer düşüncelerin baskınlığının artması ya da azalmasından bağımsız olarak dalgalanmaktadır.

Üçüncü haftanın sıcaklık kavramı açısından bir kırılma noktası olmasının nedeni, o hafta temel kavramlarla ilgili daha önce ifade edilen yapılmış araştırmalar olabilir.

#### **4.2.4.1.3. Ekin'in İç Enerji Kavramı ile İlgili Genel Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

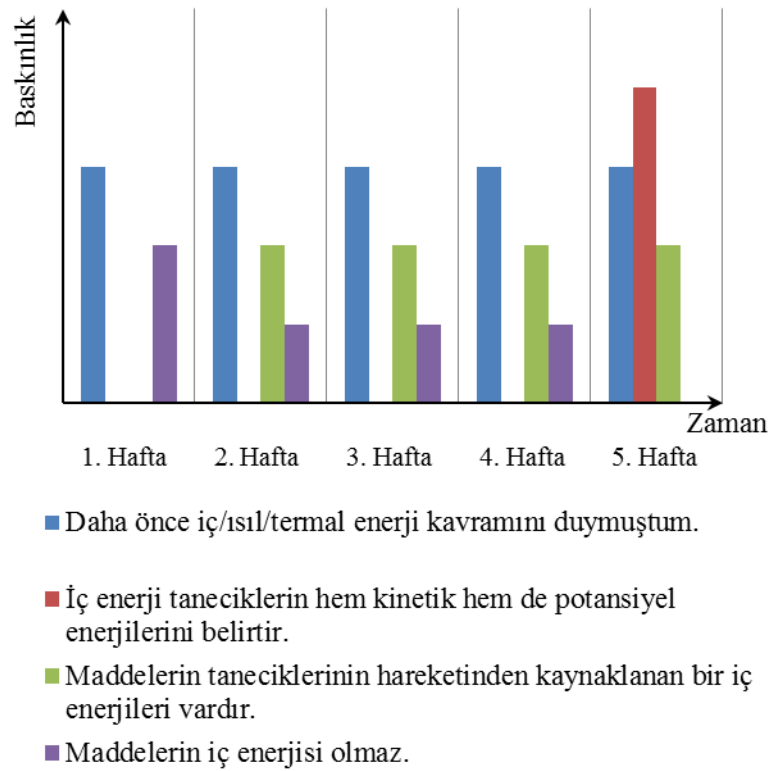
Ekin'in iç enerji kavramı ile ilgili görüşlerini de, ısı kavramı ve sıcaklık kavramı ile ilgili görüşleri gibi temelde iki bölümde inceleyebiliriz. Bunlardan ilki iç enerjinin var olup olmadığı, diğeri ise tanımıdır.

Öncelikle iç enerjinin var olup olmadığı konusunda Ekin'in ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- a. Daha önce iç/ısı/termal enerji kavramını duymuştum.
- b. İç enerji, taneciklerin hem kinetik hem de potansiyel enerjilerini belirtir.
- c. Maddelerin taneciklerinin hareketinden kaynaklanan bir iç enerjileri vardır.
- d. Maddelerin iç enerjisi olmaz.

Ekin'in ileri sürdüğü bu dört düşünceden, ilki bu kavrama tanırılığı ile ilgilidir. Son sıradaki önerme ise diğerleri ile terstir. İkinci ve üçüncü önermeler ise paralel olup bilimsel gerçeklere daha uygun görünmektedir. Ancak aralarından küçük bir ayrım vardır. Şekil 46, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 46. Ekin'in iç enerji kavramının var olup olmadığı ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



Ekin, ilk haftada iç/ısıl/termal enerji kavramını tanıdığını ancak ne olduğuna ilişkin bir düşüncesinin olmadığını söylemiştir. Ancak maddelerin iç enerjisinin olmadığını düşünmektedir. Bunun nedeni birbirinin yerine kullanılan iç enerji, termal enerji ve ısıl enerji kavramlarına başka biçimde tanıyarak olması olabilir. Ekin, ikinci

haftadan sonra maddelerin taneciklerinin hareketinden dolayı bir iç enerjisi olduğunu düşünmektedir. Ancak her maddenin bir “termal enerji”ye sahip olup olmadığı konusunda emin değildir. Ekin’in bu düşünceleri son haftaya kadar değişmemiştir. Son haftada ise tüm maddelerin iç enerjisi olduğuna karar vermiş fakat bu enerjilerin hem taneciklerin hareketinden kaynaklanan kinetik enerjileri, hem de potansiyel enerjilerinden ileri geldiğini önermiştir.

Son haftada Ekin’in ısı tanımı değişmiştir. Daha önceden maddeleri oluşturan taneciklerin toplam enerjisi ya da çarpışma ve sürtünmelerden açığa çıkan enerji olarak tanımladığı ısıyı, son haftaya gelindiğinde aktarılan enerji veya taneciklerin ortalama kinetik enerjisi biçiminde ifade etmiştir. Burada Ekin’e, ısıdan boşalan “taneciklerin toplam kinetik enerjisi” düşüncesi iç enerji için daha uygun görünmüştür. Ancak Ekin buna potansiyel enerjiyi de katmış ve “maddeyi oluşturan taneciklerin kinetik ve potansiyel enerjileri” önermesi iç enerjiye aktarılmıştır.

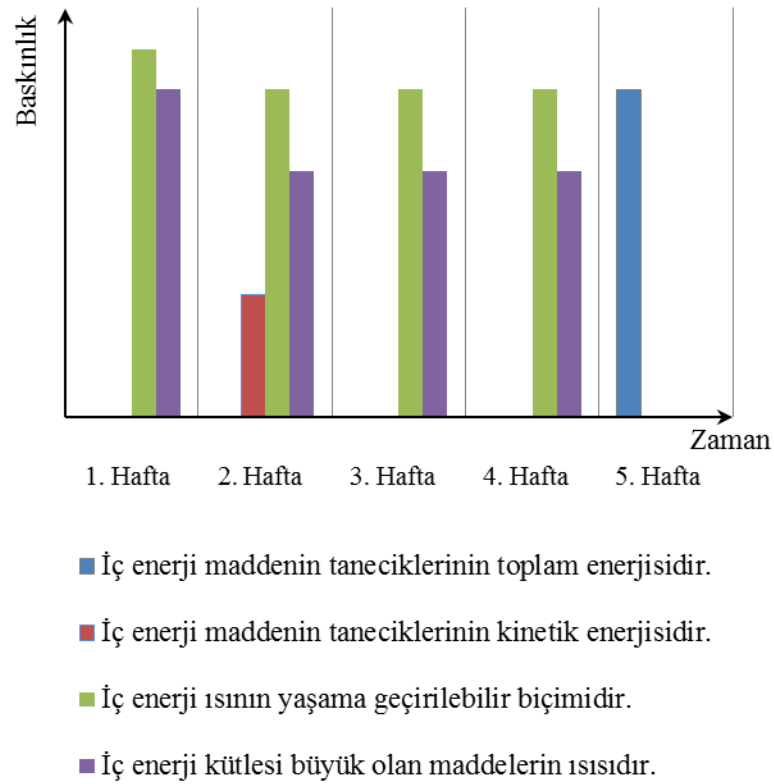
İç enerjinin tanımı ile ilgili olarak Ekin’in ileri sürdüğü dört önerme vardır. Bu dört iç enerji tanımı şöyledir:

- a. İç enerji, maddenin taneciklerinin toplam enerjisidir.
- b. İç enerji, maddenin öteleme veya dönme hareketinden dolayı sahip olduğu bir tür enerjidir.
- c. İç enerji, ısıнын geniş çapta elde edilebilir veya kullanılabilir/yaşama geçirilebilir biçimine verilen addır.
- d. İç enerji, kütlesi büyük olan maddelerin ısına verilen addır.

Ekin tarafından ileri sürülen önermelerden ilk sıradaki bilimsel gerçeklerle en uyumlu olan tanımdır. İkinci önerme ise, eksik olmasına karşın bilimsel gerçeklerle

uyumludur. Çünkü burada tanecikler arası bağ enerjileri ihmal edilmiştir. Son iki sıradaki önermeler ise “termal enerji” biçiminde kullanılan terimin gündelik kullanımı ile ilgili bir sonuç olabilir. Şekil 47, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 47. Ekin’in iç enerji tanımına ilişkin görüşlerinin zamana göre değişimi



Ekin, iç enerjinin tanımını yaparken ısının yaşama geçirilebilir, geniş çapta elde edilebilir biçimi olarak tanımlamıştır. Buna bağlı olarak da büyük kütleli maddelerin sakladığı ısıya iç enerji demiştir. Bu tanımların nedeni, günlük yaşamda “jeotermal” “hidrotermal” gibi kavramların kullanılıyor olması olabilir. Çünkü Ekin “ısıl enerji” adıyla araştırma yaptığında sonuca ulaşamamış ve “termal enerji” adından ötürü böyle

bir çağrışım yaptığını dile getirmiştir. Birbirini destekleyen bu tanımlar son haftaya kadar baskınlığını korumuştur. Ancak sona bıraktığını söylediği “iç enerji” sözcüğü ile araştırma yaptığı son hafta düşünceleri keskin biçimde değişmiştir. Son hafta, maddenin taneciklerinin tüm enerjisini iç enerji olarak önermiştir. Her ne kadar daha kısıtlı olmasına karşın benzer bir tanıma ikinci haftada erişmiş olsa da bu tanıma benimsememiştir. Ekin, ikinci haftada ulaştığı tanıma benimsememesinin nedenini de kendisi belirtmektedir. Aynı tanıma ısı kavramı için de gördüğünü, ikisinin ayrı kavramlar olması gerektiğini düşündüğü için bu tanıma benimsemediğini söylemiştir. Burada, iç enerji kavramının olumlu yöndeki değişimine ısı kavramındaki yanılğı engel olmaktadır denebilir. Ekin üçüncü hafta ile dördüncü hafta arasında ısı kavramında ve sıcaklık kavramında gözle görülür değişiklikler yaşamıştır. Bu haftalarda Ekin, ısının madde tarafından saklandığı düşüncesinin yerine saklanmadığı düşüncesini koymuştur. Bu durumda “maddenin sakladığı enerji” düşüncesi boşa kalmıştır. Bir hafta gecikme ile bu düşüncayı iç enerjiye kaydırmıştır.

#### **4.2.4.2. Ekin’in Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

Bu bölümde, Ekin’in ısı ve sıcaklık ile ilgili; ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları arasındaki ikili ilişkiler hakkındaki düşüncelerinin etkinlik boyunca hangi aşamalardan geçerek değiştiği incelenmiştir.

##### **4.2.4.2.1. Ekin’in Isı ve Sıcaklık Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

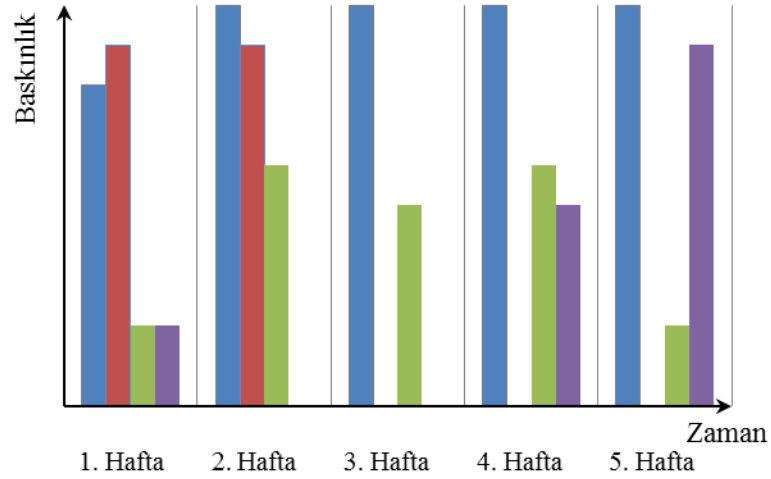
Ekin’in ısı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişki ile ilgili görüşleri, temelde ısı ve sıcaklık arasındaki neden-sonuç ilişkisi açısından incelenmiştir.

Isı ile sıcaklık arasındaki neden-sonuç ilişkisi ile ilgili olarak temelde Ekin'in ileri sürdüğü dört önerme vardır. Bu dört önerme şöyledir:

- a. Isı ve sıcaklık ayrı büyüklüklerdir.
- b. Isının varlığının nedeni sıcaklıktır. / Sıcaklık arttığı için ısı da artar.
- c. Sıcaklığın varlığının nedeni ısıdır. / Isı arttığı için sıcaklık da artar.
- d. Isının varlığının nedeni sıcaklık farkıdır. / Sıcaklık farkı yoksa ısı yoktur.

Ekin'in ileri sürdüğü önermelerden ilk sıradaki, kimi zaman ısı ve sıcaklık kavramlarının aynı olduğu, kimi zaman da ayrı olduğu şeklinde görülmüştür. Aynı olduğu düşüncesi ile ayrı olduğu düşüncesi arasındaki baskınlık dengesi göz önüne alınmıştır. Ekin, bazen ısının varlığının nedeni olarak sıcaklığı, kimi zaman sıcaklık farkını göstermiş, bazen de sıcaklığın var olması için ısının var olması gerektiğini söylemiştir. Bilimsel kuramlara en uygun olan önerme, son sıradaki önermedir. Şekil 48, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 48. Ekin'in ısı ve sıcaklık arasındaki ilişkiye ilişkin görüşlerinin zamana göre değişimi



- Isı ve sıcaklık ayrı büyüklüklerdir.
- Isının varlığının nedeni sıcaklıktır.
- Sıcaklığın varlığının nedeni ısıdır.
- Isının varlığının nedeni sıcaklık farkıdır.

Ekin, ilk haftada, gündelik yaşamda ısı ve sıcaklık terimlerinin ara sıra birbirleri yerine yanlış kullanımlarından etkilenecek ısı ve sıcaklığın ayrı kavramlar olabileceği konusunda bir miktar kuşku duysa da, sonraki haftalarda ayrı olduğu konusunda kararlı bir tutum sergilemiştir.

Ekin, ilk iki hafta boyunca ısının varlığının nedenini sıcaklık olarak görmektedir. Bu sırada Ekin'in ısının maddede saklanabilir bir enerji olduğu ve sıcaklığın da maddede her zaman var olan bir büyüklük olduğunu düşünmesi önemlidir. Ekin ilk haftada ısıyı daha çok çarpışma ve sürtünmelerden kaynaklanan bir enerji olarak tanımlamaktadır. Ayrıca ikinci haftada Ekin, maddenin taneciklerinin ortalama kinetik

enerjisinin sıcaklık, toplam kinetik enerjisinin ise ısı olduğu düşüncesi de öne çıkmaktadır. Bu durumda Ekin, bir maddenin sıcaklığının taneciklerin hareket enerjisi olduğunu ve bu enerjinin de toplanarak ısı olarak saklandığı, dolayısıyla ısıнын sıcaklığa bağlı bir büyüklük olduğunu düşündüğü söylenebilir. Ancak bu düşüncayı üçüncü haftadan sonra bırakmış görülmektedir.

Ekin'in, ısıнын varlığının nedeni olarak sıcaklığı görmesi ile ilgili önermesi, sürekli değişiklik göstermekle birlikte her zaman var olan bir önermedir. İlk bakışta ilk iki hafta oldukça baskın olan ikinci önerme ile ters gibi görünen bu önermenin her zaman var olması ilginçtir. Burada  $Q = m.c.\Delta T$  bağıntısının etkisi olabilir. Çünkü bu bağıntıda ısı, sıcaklık ile ilişkili gibi görünmektedir. Ekin bağıntıdaki fark bildiren “ $\Delta$ ” simgesini kimi zaman mutlak sıfır noktasına, kimi zaman ise suyun 1 atm basınçta donma sıcaklığına göre belirlemiş ve bu sıcaklığı dikkate almıştır. Bu nedenle sıcaklık olmazsa, ısı da olmaz düşüncesi sürekli varlığını korumuş olabilir. Bu düşüncenin baskınlığındaki küçük dalgalanmalar ise düşüncesinin bağıntı ile uyumu konusundaki kararsızlıklardan kaynaklanıyor olabilir.

Ekin, ilk hafta sıcaklık farkı ile ısı arasındaki ilişkiye değinmiş olsa da sonradan bu düşüncesinden vazgeçmiştir. Dördüncü haftadan sonra, sıcaklık farkı olmadan ısıнын var olamayacağı düşüncesi giderek baskın duruma gelmiştir. Dördüncü haftadan sonra, maddenin ısı saklamadığı, aktarılan enerjiye ısı dendiği, sıcaklığın ise enerji olmadığı ancak taneciklerin kinetik enerjisi ile ilgili bir büyüklük olduğu düşüncelerinin de baskınlığının artmış olması önemlidir. Ekin, zihninde ısı kavramını belirginleştirmeye başladığında sıcaklık ile ilişkisini de belirginleştirmeye başlamaktadır. Ekin'in sıcaklık kavramının tanımı ile ilgili düşünceleri daha karmaşık bir yol izlemesine karşın, belirleyici olan ısı kavramı ile ilişkisi ve sıcaklığın enerji mi yoksa bir gösterge mi olduğu düşüncesi olabilir. Isı ile ilgili temel sorun olan maddede saklanıp saklanmadığı sorunu da, ısı ve sıcaklık arasındaki ilişkide belirleyici olmuş görünmektedir.

Üçüncü haftada Ekin'in ısı aktarımı ile ilgili araştırma yaptığı görülmektedir. Isı aktarımı sırasında gerçekleşen olayları araştırması, Ekin'in ısı ve sıcaklık kavramları arasındaki ilişkiye bakışını etkilemiş olabilir. Çünkü ısı aktarımının sıcaklık farkı olduğu durumlarda gerçekleştiği araştırdığı kaynaklarda vurgulanmaktadır. Ekin ısı ile sıcaklık arasında ilişki kurmakta zorlanıyor iken, bu araştırmalar onun bu ilişkileri kurmasına yardımcı olmuş olabilir.

#### **4.2.4.2.2. Ekin'in Isı ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

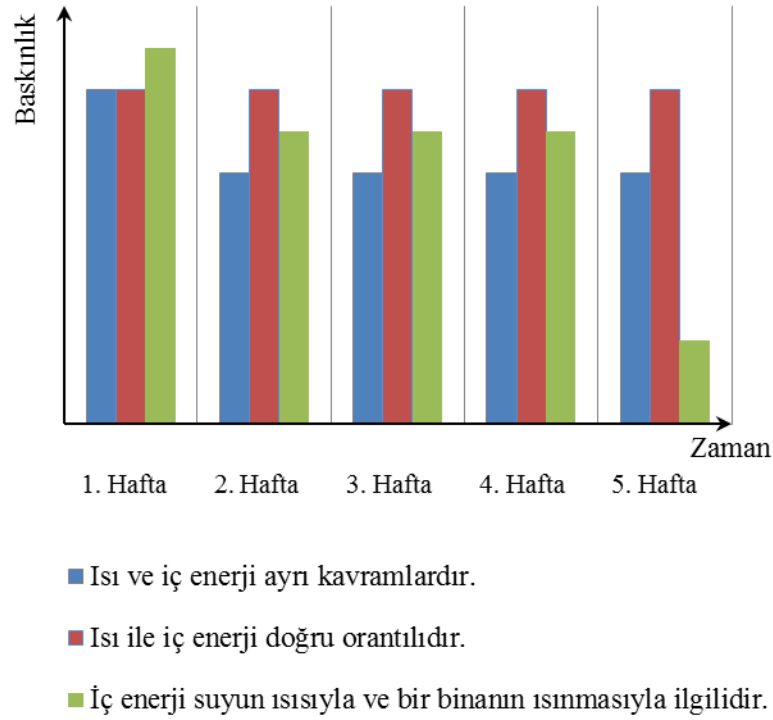
Ekin'in ısı ve iç enerji kavramları arasındaki ilişki ile ilgili görüşleri, temelde iç enerjinin ısı ile ifade edilmeye çalışılması şeklinde olmuştur. Bu yüzden görüşler tek boyutta ele alınarak incelenmiştir.

Isı ile iç enerji arasındaki ilişkisi ile ilgili olarak temelde Ekin'in ileri sürdüğü temelde üç önerme vardır. Bu üç önerme şöyledir:

- a. Isı ve iç enerji ayrı kavramlardır.
- b. Isı ile iç enerji doğru orantılıdır.
- c. İç enerji suyun ısısıyla ve bir binanın ısınmasıyla ilgilidir.

Ekin'in ileri sürdüğü önermelerden ilk sıradaki önerme, kimi zaman ısı ve iç enerji kavramlarının yakın olduğu, kimi zaman da ayrı olduğu şeklinde görülmüştür. Yakın olduğu düşüncesi ile ayrı olduğu düşüncesi arasındaki baskınlık dengesi göz önüne alınmıştır. İkinci sıradaki ve üçüncü sıradaki önermeler ise bu kavramların aralarındaki ilişkiyi göstermektedir. Şekil 49, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 49. Ekin'in ısı ve iç enerji arasındaki ilişkiye ilişkin görüşlerinin zamana göre değişimi

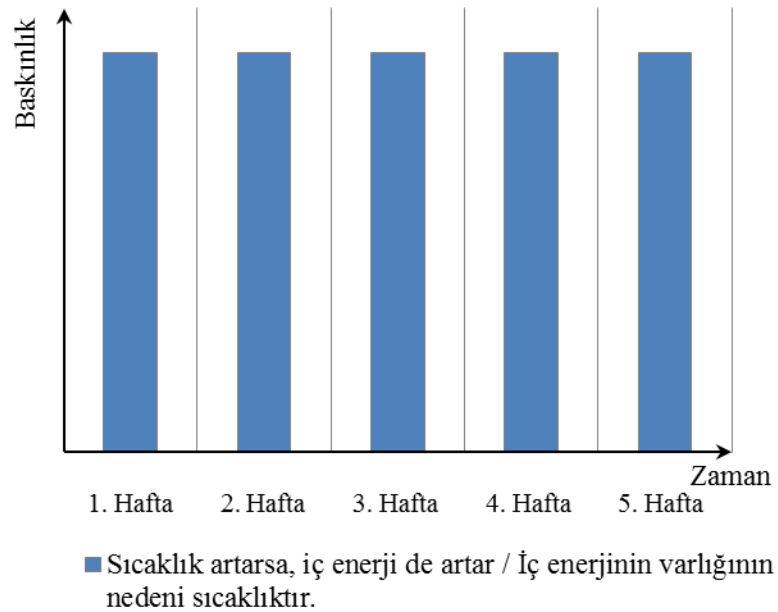


Ekin ısı ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiye yönelik çok fazla görüş bildirmemiştir. İlk iki hafta görüş bildirmiş, daha sonraki haftalarda bu konuda doğrudan bir görüş bildirmemiştir. Ancak söz konusu üç önermenin de baskınlığı oldukça yüksektir. Ancak Ekin'in son haftaya kadar iç enerjinin tanımını belirginleştirememiş olması bunda etkili olabilir. Isı ve iç enerji kavramlarının ayrı kavramlar olması gerektiğini düşünmektedir ancak iç enerji kavramının ne olduğu konusundaki düşünceleri kesin değildir. Bu durumda aralarındaki ilişkiyi de ortaya koymakta güçlük çekmektedir. Son haftada Ekin'in ısı tanımından çok başka ve sudan bağımsız bir iç enerji tanımı yaptığı görülmektedir.

#### 4.2.4.2.3. Ekin'in Sıcaklık ve İç Enerji Kavramları Arasındaki İlişki ile İlgili Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi

Ekin'in sıcaklık ve iç enerji kavramları arasındaki ilişki ile ilgili görüşleri, tek boyuttadır. Ekin'in ileri sürdüğü tek önerme vardır. Bu önerme şöyledir: “Sıcaklık artarsa, iç enerji de artar / İç enerjinin varlığının nedeni sıcaklıktır.” Ekin tarafından ileri sürülen bu önerme, bilimsel kuramlarla uyum göstermektedir. Şekil 50, bu önermenin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 50. Ekin'in sıcaklık ve iç enerji arasındaki ilişkiye ilişkin görüşlerinin zamana göre değişimi



Ekin, konu ile ilgili olarak üçüncü ve dördüncü haftada görüş belirtmemiştir. Ancak, ilk iki haftada ve son haftada da söz konusu önerme oldukça baskın biçimde gözlenmiştir. Burada, Ekin'in sıcaklık ile ilgili olarak, ilk haftadan son haftaya kadar baskınlığı değişmeyen “Bir maddenin sıcaklığı her zaman vardır” biçimindeki önermesi

ve ikinci haftadan sonra değişmeyen bir görüş olarak maddelerin i enerjilerinin olduğu dşncesi, ikisinin aralarında bir ilişki kurmasına neden olmuş olabilir.

#### **4.2.4.3. Ekin’in Kavramların Nicel Yapısına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

Bu bölümde, Ekin’in ısı ve sıcaklık ile ilgili; ısı, sıcaklık ve i enerji kavramlarının nicel yapısı ile ilgili düşüncelerinin etkinlik boyunca hangi aşamalardan geçerek değiştiği incelenmiştir.

##### **4.2.4.3.1. Ekin’in Isının Nicel Yapısına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

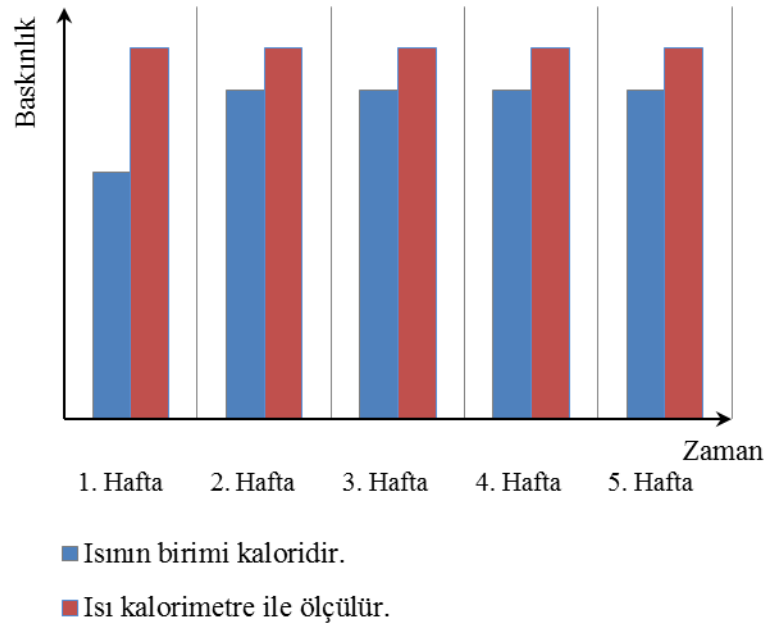
Ekin’in ısının nicel yapısı ile ilgili görüşlerini, temelde üç bölümde inceleyebiliriz. Bunlardan ilki ısının ölçülmesi, ikincisi ısının değerinin hesaplanabilirliği, cs ise ısının değerinin nasıl hesaplandığı ile ilgilidir.

Öncelikle birinci bölüm olan ısının ölçülmesi konusunda Ekin’in ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- a. Isının birimi kaloridir.
- b. Isı kalorimetre ile ölçülür.

Ekin tarafından ileri sürülen bu iki önermeden, ilki ısının birimi, ikincisi ise ölçüm aleti ile ilgilidir. şekil 51, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 51. Ekin’in ısının ölçülmesi ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



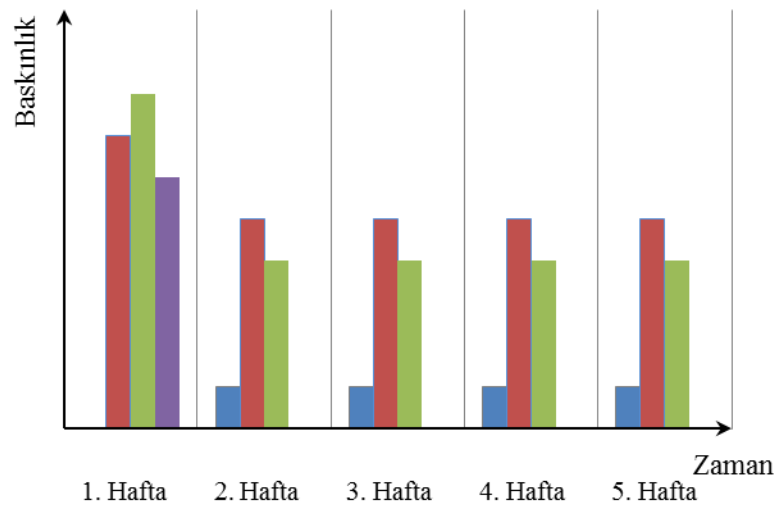
Ekin, ilk haftada ısının birimini günlük yaşamdaki kullanım yanlışları nedeniyle karıştırmıştır. Ancak daha sonra düşüncesini düzeltmiştir. Günlük yaşamda yanlış olarak kullanılan “vücut ısısı” söylemi nedeniyle ısının birimini ilk önce “santigrat derece” olarak ifade etmesine karşın aynı hafta ve sonraki haftalarda ısının biriminin “kalori” olduğunda karar kılmıştır. Ekin ilk hafta ısının kalorimetre (ısıölçer) ile ölçüleceğini söylemiş, sonraki görüşmelerde de düşüncesini değiştirmemiştir.

İkinci bölüm olan ısının değerinin hesaplanabilirliği konusunda Ekin’in ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- Isı hesaplanabilir.
- Isı, yalnızca alışveriş sırasında hesaplanabilir.
- Isı, yalnızca hal değişimi sırasında hesaplanabilir.
- Yalnızca bazı maddelerin/saf maddelerin ısısı hesaplanabilir.

Ekin tarafından ileri sürülen ilk önerme, bazen “Isı hesaplanamaz” biçiminde ters yönde gözlenmektedir. Olumlu ve olumsuz durumlar göz önüne alınarak baskınlık belirlenmiştir. Önermeden, ikincisi ısıнын yalnızca alışveriş sırasında, üçüncüsü ise yalnızca hal değişimi sırasında hesaplanabileceğini ifade etmektedir. Son önerme ise sadece bazı maddelerin sakladığı ısıнын ölçülebileceğini belirtir. Bu maddelerin saf olması gerektiği düşünülmüştür. İkinci ve üçüncü önermeler bilimsel kuramlarla en uygun olanlardır. Şekil 52, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 52. Ekin’in ısıнын değerinin hesaplanabilirliği ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



- Maddelerin ısıısı hesaplanabilir.
- Isı, yalnızca alışveriş sırasında hesaplanabilir.
- Isı yalnızca hal değişimi sırasında hesaplanabilir.
- Yalnızca bazı maddelerin/saf maddelerin ısıısı hesaplanabilir.

Ekin, ilk hafta kendisine ısıнын hesaplanabilirliği ile ilgili sorular yöneltildiğinde, örnekler üzerinden düşünerek, ısıнын hal değişimi ve ısı alışverişi yapan maddelerde hesapla bulunabildiğini ve aynı zamanda yalnızca saf maddelerin ısılarının hesaplanabildiğini belirtmiştir. Bunun nedeni olarak da, saf olmayan maddelerin ısı sığasının bilinemeyeceğini göstermiştir. Buradan, Ekin'in ısı alışverişi sırasındaki  $Q = m.c.\Delta T$  ve hal değişimi sırasındaki  $Q = m.L$  bağıntılarını temel alarak düşündüğü söylenebilir. Bu sırada bir maddenin sakladığı ısıyı hesaplama konusunda sıkıntı çekmiştir. Bu yüzden maddelerin sakladığı ısıнын hesaplanamayacağını söylemiştir. Burada ilginç olan nokta şudur: İlk hafta maddelerin sakladığı bir ısı olduğunu savunan Ekin, bu ısıyı hesaplaması istendiğinde önce denemesi ve ardından da hesaplanamayacağını söylemesidir. Fakat ikinci haftada bir maddenin sakladığı ısıнын ısı alışverişi ve hal değişimi olmadan da hesaplanabilirliği üzerine yeniden çaba sarf etmiştir. Bu durum, büyük olasılıkla maddelerin ısı saklaması düşüncesinden ileri gelmektedir. Ancak Ekin, ileriki görüşmelerde bu konuda görüş bildirmemiştir. Ancak ısıнын tanımını ileriki görüşmelerde değiştirmiş ve maddenin sakladığı ısı yerine, alışverişi sırasında ısıнын hesaplanması olarak görüşlerini yenilemiştir. Bu durum ısıнын değerinin nasıl hesaplandığı ile ilgili bölümde açıklanmıştır.

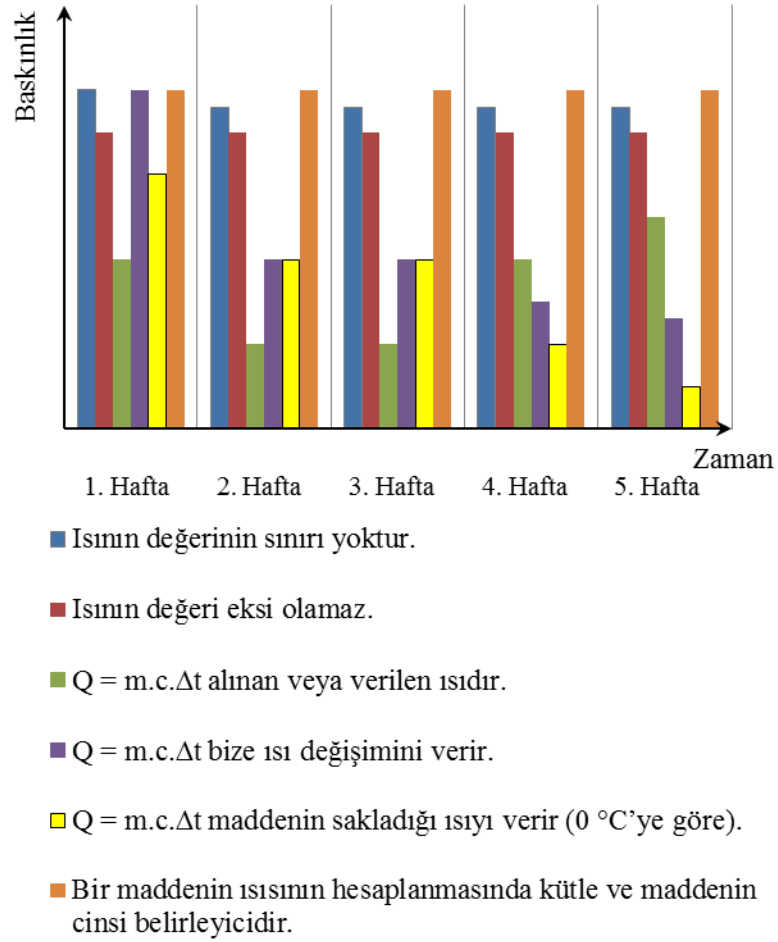
Üçüncü bölüm olarak ısıнын değerinin nasıl hesaplandığı konusu gelmektedir. Ekin, konuyu önce maddelerin sakladığı ısı, daha sonra da yalnızca ısı olarak almıştır. Ekin'in bu konuyla ilgili olarak ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- Isıнын değerinin sınırı yoktur.
- Isıнын değeri eksi olamaz.
- $Q = m.c.\Delta T$  alınan veya verilen ısıdır.
- $Q = m.c.\Delta T$  bize ısı değişimini verir.
- $Q = m.c.\Delta T$  maddenin sakladığı ısıyı verir ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye göre).

- f. Bir maddenin ısıısının hesaplanmasında kütle ve maddenin cinsi belirleyicidir.

Ekin tarafından ileri sürülen ilk önerme, maddenin ısı sakladığı düşünce sırasında bu saklanan ısıının sınırının olmadığı, ikinci önerme ise bu ısıının eksi değer alamayacağı ile ilgilidir. Son önerme de aynı görüş doğrultusunda maddenin sakladığı ısıının maddenin kütlesi ve cinsi ile ilgili olduğunu belirtmektedir. Ayrıca  $Q = m.c.\Delta T$  bağıntısı ile hesaplanan değer ne olduğu ile ilgili üç farklı görüşü belirten önermeler vardır. Şekil 53, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 53. Ekin'in ısısının değerinin nasıl hesaplandığı ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



Ekin, ilk haftada ısısının değerinin sınırı olmadığı, eksi değerde olamayacağı, bağıntının maddede saklanan ısıyı verdiği ve maddenin ısısının kütle ve maddenin cinsine bağlı olduğu gibi “ısısının maddede saklanması” düşünceleri ile uyumlu düşünceleri baskındır. Buna ısı değişimi düşüncesini de ekleyebiliriz. Çünkü ısı değişimi düşüncesi de ısıyı saklama düşüncesi ile ilişkili bulunmuştu. Burada bilimsel kuramlarla en uygun olan, bağıntının alınan veya verilen ısıyı veriyor olması, diğerlerine göre daha az baskındır. İkinci haftada düşüncelerde genel bir baskınlık azalması olmasına karşın bu

durum değişmemiştir. Daha sonraki haftalarda ise bu konuda doğrudan bir görüş belirtilmemiştir. Ancak son haftalarda ısının tanımının Ekin tarafından değiştirildiği düşünüldüğünde, buna bağlı olarak da ısının değerinin nasıl hesaplandığı konusundaki düşünceleri de değişmiş olabilir.

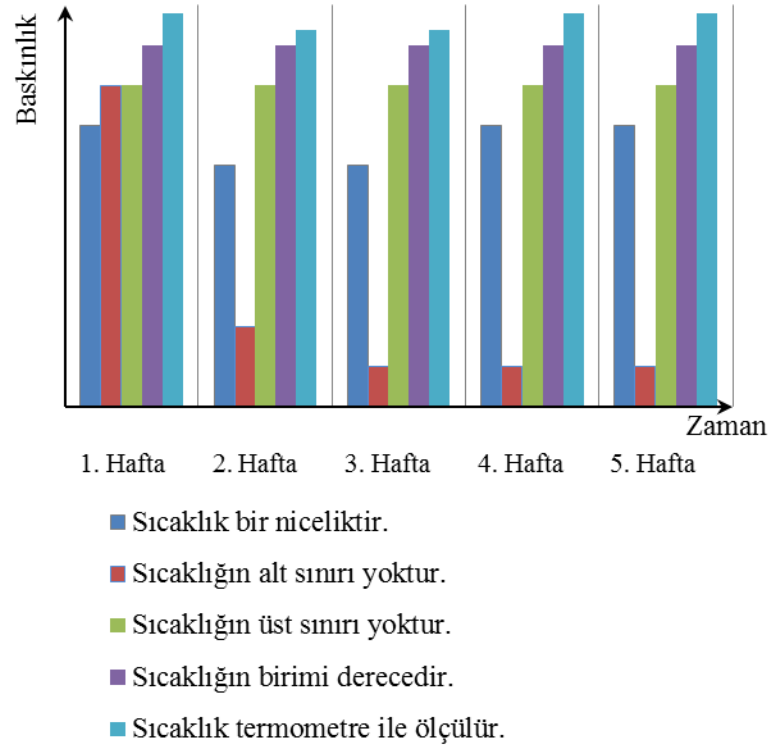
#### **4.2.4.3.2. Ekin'in Sıcaklığın Nicel Yapısına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

Ekin'in sıcaklığın nicel yapısı ile ilgili görüşleri, tek boyutta gözlenmiştir. Ekin'in bu konuda ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- a. Sıcaklık bir niceliktir.
- b. Sıcaklığın alt sınırı yoktur.
- c. Sıcaklığın üst sınırı yoktur.
- d. Sıcaklığın birimi derecedir.
- e. Sıcaklık termometre ile ölçülür.

İlk sıradaki önerme, sıcaklığın nitel bir büyüklük mü yoksa nicel bir büyüklük mü olduğu ile ilgilidir. Çünkü Ekin bu konuda değişik görüşlere sahiptir. İkinci ve üçüncü sıradaki önermeler ise sıcaklığın nicel sınırları ile ilgilidir. Daha sonra da birimi ve ölçüm aleti ile ilgili önermeler gelmektedir. Şekil 54, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 54. Ekin'in sıcaklığın nicel yapısı ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



İlk haftada Ekin'in önermelerinin tümü baskındır. Sıcaklığın birimi, ölçüm aleti ve üst sınırının olmayışı, beş hafta boyunca baskınlığını sürdürmüştür. Ancak Ekin, ilk haftada sıcaklığın alt sınırının olmadığını söylemesine karşın, ikinci haftada bu düşüncesinden vazgeçmiştir. Küçük bir kuşkusu kalsa da sıcaklığın bir alt sınırı olduğunu düşünmektedir. Kuşkusu, bu alt sınırın teknik olanaklardan mı yoksa doğal bir alt sınırdan mı kaynaklandığı konusundadır. Sıcaklığın nicelik olduğu düşüncesi ise, sıcaklığın nitel gözleme dayalı bir büyüklük olduğu düşüncesi ile ters orantılıdır. Ancak sıcaklığın bir birimi ve ölçüm aleti oluşu bu düşüncenin yine de baskın kalmasına neden olabilir. Ekin sıcaklığın birimini ifade ederken “derece santigrat” yerine “santigrat derece” ifadesini kullanmaktadır.

#### **4.2.4.3.3. Ekin'in İç Enerjisinin Nicel Yapısına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

Ekin, iç enerjisinin nicel yapısı ile ilgili olarak doğrudan herhangi bir görüş belirtmemiştir. Ekin, iç enerjisinin sıcaklık ile orantılı ve sıcaklığa bağlı olarak değişen bir nicelik olduğunu daha önce belirtmiş olmasına karşın nicel değeri konusunda doğrudan bir söylemi bulunmamaktadır.

#### **4.2.4.4. Ekin'in Isıl Dengenin Olmadığı Duruma İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

Bu bölümde, Ekin'in ısı dengenin olmadığı durumda gerçekleşen olaylar ile ilgili düşüncelerinin etkinlik boyunca hangi aşamalardan geçerek değiştiği incelenmiştir.

##### **4.2.4.4.1. Ekin'in Isı Aktarım Yollarına İlişkin Genel Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

Ekin, ısı aktarım yollarını bazen birbirine benzeterek açıklamıştır. Bu bölümde bu benzerliklerin değişim süreci incelenmiştir.

Öncelikle ısı aktarım yollarından taşınım yolu ile iletim yolu arasında Ekin'in kurduğu ilişkiye bakılmıştır. Ekin'in yalnızca ikinci hafta taşınım yolu ile iletim yolu arasında benzerlik kurduğu görülmektedir. Bu benzerliği açıklarken, üst üste tuğla gibi dizilmiş olan hava taneciklerinin birbirine dokunması sonucu iletim yolu ile ısı aktarımının gerçekleştiğini düşündüğü söylenebilir. Daha sonra, Ekin bu düşüncesini değiştirmiştir.

#### 4.2.4.4.2. Ekin'in İletim Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi

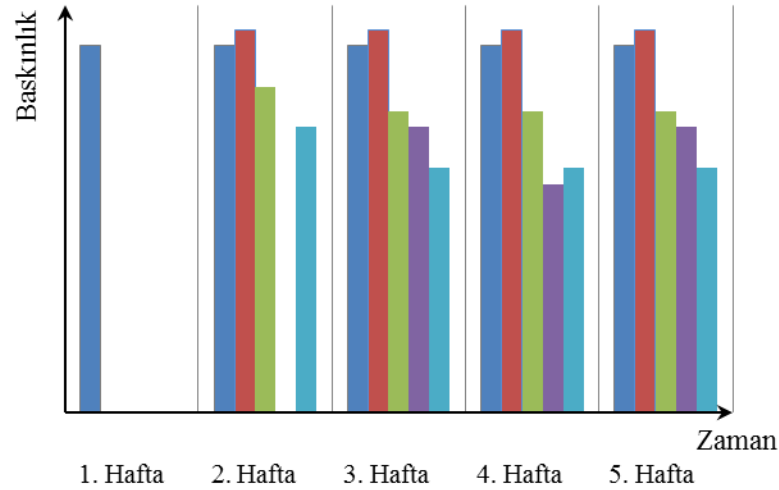
Ekin'in iletim yolu ile ısı aktarımı ile ilgili görüşlerini, temelde iki bölümde inceleyebiliriz. Bunlardan ilki iletim yolu ile ısı aktarımının oluşum süreci, ikincisi ise bu tür aktarımın koşulları ile ilgilidir.

Öncelikle ilk bölüm olan iletim yolu ile ısı aktarımının oluşum süreci konusunda Ekin'in ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- a. Isı, sadece sıcak maddeden soğuk olana doğru aktarılır.
- b. Isı aktarımı maddesel alışveriş biçiminde olmaz.
- c. Isı, taneciklerin çarpışması/titreşmesi ile aktarılır.
- d. Isı, taneciklerin sürtünmesi ile aktarılır.
- e. Isı, değen yüzeylerden aktarılır.

Ekin tarafından ileri sürülen bu beş önermeden, ilki ısıнын aktarım yönü ile diğerleri ise ısıнын nasıl aktarıldığı ile ilgilidir. Şekil 55, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 55. Ekin'in iletim yoluyla ısı aktarımının oluşum süreci ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



- Isı, sadece sıcak maddeden soğuk olana doğru aktarılır.
- Isı aktarımı maddesel alışveriş biçiminde olmaz.
- Isı, taneciklerin çarpışması/titreşmesi ile aktarılır.
- Isı, taneciklerin sürtünmesi ile aktarılır.
- Isı, değen yüzeylerden aktarılır.

Ekin ile yapılan ilk görüşmede, ısı aktarımı ile ilgili soru sorulmamış, yalnızca genel kavramlar üzerine görüşleri alınmıştır. Bu nedenle, ilk sıradaki önerme dışındaki önermeler saptanamamıştır. İlk sıradaki ısının aktarım yönü ile ilgili olan önerme, genel kavramlar ile ilgili görüşleri sırasında belirlenmiştir ve beş hafta boyunca baskınlığını korumuştur. İkinci haftaya gelindiğinde, son haftaya kadar baskınlığını sürdüren, “ısının maddesel alışveriş biçiminde aktarılmadığı” görüşüne rastlanmaktadır. Isının bir enerji aktarımı şeklinde yayıldığını düşünen Ekin’e bunun nasıl olduğu ile ilgili sorular yöneltildiğinde, ısının değen yüzeylerden, taneciklerin çarpışması ve titreşmesi ile

olduğu düşüncesini ileri sürmüştür. Ancak üçüncü haftaya gelindiğinde, bu düşüncelerini, ısıнын değen yüzeylerde taneciklerin çarpışması ve titreşmesi sırasında ortaya çıkan sürtünme ile aktarıldığını belirtmiştir. İkinci haftadaki düşüncelerine “sürtünme”yi de ekleyerek açıklamasını genişletmiştir. Daha sonraki haftalarda da bu düşüncesini değiştirmemiştir.

Ekin’in iletim yolu ile ısı aktarımının oluş süreci konusundaki düşüncelerinde dikkat çeken konu, Ekin’in taneciklerin titreşim ve çarpışma hareketleri ile sürtünmeyi birlikte düşünmesidir. Ona göre, kendi verdiği örnekte olduğu gibi, avuçların birbirine sürtmesi sırasında nasıl elleri ısınıyorsa, tanecikler arasında ısı da öyle açığa çıkmakta ve aktarılmaktadır. Tıpkı avuçların birbirine sürtmesinde olduğu gibi, tanecikler de titreşimleri sırasında çarpışmakta ve bu çarpışma sırasında oluşan sürtünmeden dolayı ısınmaktadır.

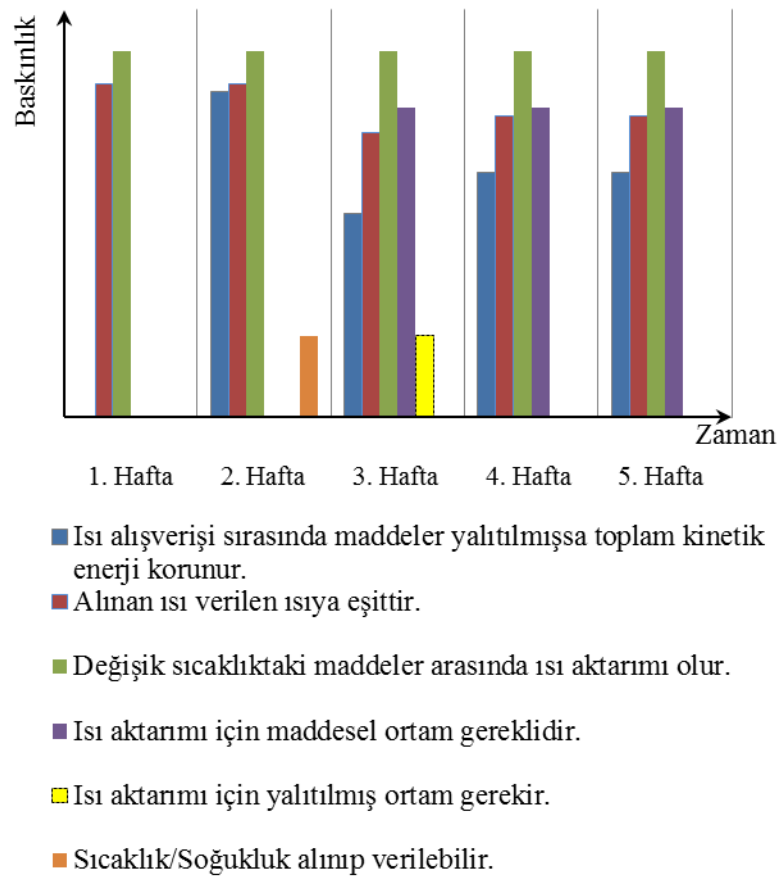
İkinci bölüm olan iletim yolu ile ısı aktarımının koşulları konusunda Ekin’in ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- a. Isı alışverişi sırasında maddeler yalıtılmışsa toplam kinetik enerji korunur.
- b. Alınan ısı verilen ısıya eşittir.
- c. Değişik sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur.
- d. Isı aktarımı için maddesel ortam gereklidir.
- e. Isı aktarımı için yalıtılmış ortam gerekir.
- f. Sıcaklık/Soğukluk alınıp verilebilir.

Ekin tarafından ileri sürülen bu altı önermeden, ilk ikisi enerjinin korunumu ile üçüncüsü ısı aktarımının başlaması için gereken ön koşulu, son sıradaki aktarılanın ne

olduğu ve diğerleri ise aktarımın gerçekleştiği ortamın gereklilikleri ile ilgilidir. Şekil 56, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 56. Ekin'in iletim yoluyla ısı aktarımının koşulları ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



Ekin'e ikinci haftadan bu yana ısı aktarımı ile ilgili sorular sorulmaya başlanmıştır. Ancak ısının değişik sıcaklıktaki maddeler arasında aktarıldığını ve alınan ısı ile verilen ısının eşit olduğunu, ilk hafta genel kavramlarla ilgili konuşmalar sırasında da dile getirmiştir. Isının değişik sıcaklıklarda olan maddeler arasında aktarıldığı düşüncesi, son haftaya kadar baskınlığını korumuştur. Ancak alınan ısı ve

verilen ısıнын eşitliği düşüncesi, üçüncü hafta biraz baskınlığını yitirmiştir. Bu düşüncenin, maddelerin taneciklerinin toplam kinetik enerjisinin korunması düşüncesi ile uyum göstermesi ilginçtir. Bu iki düşünce de enerjinin korunumu ile ilgilidir. Üçüncü haftada özellikle ısıнын aktarımı konusunda sürtünmenin konumuna ilişkin Ekin'in ileri sürdüğü düşüncelerin, enerjinin korunumu ile ilgili önermelerin baskınlığını azaltmış olması olasıdır. Çünkü sürtünme kuvvetinin korunumsuz bir kuvvet olduğu düşüncesi Ekin'in duraksaması için bir etken oluşturmuş olabilir. Ekin, yine üçüncü haftada iletim yolu ile ısı aktarımı için maddesel ortamın gerekli olduğunu söylemektedir. Ancak aynı hafta, önce yalıtılmış ortamın gerekli olduğunu düşünmesine karşın, sonradan bu düşüncesinden vazgeçmiştir. Üçüncü haftanın, Ekin'in ısıнын iletim yolu ile aktarılması ile ilgili, titreşimler olurken oluşan çarpışmalar sırasındaki sürtünme biçiminde ısıнын ortaya çıktığı görüşünün biçimlendiği hafta olması önemlidir. Ekin, ikinci haftada kısa bir süre için sıcaklık ve soğukluğun alınıp verilebileceği düşüncesini dile getirmiş, ama ardından bu düşünceden vazgeçmiştir.

#### **4.2.4.4.3. Ekin'in Taşınım Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

Ekin'in taşınım yolu ile ısı aktarımı ile ilgili görüşlerini de iletim yolu ile ilgili olanlar gibi, temelde iki bölümde inceleyebiliriz. Bunlardan ilki taşınım yolu ile ısı aktarımının oluşum süreci, ikincisi ise bu tür aktarımın koşulları ile ilgilidir.

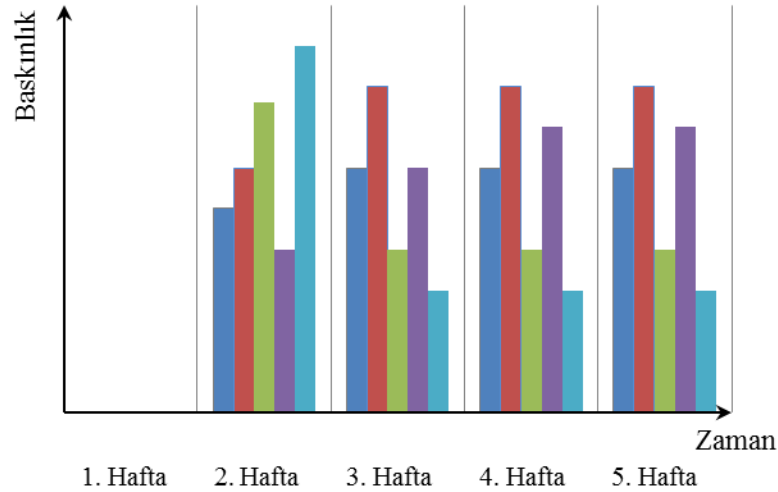
Öncelikle ilk kısım olan taşınım yolu ile ısı aktarımının oluşum süreci konusunda Ekin'in ileri sürdüğü görüşleri kısaca özetleyelim:

- a. Isınan akışkanlar genişir/yükselir.
- b. Isı, bir döngü/hava akımı ile yayılır.
- c. Isı, taneciklerin çarpışması/titreşmesi ile aktarılır.

- d. Isı, taneciklerin yer değiştirmesi ile yayılır.
- e. Isı, değen yüzeylerden aktarılır.

Ekin'in ileri sürdüğü bu beş önermeden, ilk ikisi ısıнын akışkanlara olan etkisi ve taneciklerin hareketini temel almaktadır. Bu önermelerle ilişkili olarak dördüncü önerme de ısıнын tanecik hareketleri ile yayıldığını belirtmektedir. Üçüncü ve son sıralardaki önermeler ise iletim yoluyla ısı aktarımında da öne çıkan iki önermedir. Şekil 57, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 57. Ekin'in taşınım yoluyla ısı aktarımının oluşum süreci ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



- Isınan akışkanlar genişler/yükselir.
- Isı, bir döngü/hava akımı ile yayılır.
- Isı, taneciklerin çarpışması/titreşmesi ile aktarılır.
- Isı, taneciklerin yer değiştirmesi ile yayılır.
- Isı, değen yüzeylerden aktarılır.

Ekin'e ilk hafta ısı aktarım yolları ile ilgili sorular yöneltilmemiştir. Bu nedenle ilk hafta bu konu ile ilgili veri elde edilememiştir. İkinci haftaya gelindiğinde, ilk olarak taşınım yolu ile ısı aktarımını iletim yolu ile ısı aktarımına benzetmiş ve tuğla gibi üst üste dizili olan hava taneciklerinin titreşerek çarpışması sonucu ısının birinden diğerine, değen yüzeylerden aktarıldığını, böylece ısının yayıldığını belirtmektedir. Bu anlayışın iletim yolu ile aktarımdan ayrımı sorulduğunda, taneciklerin yer değiştirmesi, hava döngüsü ve de ısınan havanın yükselmesi ile ilgili düşüncelerini dile getirmiştir. Ancak bunlar daha az belirgin olmuştur. Üçüncü haftaya gelindiğinde, Ekin değen yüzeylerden titreşim sonucu çarpışma ile ısı aktarımını sadece hava döngüsünün en alt noktasında ele almış, asıl ısı yayılmasını akışkanın ısınması ile genişleyerek yükselmesi sonucu oluşan döngüye dayandırmıştır. Sonraki haftalarda ise Ekin düşüncesini değiştirmemiştir. Birinci, ikinci ve dördüncü sıradaki önermeler paralel olarak değişmektedir. Ayrıca üçüncü ve beşinci sıradaki önermeler de paralellik göstermektedir.

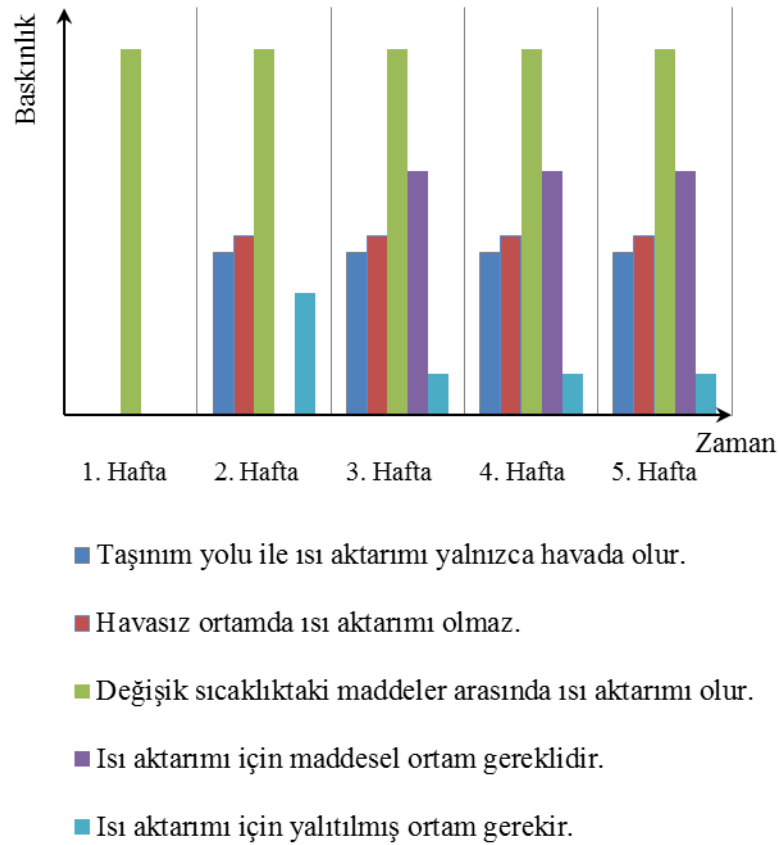
İkinci kısım olan taşınım yolu ile ısı aktarımının koşullar konusunda Ekin'in ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- a. Taşınım yolu ile ısı aktarımı yalnızca havada olur.
- b. Havasız ortamda ısı aktarımı olmaz.
- c. Değişik sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur.
- d. Isı aktarımı için maddesel ortam gereklidir.
- e. Isı aktarımı için yalıtılmış ortam gerekir.

Ekin'in ileri sürdüğü bu beş önermeden, ilk ikisi taşınım yolu ile ısı aktarımının yalnızca havada olduğu ve hava olmadan gerçekleşmeyeceği ile ilgilidir. Üçüncüsü ısı aktarımının başlaması için gereken ön koşulu, son iki sıradakiler ise aktarımın

gerçekleştiği ortamın gereklilikleri ile ilgilidir. Şekil 58, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 58. Ekin'in taşınım yoluyla ısı aktarımının koşulları ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



İlk hafta Ekin'e ısı aktarım yolları ile ilgili soru yöneltilmemesine karşın, ısı aktarımının değişik sıcaklıklardaki maddeler arasında olduğunu belirtmiştir. Bu düşüncesini beş görüşme boyunca sürdürmüştür. İkinci haftadan itibaren taşınımın yalnızca havada gerçekleşeceğini ve havasız ortamda olmayacağını ve bunun için de yalıtılmış ortamın gerektiğini ifade etmiştir. Daha sonraki haftalarda yalıtılmış ortam

düşüncesi baskınlığını biraz yitirse de, havasız ortamda taşınım olamayacağı ve taşınımın yalnızca havada gerçekleştiği düşüncesi baskınlığını korumuştur. Üçüncü haftada, yalıtılmış ortam ile ilgili önerme baskınlığını yitirirken, taşınım için maddesel ortama gerek olduğu düşüncesi belirmiştir. Son iki haftada Ekin'in bu konudaki düşüncelerinde bir değişim olmamıştır.

#### **4.2.4.4. Ekin'in Işınım Yoluyla Isı Aktarımına İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

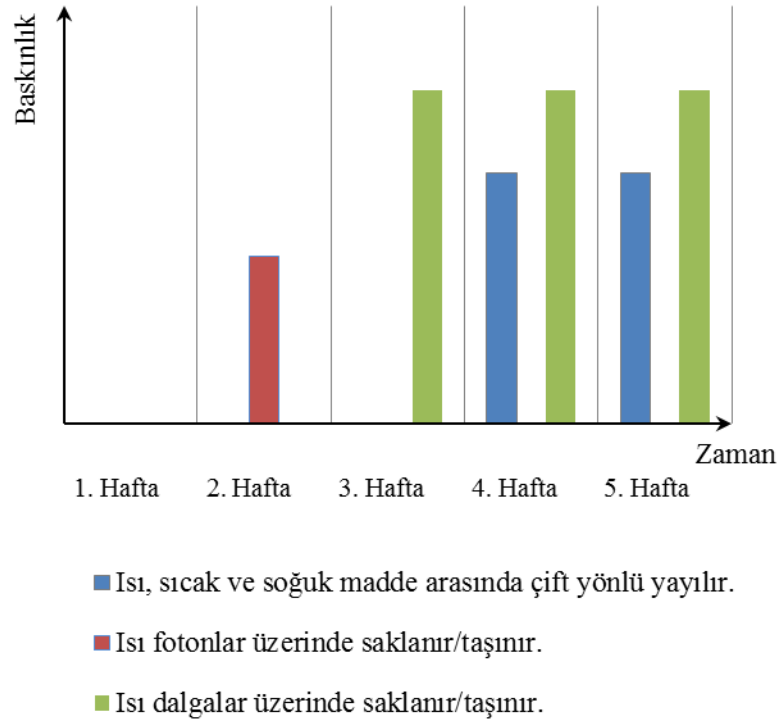
Ekin'in ısınım yolu ile ısı aktarımı ile ilgili görüşlerini de diğer yollarda olduğu gibi, temelde iki bölümde inceleyebiliriz. Bunlardan ilki ısınım yolu ile ısı aktarımının oluşum süreci, ikincisi ise bu tür aktarımın koşulları ile ilgilidir.

Öncelikle ilk bölüm olan ısınım yolu ile ısı aktarımının oluşum süreci konusunda Ekin'in ileri sürdüğü görüşleri kısaca özetleyelim:

- a. Isı, sıcak ve soğuk madde arasında çift yönlü yayılır.
- b. Isı fotonlar üzerinde saklanır/taşınır.
- c. Isı dalgalar üzerinde saklanır/taşınır.

Ekin'in öne sürdüğü bu üç önermeden, ilki ısınımda ısı yayılımının yönü ile ilgilidir. Diğer iki önerme ise, ısınım ışığın hangi özelliğinden yararlanarak yayıldığı ile ilgili önermelerdir. Şekil 59, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 59. Ekin'in ısıtım yoluyla ısı aktarımının oluşum süreci ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



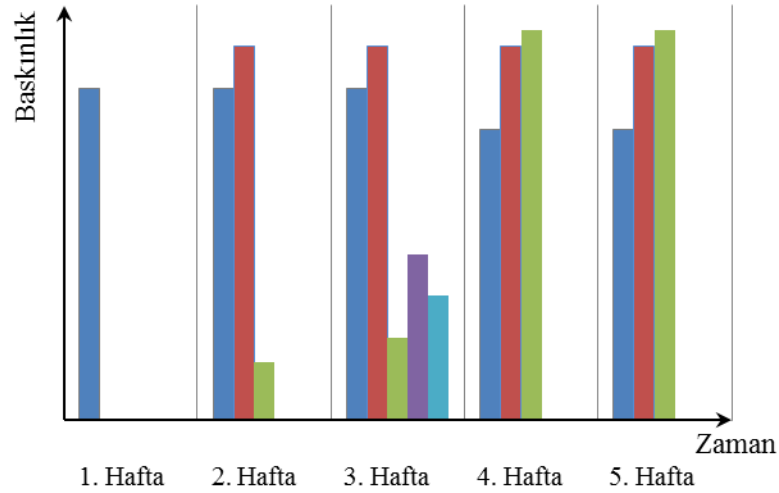
İlk hafta Ekin'den ısı aktarım yolları ile ilgili veri alınmamıştır. İkinci hafta ise, ısıtım sırasında ısıtımın fotonlar üzerinde saklanarak yayıldığını düşüncesi izlenmiştir. Üçüncü hafta ise bu düşüncesinden vazgeçip, ısıtımın ışığın dalga özelliğinden yararlandığına karar vermiş, görüşmelerin kalanında da bu düşüncüyü korumuştur. Dördüncü haftaya kadar, ısıtımın aktarım yönünü sıcak maddeden, soğuk olana doğru olduğu biçiminde açıklayan Ekin, dördüncü haftadan sonra sadece ısıtım yolu için çift yönlü olacağını belirtmiştir. Beşinci haftada ise düşüncelerini korumuştur.

İkinci bölüm olan ısıtım yolu ile ısı aktarımının koşullar konusunda Ekin'in ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- a. Değişik sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur.
- b. Isı aktarımı için maddesel ortam gerekmez.
- c. Her madde ısı ışıma yapar.
- d. Maddenin çevresiyle arasında sıcaklık farkı yoksa ısı ışıma yapmaz.
- e. Güneş ışınları ısı saklar/sıcaktır.

Ekin'in öne sürdüğü bu beş önermeden, ilki ısıyım yolu ile aktarımın başlama koşulu ile ikincisi ortamın gereklilikleri ile üçüncü ve dördüncüleri ise ısı ışımanın ne koşullarda olacağı ile ilgilidir. Son önerme, Güneş ışınlarının niteliği ile ilgilidir. Şekil 60, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 60. Ekin'in ısıyım yoluyla ısı aktarımının koşulları ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



- Değişik sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur.
- Isı aktarımı için maddesel ortam gerekmez.
- Her madde ısı ışıma yapar.
- Maddenin çevresiyle arasında sıcaklık farkı yoksa ısı ışıma yapmaz.
- Güneş ışınları ısı saklar/sıcaktır.

Ekin'den ısı aktarım yollarına ilişkin veriler, ikinci haftadan sonra alınmıştır. Buna karşın Ekin, ilk hafta ısıнын değişik sıcaklıklardaki maddeler arasında alınıp verildiğini belirtmişti. İkinci haftadan sonra ısınım için maddesel ortama gerek duyulmayacağı konusundaki Ekin'in düşüncesi, görüşmelerin tümünde etkisini korumuştur. Hangi maddelerin ısı ısıma yapacağı konusunda Ekin kararsız kalmıştır. İkinci hafta yalnızca ısı kaynaklarının ısı ısıma yapacağını belirten Ekin, üçüncü haftaya gelindiğinde çevresiyle arasında sıcaklık farkı olan her maddenin ısı ısıma yapacağını, dördüncü haftada ise tüm maddelerin ısı ısıma yapacağını söylemiştir. Son hafta da bu düşüncesini korumuştur. Bu sırada yalnızca üçüncü haftada güneş ısılarının ısı sakladığı düşüncesini dile getirmiştir. Ekin'in değişik sıcaklıklardaki maddelerin ısı alışverişi yaptığı düşüncesi dördüncü haftadan sonra görelî olarak etkisini azaltmıştır. Bu sırada tüm maddelerin ısı ısıma yapıyor olması düşüncesi bunda etkili olabilir. Ekin, tüm maddelerin ısı ısıma yapacağını, ancak yalnızca aralarında sıcaklık farkı olanların bu ısıları soğuracağını belirtmiştir. Bu sırada görelî olarak soğuk olan maddelerin yaydıkları ısı ısımanın da, görelî olarak sıcak olanlarca soğurulduğunu, yani alışverişin çift yönlü olduğunu da düşünmektedir.

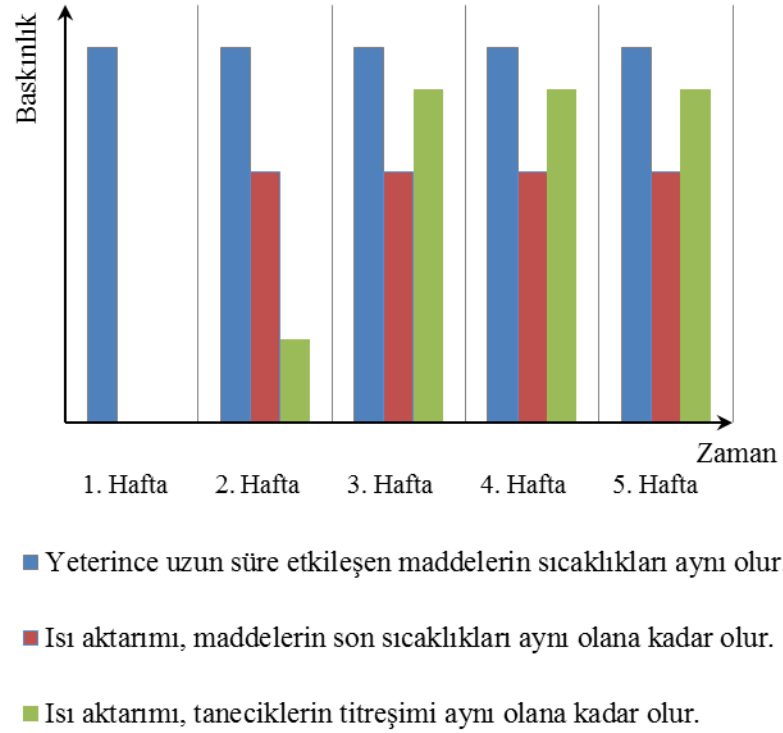
#### **4.2.4.5. Ekin'in Isıl Denge Durumuna İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

Ekin'in ısı ısı denge durumu ile ilgili görüşleri, ısı ısı dengeye ulaşma süreci ve ısı ısı denge anı ile ilgilidir. Ekin'in bu konuda ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- a. Yeterince uzun süre etkileşen maddelerin sıcaklıkları aynı olur.
- b. ısı aktarımı, maddelerin son sıcaklıkları aynı olana kadar olur.
- c. ısı aktarımı, taneciklerin titreşimleri aynı olana kadar olur.

İlk sıradaki önerme, ısıl denge anını göstermektedir. Diğer önermeler ise ısıl denge için ısı aktarımının hangi koşul sağlanana kadar gerçekleşeceği ile yani ısıl dengenin nasıl sağlandığı ile ilgilidir. Şekil 61, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 61. Ekin'in ısıl denge durumu ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



Ekin, ilk haftadan son haftaya kadar yeterince uzun süre etkileşen maddelerin sıcaklıklarının aynı olacağını düşünmektedir. Ekin ikinci haftadan sonra, maddelerin sıcaklıkları eşit olana kadar ısı aktarımının gerçekleştiğini düşünmektedir. Ancak, Ekin'in sıcaklık tanımı da değişime uğramaktadır. Önce maddelerin taneciklerinin aynı oranda titreşene kadar ısı aktarımı yapabileceğini söylerken, üçüncü haftada bunu daha kesin dile getirmiştir. Dördüncü hafta ise sürtünmelerin eşit olması için titreşimlerinin

aynı olması gerektiğini de buna ekleyerek düşüncesini korumuştur. Ekin, maddelerin taneciklerinin titreşimleri aynı olduğunda ısı dengenin kurulduğunu ve sıcaklıklarının eşitlendiğini düşünmektedir. Ancak taneciklerin titreşiminin hangi özelliğinin eşitlenmesi gerektiği konusunda yorum yapamamaktadır.

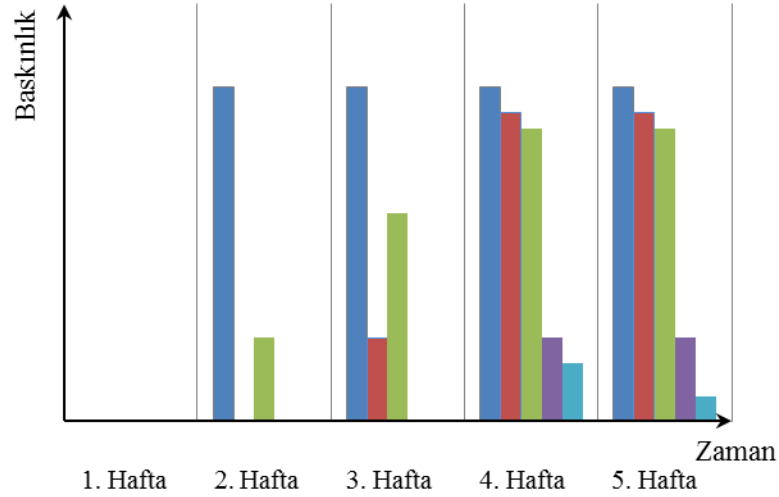
#### **4.2.4.6. Ekin'in Tanecikler Düzeyinde Gerçekleşen Olaylara İlişkin Görüşlerinin Analitik Değerlendirmesi**

Ekin'in tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili görüşleri, taneciklerin hareketi ve sıcaklık karşısında bu hareketin nasıl etkilendiği ile ilgilidir. Ekin'in bu konuda ileri sürdüğü düşünceleri kısaca özetleyelim:

- a. Maddede tanecikler sürekli titreşim halindedir.
- b. Tanecikler, maddelerin sıcaklıklarından ötürü titreşir.
- c. Sıcaklık artarsa tanecikler daha hızlı titreşir/ kinetik enerjileri artar.
- d. Sıcaklık arttığında tanecikler arasındaki uzaklık da artar.
- e. Sıcaklık arttığında taneciklerin titreşim sıklığı da artar.

İlk sıradaki önerme, taneciklerin yaptığı hareketi tanımlamaktadır. İkinci sıradaki önerme ise bu hareketin nedeni ile ilgilidir. Diğer önermeler, taneciklerin ve yaptıkları hareketin sıcaklık değişiminden nasıl etkilendiği ile ilgilidir. Şekil 62, bu önermelerin beş hafta boyunca baskınlığının nasıl değiştiğini göstermektedir.

Şekil 62. Ekin'in tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili görüşlerinin zamana göre değişimi



- Maddede tanecikler sürekli titreşim halindedir.
- Tanecikler, maddelerin sıcaklıklarından ötürü titreşir.
- Sıcaklık artarsa tanecikler daha hızlı titreşir/kinetik enerjileri artar.
- Sıcaklık arttığında tanecikler arasındaki uzaklık da artar.
- Sıcaklık arttığında taneciklerin titreşim sıklığı değişmez.

Ekin'den ilk haftada tanecikler düzeyinde gerçekleşen olaylar ile ilgili veri alınamamıştır. İkinci haftada ise madde içindeki taneciklerin titreşim hareketi yaptığını belirtmiştir. Bu düşüncesini diğer haftalarda da sürdürmüştür. İkinci hafta bu hareketin nedenine açıklık getirmemekle birlikte, üçüncü haftadan sonra taneciklerin titreşim hareketinin sıcaklıktan kaynaklandığını belirtmektedir. Bu düşünce dördüncü haftada daha kesin olarak belirtilmiş ve son haftada da sürmüştür. Ekin, ikinci haftadan sonra sürekli olarak artan bir biçimde titreşim hareketi veya taneciklerin kinetik enerjisi ile sıcaklık arasında ilişki kurmaya başlamıştır. Bu doğru orantı yaklaşımı her geçen hafta

daha da güçlenmiştir. Ekin'in üçüncü haftadan sonra sıcaklık kavramını ortalama kinetik enerji ile ilgili bir büyüklük olarak tanımlaması bunda etkili olabilir. Sıcaklık arttığında tanecikler arasındaki uzaklığın artacağı yönündeki düşüncenin dördüncü haftada kendini göstermesinin nedeni, o hafta genleşme örneği üzerinde durulmuş olmasıdır. Aynı haftada taneciklerin titreşim sıklığının (frekans) sıcaklıktan nasıl etkilendiği ile ilgili de sorular yöneltilmiştir. Ekin, taneciksel titreşimin sıklığının sıcaklık değiştiğinde değişeceğini düşünmektedir. Bu konudaki sorunun sıcaklıktan daha çok titreşim hareketinin sıklığı ile ilgili bir sorun olduğu sanılmaktadır.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma verilerinden yola çıkarak elde edilen bulguların yorumlanmasıyla ortaya çıkan sonuçlar ve sonuçlara ilişkin öneriler sunulmuştur.

### 5.1. Sonuç

Araştırma kapsamında toplanan verilerden elde edilen sonuçlar, PDÖ sürecinin duyuşsal ve bilişsel etkileri ve PDÖ sürecinin kavramsal öğrenmeye, kavramsal yapıya etkileri başlıkları altında ikiye ayrılarak incelenmiştir.

#### 5.1.1. PDÖ Sürecinin Duyuşsal Etkileri ile İlgili Sonuçlar

PDÖ sürecinin katılımcılar üzerindeki duyuşsal etkilerini incelemek amacıyla nicel ve nitel teknikler kullanılmış; Likert türü ölçekler, açık uçlu sorular ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden yararlanılmıştır.

Öncelikle PDÖ sürecinin başında, PDÖ senaryosunun katılımcılar üzerindeki etkisine bakılmıştır. Buradan elde edilen sonuçlar, kendilerine günlük yaşamı içeren bir senaryo verildiğinde, katılımcıların güdülerinin ve ilgilerinin arttığını, senaryoya ve çözümüne karşı olumsuz bir tutum içinde olmadıklarını göstermektedir.

PDÖ etkinliği sürecinde yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde, katılımcıların etkinlik ile ilgili görüşleri alınmıştır. Katılımcıların altısı ile görüşme yapılmış ve süreç içinde sürecin işleyişini eleştirmeleri, görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Alınan verilere göre, görüşme yapılan katılımcıların etkinliğin gidişinden hoşnut olduğu görülmektedir. Hatta kendilerini beklentilerinin üzerinde bir etkinlik içinde bulduklarını söylemişlerdir. Katılımcıların güdülenme problemi yaşamadıkları,

aksine hiç olmadıkları kadar araştırmaya istekli ve etkin olduklarının bilincine vardıklarını ifade etmişlerdir. Araştırma ve üretme konusunda istekli olma, özgüven artışı, küme çalışması ve öğrenme konusunda yeni deneyimler edinmenin verdiği heyecan vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra bir takım sıkıntılar da yaşamışlardır. Bu sıkıntılar genel olarak ders saatlerinden arta kalan zamanda araştırmaya yeterli süre ayıramamak ve istedikleri bilgiye erişmenin düşündüklerinden daha zor olduğunu görmek olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin araştırma yapma konusunda deneyimsiz olmaları ve yoğun ders yükü bunun nedeni olabilir. İlgili sorunlar konusunda eğitim yönlendiricisi kılavuzluk etmeye çalışmıştır.

PDÖ sürecinin sonunda ölçme araçları yardımı ile sürecin katılımcılarca değerlendirilmesi istenmiştir. Katılımcılar, süreci genelde olumlu değerlendirmişler, çalışmanın araştırmaya özendirme ve araştırma yapmayı öğretmesi konusunda yararlı görmüşlerdir. Ayrıca bilişsel açıdan bilgi ve kavrama açısından eksik ve yanlışların ayırma varmak ve düzeltmek için adım atılmasını, bilgilerin analiz ve sentezinin desteklemesini artı yön olarak ortaya koymaktadırlar. Küme çalışmasının öğrenilmesi, iletişim becerilerini geliştirmesi, özgüveni arttırması, gelecek kaygısını azaltması, merak ve ilgiyi arttırması, konuyu eğlenceli duruma getirmesi, sunum becerilerini geliştirmesi de katılımcıların duyuşsal açıdan yararlı gördükleri noktalardır. Araştırma sonunda da zaman kısıtlılığı ve araştırma sırasında bilgilere ulaşmada çekilen güçlükler olumsuz yanlar olarak dile getirilmiştir.

Yapılan bir takım araştırmalar, PDÖ ile çalışan öğrencilerde duyuşsal ve devinişsel düzeyde öğrenmeler sağladığını göstermektedir (Boud ve Feletti, 1997; Denayer ve diğerleri, 2003; Hard ve diğerleri, 1995; Kaptan ve Korkmaz, 2002; MacKinnon, 1999; Morales-Man ve Kaitel, 2001; Morrison, 2004; Pelaez, 2002; White, 1996). Bu araştırmanın bu açıdan ele alınan sonuçları da yapılan araştırmalarla uyum

göstermektedir. Yapılan bazı araştırmada (Çiftçi ve diğerleri, 2007; de Ribeiro ve diğerleri, 2005; Kelly ve Finlayson, 2009; Marshall ve diğerleri, 2008; Vernon ve Hosokawa, 1996) olduğu gibi, bu araştırmada da katılımcıların PDÖ yaklaşımına karşı da olumlu tutum geliştirdikleri de saptanmıştır.

### **5.1.2. PDÖ Sürecinde Kavramsal Değişim**

Katılımcıların kavramsal olarak ısı ve sıcaklık ile ilgili temel kavramlara ilişkin zihinlerindeki yapının, PDÖ süreci boyunca nasıl değişikliklere uğradığı, araştırmanın amaçları doğrultusunda incelenmiştir. Bunun için katılımcılardan nicel ve nitel veriler toplanmış, katılımcılardan birinden toplanan nitel veriler değerlendirmeye alınmıştır. Toplanan veriler değerlendirildiğinde, elde edilen sonuçların da verilerin toplanma biçimine göre bir takım farklılıklar içermekte olduğu görülmüştür.

Isı ve sıcaklığa ilişkin olarak çalışma kapsamında üç temel kavram ele alınmıştır. Bunlar: Isı, sıcaklık ve iç enerjidir. Bu kavramların tanımı, içeriği, kapsamı; madde, birbirleri ve diğer kavramlar ile ilişkisi araştırma için önem taşımaktadır. Ekin'in zihninde yer alan kavramların bilimsel kuramlarla uyumu son derece önemlidir. Bu nedenle öncelikle bu kavramların bilimsel kuramlar çerçevesinde içeriğini vermek uygun görülmüştür.

#### **5.1.2.1. Temel Kavramlarla İlgili Bilimsel Kuramlar**

Isı, bir takım İnternet sayfalarında veya ders kitaplarında çok değişik biçimlerde ve özellikle de maddede saklanan enerji biçiminde tanımlansa da, bu düşünce bilimsel alanyazınla uyuşmaz. Isı, ısıl dengede olmayan kütleler arasında alınan ya da verilen enerjiye verilen addır (Çengel, 2006; Çengel ve Boles, 2007; Çengel ve Boles, 2008;

Giancoli, 2005; Hewitt, 2005; Incropera ve diğeri, 2007; Serway ve Beichner, 2002). Isı, yalnızca alışveriş sırasında söz konusudur. Maddede saklanmaz.

Sıcaklığın tanımını yapmak ise oldukça zordur. Sıcaklık bazı kaynaklarda (Çengel ve Boles, 2007; Çengel ve Boles, 2008; Hewitt, 2005; Serway ve Beichner, 2002) ılıklik ve soğukluk bildiren, dokunma duyumuzla algıladığımız bir olgu olarak adlandırılmaktadır. Bu işlemsel tanımın (operational definition) yanı sıra bazı kaynaklarda (Giancoli, 2005) daha kuramsal tanım (conceptual definition) olarak, taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin bir ölçüsü biçiminde (Kelvin birimi ile) tanımlanmaktadır. Sıcaklık, enerji değildir ancak iç enerjinin bir ölçüsüdür.

İç enerji kavramı, bazen “termal enerji” veya onun bire bir Türkçe çevirisi olan “ısıl enerji” sözcükleri ile ifade edilmektedir. İç enerji, bir maddenin sahip olduğu tüm taneciklerin bütün enerjisine verilen addır (Çengel, 2006; Çengel ve Boles, 2007; Çengel ve Boles, 2008; Giancoli, 2005; Hewitt, 2005). Tanecikler sürekli hareket halindedir. Madde tarafından saklanan, potansiyel olarak var olan bir enerjidir.

Bu kavramların aralarındaki ilişkiye bakıldığında, gerçekte Kelvin birimiyle ele alınan sıcaklığın iç enerji ile sayısal olarak bir ilişki içerisinde olduğu görülmektedir. Bir taneciğin iç enerjisi için verilen  $E = 3(\frac{1}{2}.k.T)$  biçimindeki bağıntıda yer alan  $k$ , Boltzmann katsayısı ve  $T$  ise Kelvin birimiyle sıcaklıktır (Çengel ve Boles, 2007). Bu durumda Kelvin birimiyle verilen sıcaklık ile iç enerji arasında doğru orantı olduğunu düşünmek yanlış olmaz.

Ancak ısı ile sıcaklık arasında bu türde doğrudan bir ilişki kurmak doğru değildir. Isı, ısıl dengede olmayan kütleler arasında alınıp verilen enerji olduğu için,

ısıyı aktarım olarak ele almak ve sıcaklıkla değil, sıcaklık farkı ile ilişkilendirmek daha doğru olur. Isı aktarımı ısıl denge sağlanana kadar sürer.

Isı ile iç enerji arasındaki ilişki, iş ile kinetik enerji arasındaki ilişkiye benzetilebilir. Nasıl ki yapılan iş kinetik enerjide değişime neden oluyor ise, sistemde gerçekleştirilen ısı aktarımı da iç enerjide değişime neden olmaktadır.

Isı aktarımı, iletim, taşınım ve ışıınım adında üç yolla gerçekleşmektedir (Çengel, 2006; Incropera ve diğerleri, 2007).

İletim yolu ile ısı aktarımı, katı ve akışkanlarda gerçekleşebilen bir yöntemdir. Burada ısının aktarımı taneciklerin etkileşimi ile gerçekleşir. Değişik sıcaklıklardaki ve dolayısıyla değişik enerjisi olan tanecikler arasında ısıl denge söz konusu değildir. Bu nedenle tanecikler arası esnek çarpışmalar, serbest elektronlar veya örgüdeki dalgalanmalar ile enerji aktarımı olur (Çengel, 2006; Incropera ve diğerleri, 2007).

Taşınım ile ısı aktarımında ise akışkanların yer değiştirmesi söz konusudur. Bir akışkan içindeki daha sıcak tanecik yükselme eğilimindedir. Bu eğilim ile yer değiştirir. Bu sırada etkileştiği başka parçacıklara da enerji aktarımı yapmış olur (Çengel, 2006; Incropera ve diğerleri, 2007).

İşınım yolu ile ısı aktarımı, maddenin yüzeyinden gerçekleşir. Yüzeydeki taneciklerin elektron düzeylerindeki değişimler nedeniyle ışıma yapması sonucu bu ışımanın dalga veya foton aracılığı ile başka bir yere taşınması ile olur. Bu ışımanın şiddeti, ışıma yapan yüzeyin büyüklüğü, sıcaklığı ve türüne bağlıdır. İşınımın ulaştığı yüzeyin, işınım yapan yüzeyle arasındaki sıcaklık farkı, soğurma katsayısı gibi

özellikler de bu ışının ne derece soğurulacağını belirler (Çengel, 2006; Incropera ve diğerleri, 2007).

#### **5.1.2.2. Tüm Katılımcılardan Elde Edilen Nicel Verilerin Sonuçları**

Nicel olarak tüm katılımcılardan elde edilen veriler, ön test ve son test olarak etkinlik başında ve sonunda çoktan seçmeli kavramsal bir ölçek (ISKÖ) yardımıyla alınmıştır. Buna göre son testteki ortalama puan ile ön testteki ortalama puan karşılaştırılmıştır. Betimsel istatistiklerin sonuçlarından son test yararına bir fark olduğu belirlenmiştir. Kavramsal çoktan seçmeli ölçek ile yapılan ölçme, bize PDÖ etkinliğinden sonra, PDÖ etkinliğinden öncekine göre, ölçeğin kazanımlarına yönelik olarak, katılımcıların kavramları daha iyi kavramış olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin son testteki ortalama puanlarının daha yüksek oluşu, son testte daha başarılı olduklarını göstermektedir. Ancak son testin varyansının ve değişim aralığının daha yüksek olması, puanlardaki dalgalanmanın daha fazla olduğunu da göstermektedir.

PDÖ yaklaşımının akademik başarı ve kavramsal öğrenmeye olumlu etkileri olduğu bazı araştırmalarla (Kelly ve Finlayson, 2009; Siegel ve Lee, 2001; Şahin ve Parim, 2002) görülmüştür. Ayrıca akranlar arası sosyal iletişimin ve küme tartışmalarının kavramsal değişim oluşturmada önemli bir etmen olduğu yapılan araştırmalarla görülmüştür (Uzuntiryaki, 2003; Brophy, 1986; Vygotsky, 1978). Bu araştırmanın sonucu da yapılan araştırmalarla uyum göstermektedir.

#### **5.1.2.3. Ekin'den Elde Edilen Kavramsal Değişime İlişkin Bireysel Verilerin Sonuçları**

Ekin'den üç değişik veri kaynağı ile toplanmıştır. Bunlar, çoktan seçmeli kavramsal ölçek, oturum formları ve yarı yapılandırılmış görüşmelerdir.

Isı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarına ilişkin Ekin'in düşünceleri etkinlik başından sonuna kadar değişimlere uğramıştır. Bu değişimlerin nasıl bir yol izlediği, Ekin'in öğrenmesinin doğasını anlamak için incelenmiştir. Burada Ekin'in öğrenmesine engel olan veya yardımcı olan düşünceler ya da hangi kavramın ve düşüncenin diğerini desteklediği veya engellediği ortaya konulmuştur. Bu araştırma sonuçları Ekin'in kavramsal yapısını ortaya koymaktadır. Bu nedenle genellenemez. Ancak Ekin'in zihinsel yapısında oluşan bu ilişkileri kavramak, benzer ilişkilerin başka öğrencilerde de aranmasına yönelik araştırmalar için yol gösterici olabilir. Başka öğrencilerin zihinsel yapılarını çözmekte yarar sağlayabilir.

Bu kısımda Ekin'in düşüncelerinin birbirini nasıl etkilediğine ilişkin sonuçlar; veri kaynaklarından elde edilen bulgular, zamansal sıra, değişim aşamaları ve aralarındaki ilişkileri göz önüne alınarak bilimsel kuramlarla uyumu çerçevesinde verilmiştir.

#### **5.1.2.3.1. Ekin'in Isı Kavramına ve Isı Aktarımına İlişkin Kavramsal Değişim Süreci**

Ekin'in ısı kavramı ile ilgili düşünceleri sürecin başından sonuna kadar aşamalı olarak bazı değişimler göstermiştir. Burada, bu değişimler ve saptanan olası nedenleri incelenmiştir.

Ekin ilk görüşme sırasında ısının madde tarafından saklanmadığını ezbere bir bilgi olarak söylemesine karşın, sözleri bunun tersini göstermişti. Özellikle temel fizik derslerinde, ortaöğretim bilgilerinde ve diğer konulardaki geçen ve Ekin'in de kullandığı “ısı kaybı” düşüncesi sorgulandığında aslında maddenin ısı sakladığını düşündüğü ortaya çıkmıştır. Gerçekte Ekin ısıyı saklanabilen bir enerji olarak

düşünmektedir. Ancak bunun bilincinde değildir. Maddelerin ısı sakladığı yanlışlığı oldukça yaygındır. Yapılan bazı araştırmalarda da bu yanlışlığa rastlanmıştır (Jara-Guerrero, 1993).

Isının hesaplanmasında kullanılan  $Q = m.c.\Delta T$  bağıntısı ile verilenin ısı değişimi olduğunu söylemesi de bu durumu desteklemektedir. Gerçekte Ekin, ısıнын maddede saklanan bir enerji olduğunu ve ısı alışverişi ile bu ısıнын niceliğinin değiştiğini, bağıntı ile hesaplanan değerin de bu değişim olduğunu, yani son durumdaki ısıнын ilk durumdaki ısıdan çıkarılması ile bulunduğunu düşünmektedir. Bu durumda bağıntıda “ $\Delta T$ ” ile verilen sıcaklık farkı “ $\Delta Q$ ” ısı değişimi gibi algılanmış görünmektedir. Buradan  $Q = m.c.\Delta T$  ile verilen bağıntının aslında,  $Q_{\text{son}} - Q_{\text{ilk}} = \Delta Q = m.c.T_{\text{son}} - m.c.T_{\text{ilk}} = m.c. \Delta T$  gibi algılanması söz konusudur. Burada Ekin,  $Q$  ile verilen ısıнын aslında maddenin sakladığı toplam enerji olduğunu düşündüğü söylenebilir. Bunu destekleyici olarak Ekin, maddenin sakladığı ısıyı hesaplariken de bu bağıntıyı kullanmıştır. İlk sıcaklık olarak da suyun 1 atm basınç altında donma sıcaklığı olan  $0^{\circ}\text{C}$ ’yi kendine temel almıştır. Kesidou ve Duit (1993), yaptıkları bir araştırmada öğrencilerin  $0^{\circ}\text{C}$ ’de sıcaklığının olmadığı düşüncesine sahip olduklarını saptamıştır. Söz konusu saptama ile bu durum uyuşmaktadır. Ancak Ekin’e bağıntıda  $\Delta Q$  değil de  $Q$  kullanıldığı hatırlatıldığında kuşkuya düşmüş olmasına karşın düşüncesini değiştirmemiştir.

Ekin kimi zaman günlük yaşamda ısı ve sıcaklığın birbiri yerine kullanılmasından etkilendiği ve yanlış kullandığı da olmuştur. Bu durum, Ekin’in bilimsel düşünme ve kavramlara hakim olma konusunda sıkıntı çektiğini gösterebilir. Alanyazında da ısı ve sıcaklığın eşitliği ya da aynı olduğu ile ilgili yanlışlar her düzeyde görülmektedir (Arnold ve Millar, 1996; Aydoğan ve diğerleri, 2003; Başer, 2006; Erickson, 1980; Erickson ve Tiberghien, 1985; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Harrison, 1996; Jara-Guerrero, 1993; Kesidou ve Duit, 1993; Krajcik, 1991; Linn ve

Songer, 1988; Streveler ve diğerleri, 2008). Jara-Guerrero, (1993), yaptığı çalışmada, ayrıca öğrencilerin ısı ve sıcaklığın farklı olduklarını söylemelerine karşın, bunları birbirlerinin yerine kullandıklarını da belirtmektedir. Burada da benzer bir durum söz konusudur. Yapılan bazı araştırmalar, bunun nedeninin günlük yaşamdaki yanlış kullanımlar ve deneyimler olduğunu ortaya koymaktadır (Driver, 1989; Campanario, 2002; Hameed ve diğerleri 1993; Harrison ve diğerleri 1999; Koları ve Savander-Ranne, 2000; Osborne ve Freyberg, 1985; White, 1992). Çünkü öğrenciler hergün ısı ve sıcaklık kavramlarını içeren ad, eylem, önad gibi çeşitli türlerde bir çok sözcük duymaktadırlar (Erickson ve Tiberghien, 1985; Luera ve diğerleri, 2005; Tiberghien, 1980).

Ekin ileriki haftalarda da ısıyı maddede saklanan bir enerji olarak betimlemektedir. Hatta daha sonralarda ısıyı maddeyi oluşturan taneciklerin hareketinden kaynaklanan enerjilerinin toplamı olarak tanımlamıştır. Ancak ilk haftadan beri ısıyı tanımlarken sürtünme olgusuna yönelmesi de önemlidir. Burada Ekin'in özellikle ortaöğretim kurumlarında temel fizikteki soru çözümlerinde sıkça yinelenen "sürtünmeden dolayı kaybolan enerji ısıya dönüşür" biçiminde basmakalıp söylemden etkilenmiş olduğu düşünülmektedir. Çünkü ısıyı sık sık taneciklerin sıcaklıklarından ötürü yaptıkları titreşim sırasında birbirleri ile sürtünmelerinden ötürü ortaya çıkan bir tür enerji olarak betimlemektedir. Bu düşünce, bu konudaki yanılgıları inceleyen bazı araştırmalarla örtüşmektedir. Bu bulguya koştur olarak bazı çalışmalarda öğrencilerin parçacıkların oynamasına (hareket etmesi) ısı dendiği düşüncesine sahip olduklarını bulmuştur (Erickson, 1980; Kesidou ve Duit, 1993). Bu duruma kendi avuçlarını birbirine sürterek de örnek vermiştir. Isının bu şekilde oluşup, madde tarafından saklandığını, biriktirildiğini düşünmüştür. Bu anlayışı, araştırmaları sırasında bazı kaynaklardaki bunu destekleyen yanlış bilgiler, tanımlar veya dolaylı söylemler de pekiştirmiş görünmektedir.

Ekin'in ısı konusunda birbirini destekleyen iki temel düşünce olmuştur. Bunlar, “taneciklerin toplam kinetik enerjisi” ve “titreşim sırasındaki çarpışmalardan ötürü oluşan sürtünme ile açığa çıkması” düşünceleridir. Bunlardan biri ısının nasıl açığa çıktığını, diğeri ise ne olduğunu tanımlamaktadır. Bu düşüncelerden “taneciklerin toplam kinetik enerjisi” düşüncesi, iç enerji tanımına yakın bir tanımdır. İç enerji kavramının görevinin ısı kavramına yüklenmesi sonucu oluştuğu ve ısı değişimi düşüncesinin de kaynağını bu durumun oluşturduğu söylenebilir. Aynı zamanda ısının saklanması ve kaybolması da bununla ilişkili bulunmuştur. Bu bulguya koştur olarak bazı çalışmalarda öğrencilerin parçacıkların oynamasına (hareket etmesi) ısı dendiği düşüncesine sahip olduklarını bulmuştur (Erickson, 1980; Kesidou ve Duit, 1993). Diğeri ise “sürtünmeden kaybolan enerji ısıya dönüşür” ve “ısı kaybı” söylemlerinin ürünü olabilir.

Dördüncü haftaya gelindiğinde Ekin, ısının maddelerde saklanmadığını belirtmiş, yeterli olmamasına karşın (Taber, 2000) bilimsel kuramlara daha yakın olan ısının sıcaklık farkından ötürü alınıp verilen enerji olduğu tanımını yapmıştır. Araştırmalarında elde ettiği bilgilerin bu düşünce değişikliğine neden olduğu söylenebilir. Bu değişiklik, bir çok diğerk değişiklikleri de tetiklemiş görünmektedir. Örneğin, ısı ile diğerk kavramlar arasındaki ilişki ve iç enerjinin tanımı bu değişiklikten en çok etkilenen düşünceler gibi görünmektedir. Bir de bu düşüncenin, “ısı değişimi” düşüncesinin de sonunu getirdiği söylenebilir.

Bu aşamada tanecikler arası sürtünme ile ilgili düşünce baskınlığını yitirse de sürmektedir. Bu düşünce, ısının ne olduğuna bağımlı görünmekle birlikte, bağımsız bileşenlere de sahip olduğu söylenebilir. Yukarıda dile getirilen, ısı ile ilgili iki temel yanlış algıdan biri olan “taneciklerin toplam enerjisi” düşüncesi ortadan kalkmış olmasına karşın, bununla ilintili olduğu saptanan “sürtünme ile açığa çıkan enerji”

düşüncesi tam olarak ortadan kalkmamıştır. Bu durum, “sürtünme ile açığa çıkan enerji” düşüncesini iki boyutta ele alma gereği oluşturmuştur.

İlk boyut, bu düşüncenin temelinde “sürtünme ile kaybolan enerjinin ısıya dönüşmesi” ve “ısı kaybı” düşüncelerinin yattığı varsayımdır. Bu varsayım, Ekin’in söylemleri ile desteklenmektedir. Bu sırada ısıl denge anında sürtünmelerin eşitlenmesi, ısıl dengenin olmadığı durumda farklı olması düşüncesi vardır. Ekin’in tanecikler arasında tam esnek çarpışma olduğunu ve enerjinin korunduğunu söylediği sıralarda bu düşüncenin baskınlığını yitirmesi de bu durumu açıklamaktadır.

Ekin’in “sürtünme ile açığa çıkan enerji” düşüncesinin diğer boyutu ise ısı aktarımının gerçekleşme biçimindeki boşluklar olabilir. Ekin ısının iletim yolu ile değmekte olan yüzeylerden aktarıldığını bilmektedir. Bunun taneciklerin titreşimi sırasındaki çarpışmalarla olduğunu ancak nasıl olduğunu bilmediğini belirtmiştir. Daha sonra bu çarpışmalarda kinetik enerji ve momentumun korunduğunu, yani bu çarpışmaların tam esnek çarpışmalar olduğunu belirtmesi önemlidir. Bu düşünce sürtünme ile ısının oluştuğu düşüncesi ile çelişmektedir. Çünkü sürtünme kuvveti korunumsuz bir kuvvettir. Çünkü Ekin farklı sıcaklıklardaki maddelerin birbirine değen iki yüzeyinde bulunan taneciklerin değişik titreştiklerini düşünmektedir. Ekin, önce birbirine değen cisimlerin taneciklerinin yalnızca aralarında sıcaklık farkı olduğunda titreştiklerini düşünmüştür. Bu düşünce, Streveler ve arkadaşlarının (2004) bulguları ile uyushmaktadır. Daha sonra ise bu düşüncesinden vazgeçmiştir. Artık Ekin’e göre, sıcak olan maddeye ait tanecik daha fazla (daha sık) titreşmektedir. Bu sırada çarpışmaktadırlar. Ekin ısı aktarımını, birinin titreşiminin artması, diğerinin azalması ve titreşimler eşit olana kadar bunun sürmesi biçiminde açıklamaktadır. Bu artış ve azalmanın çarpışmalar sırasında olduğunu düşünmektedir. Ancak sürtünme olmadan bunun nasıl gerçekleştiğini, esnek çarpışma ile açıklasa da benimseyememiş

görülmektedir. Bu durum, momentum ve çarpışmalar konusunda öğrencinin kavrama eksikliğinden kaynaklanmakta olabilir. Aynı zamanda sıcaklık ile titreşim sıklığı arasında kurduğu ilişki de titreşim hareketinin frekansı ile ilgili temelden gelen bir eksiklikten kaynaklanıyor olabilir. Bu düşünceyi destekler bir biçimde Kesidou ve Duit (1993), öğrencilerin ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili bazı yanlışlarının enerji ve tanecik modeli konularındaki yanlışlardan kaynaklandığını belirtmektedir.

Ekin başından beri ısı aktarımının sıcaklık farkı olduğunda gerçekleştiğini düşünmektedir. Ancak hal değişimi onun kafasını karıştırmaktadır. Ekin, ısının değişimi olarak düşündüğü aktarımının da üç yolla olduğunu bilmekte ama ayrıntılarını betimlemekte güçlük çekmektedir. Gerçekte bu aktarımın nasıl gerçekleştiğine ilişkin daha önce hiç düşünmediğini, hiç neden sonuç ilişkisi kurma gereği duymadığını da yine kendisi belirtmiştir.

Taşınım yolu ile ısı aktarımında örnek olarak kalorifer düzeneğini vermektedir. İlk önce iletim yolunda olduğu havayı oluşturan tanecikleri de gibi üst üste dizili tuğlalar gibi düşünmüş, bir tanecikten diğerine iletim yolu ile ısıyı aktarıldığını söylemiştir. Ancak sonra geçmiş öğrenim yaşamından anımsadığı “döngü” sözcüğü düşüncelerini değiştirmesine neden olmuştur. Döngü sözcüğü Ekin için anahtar görevi görmüştür. Önce nedenini açıklamaksızın ısınan havanın yükseldiği düşüncesini dile getirmiştir. Bu düşünce Erickson (1979) tarafından belirlenen “ısı maddelerin yükselmesine neden olur” yanlışını çağrıştırmaktadır. Ayrıca Olgun’un (2008) saptadığı ısının her zaman yukarı doğru ilerlediği yönündeki yanlış Ekin’de de var olabilir. Sonrasında sıcak yüzeye değen havanın iletim yolu ile ısındığı, bu hava taneciklerinin genişerek yükseldiği ve gittikleri yerlerde de değdikleri yerlere ısıyı aktardıklarını anlatmıştır. Yani ısının taneciklerin yer değiştirmesi ile aktarıldığını belirtmektedir. Başlıca sorun, Ekin’in taşınım için havanın varlığını koşul olarak

almasıdır. Yani hava dışındaki akışkanlar için taşınımı düşünmekte güçlük çekmektedir. Ekin'in taşınım ile ısı aktarımı konusundaki düşünceleri ilk hafta belirmiş ve bir daha da önemli ölçüde değişmemiştir.

Işınım yolu ile ısı aktarımını ilk önce “radyasyon” sözcüğü nedeniyle radyoaktif maddelerle ilgili olarak düşünmüştür. Daha sonra ışıınım sözcüğü vurgulandığında ve radyoaktif maddeler dışındaki düşünceleri sorulduğunda, ışık kaynağı olan ampulü ve Güneş'i örnek vermiştir. Burada özellikle görünür ışık yayan ışık kaynaklarına odaklanmıştır.

Işığın ısı sakladığını, fotonların ısı saklayabildiğini düşünmüştür. Maddesel ortama gerek duymadan aktarımın bu yolla yapılabileceğini düşünmektedir. Ancak burada önemli görülen bir konu, kütlesi olmayan fotonun ısı saklayarak ısıyı aktardığını düşünmesidir. Şimdiye kadar taneciklerin ısı sakladığını, ısıнын saklanabilir olduğunu düşünmesi ve ışıınım sırasında da tanecik görevi gören fotonun da ısı sakladığını söylemesi ilişkili olabilir. Ayrıca sonraki görüşmede yaptığı araştırmalardan sonra, ısıнын elektromanyetik dalgalar aracılığı ile aktarıldığını belirtmiştir. Ancak maddesel olmayan dalganın nasıl ısı saklayarak aktardığını açıklayamamıştır. Bu düşünce, ısıнын maddesel ortamda saklandığı düşüncesi nedeniyle askıda kalmış görünmektedir. Oysa foton, dalgaya göre maddesel ortama daha yakındır.

Işınım yolu ile ısı yayan maddeleri ilk önce yalnızca ışık kaynakları ile sınırlarken, daha sonra kapsamı biraz daha genişletmiştir. Ekin ikinci aşama olarak, bulunduğu ortamla aralarında sıcaklık farkı olan maddelerin ışıma yaparak ısı yaydığı yargısına varmıştır. Bu düşünce araştırmaları sırasında vardığı bilgilerden kaynaklanmış olabilir.

Sonraki haftada, bir an ışınlımda aktarımın çift yönlü olduğunu düşünse de sonradan bu düşüncesinden vazgeçmiştir. Ancak artık tüm cisimlerin ısı ışıma yaptığını düşünmektedir. Önce ısı ışıma yapan maddeleri ışık kaynakları ile sınırlayan Ekin, sonra çevresi ile sıcaklık farkı olma koşulunu öne sürmüş, en son olarak da koşulsuz tüm maddelerin ısı ışıma yaptığını söylemiştir. Artık çevresi ile arasında sıcaklık farkı olmasa da bir madde ısı ışıma yapmaktadır. Ancak bu ışıma eşit sıcaklıktaki maddeler tarafından soğurulmamaktadır.

Ekin'in ısı (termal) ışıma ile ilgili olarak çok az bilgiye sahip olduğu, sezgisel ve akıl yürütmeyle yanıtları bulmaya çalıştığı görülmüştür. Bu durum ders kitapları dahil birçok kaynağın bu konuya yeterince önem vermemesinden ileri gelebilir (Olgun, 2008).

#### **5.1.2.3.2. Ekin'in Sıcaklık Kavramına İlişkin Kavramsal Değişim Süreci**

Ekin'in sıcaklık kavramı ile ilgili düşüncelerinde sürecin başından sonuna kadar önemli ölçüde bir değişim gözlenmese de bazı değişimler göstermiştir. Burada, bu değişimler ve saptanan olası nedenleri incelenmiştir.

Ekin sıcaklığı tam olarak tanımlayamamaktadır. Ancak en iyi kavradığı düşüncenin de sıcaklık olduğu söylenebilir. Çünkü sıcaklığın maddede her zaman olduğu, göreceli olarak algılanabildiği ancak bir bilimsel nicelik olduğu gibi ana noktalarda sıkıntısı gözlemlenmemiştir. Sıcaklık, Ekin için ezberlenmemiş, slogan durumuna getirilmemiş ancak daha iyi kavranmış bir kavramdır denebilir. Ancak bildiklerini kendi tümceleriyle aktarmakta sıkıntı çekmektedir. Çünkü sıcaklığı bilmediğini düşünmektedir. Oysa Lewis ve Linn (2003) hem çocukların hem de yetişkinlerin sıcaklığın nasıl algılandığına ilişkin sezgisel kavramlar edindiklerini

söylemektedir. Ekin'in sıcaklığa ilişkin kavramları da bu türden kavramlar olabilir. Ancak sıcaklığı tanımlayamamaktadır. Sıcaklığın bilimsel olarak zor tanımlanan bir kavram olması buna etken olabilir. Ekin, sıcaklığı tanımlaması gerektiğinde birçok kez, Streveler ve arkadaşlarının (2003) belirttiği, duyularla yapılan "sıcak" ve "soğuk" tanımlamasını temel almıştır. Ekin, eşit sıcaklıktaki iki maddeden birinin diğerine göre daha sıcak ya da soğuk olarak algılanabileceğini bilmektedir. Bunun maddenin türüne bağlı bir durum olduğunun da bilincindedir. Oysa bazı araştırmalar, bu algılamanın öğrencileri yanılttığını ortaya koymaktadır (Damlı, 2010; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Lewis ve Linn, 1994). Ekin bu yanılgıya düşmemiştir. Ancak Carlton (2000b), sıcaklığı tanımlamak için "sıcak" gibi terimlerin kullanılmasını doğru bulmadığını, çünkü güvenilir olmayan dokunma duyusunu çağrıştırdığı veya yüksek sıcaklığı olan bir nesne anlamına geldiğini belirtmektedir.

Ekin maddenin taneciklerinin sıcaklıktan ötürü titreştiğini düşünmektedir. Ayrıca ilk görüşmede olmasa da ikinci görüşmede sıcaklığın bir alt sınırı olduğunu da belirtmiştir. Ancak bu sınırın teknik olanaklardan mı kaynaklandığını yoksa doğal bir sınır mı olduğunu bilmemektedir. Ekin aynı zamanda yapılan bazı araştırmaların tersine (Aydoğan ve diğerleri, 2003; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Kesidou ve Duit, 1993), sıcaklığın enerji olmadığının da bilincindedir. Bunu da geçmişteki öğrenim yaşamından bildiğini, öğretmenlerinin bunu vurguladığını söylemektedir. Ancak bazen ısıyı taneciklerin ortalama kinetik enerjisi, bazen de toplam kinetik enerjisi olarak tanımlamaya kalksa da hemen sıcaklığın enerji olmadığı düşüncesi ile bunu değiştirip, sıcaklığın bir ölçü veya gösterge olduğunu söylemektedir. Bu durum, Olgun'un (2008) öğrencilerin ısıнын ortalama kinetik enerji olduğunu düşündükleri yönündeki bulgularıyla uyumaktadır. Ancak sıcaklığın toplam kinetik enerji olduğu düşüncesine kapıldığında dahi, bunun yaygın bir yanılgı olduğuna ilişkin araştırmaların tersine

(Başer, 2003; Damlı, 2010; Erickson, 1979; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002), sıcaklığın madde miktarına bağlı olmadığını bildiği görülmüştür.

Ekin, başta ısının sıcaklığı çok olan maddeden az olana doğru aktarıldığını söylemektedir. Ancak sıcaklığı az olanın da soğukluğunu sıcaklığı çok olana aktardığını söylemiştir. Buradaki “soğukluk” kavramı kendisine sorulduğunda, bunun bilimsel bir nicelik olmadığını kabul etmekte ve düşüncesinden vazgeçmektedir. Soğukluğun bilimsel bir büyüklük olduğu düşüncesinin öğrencilerde var olduğu bazı araştırmalarda da (Erickson, 1979; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002) saptanmıştır.

Ekin’in başlangıçta söylediği ve sonradan vazgeçtiği bir diğer düşünce de “sıcaklığın aktarılması” düşüncesidir. Ekin bir an sıcaklığı enerji olarak düşünmüştür. Bu düşünce, bazı araştırmalarda öğrenciler arasında yaygın olarak saptanan kavram yanlışlarından biridir (Aydoğan ve diğerleri, 2003; Erickson, 1980; Eryılmaz ve Sürmeli, 2002; Kesidou ve Duit, 1993). Burada yine ısı ve sıcaklık kavramlarının ayırımına varmakta veya günlük yaşamdaki yanlış kullanımlarından sıyrılmakta güçlük çektiği düşünülebilir.

Aslında Ekin’in sıcaklık ile ilgili algılarının başından beri bilimsel kuramlarla çelişen çok önemli ayrılıkları yoktur. Ekin sıcaklığın tanecikler düzeyindeki etkilerini de, göreceli olarak algılanmasını da açıklarken ve taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin göstergesi olduğuna ilişkin tanımı da yaparken bilimsel kuramlarla oldukça uyumluluk gösterdiği gözlenmiştir. Ayrıca Ekin, sıcaklık ile tanecik titreşimlerini de ilişkilendirmekle kalmamış, sıcak olan maddelerin taneciklerinin titreşiminin, soğuk olanların titreşimlerinden daha fazla olduğunu da söylemiştir. Ancak burada da taneciklerin titreşim sıklığının (frekans) sıcaklıkla orantılı olarak arttığı yönünde bir yanlışlığı vardır.

Sıcaklık kavramının tanımlanması güç olmasına karşın, kavranmasının başından beri daha kolay olmasının nedeni, sıcaklığın dokunma duyusuyla algılanabilmesi olabilir. Bu da yaparak ve yaşayarak öğrenmenin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

#### 5.1.2.3.3. Ekin'in İç Enerji Kavramına İlişkin Kavramsal Değişim Süreci

Ekin'in iç enerji kavramı ile ilgili düşünceleri sürecin başından sonuna kadar aşamalı ve sıçramalı olarak bazı değişimler göstermiştir. Burada, bu değişimler ve saptanan olası nedenleri incelenmiştir.

Ekin için iç enerji kavramı tanıdık ancak bir o kadar da yabancısıdır denebilir. Ekin'in iç enerji kavramında önüne, doğru sözcük kullanma sorunu çıkmıştır denebilir. Çünkü iç enerjiyi anlatmak için alanyazında üç farklı sözcük kullanılmaktadır. Üçü de aynı kavramı anlatmasına karşın, çağrışımları başka olmaktadır.

Kullanılan üç sözcükten biri İngilizceden Türkçeye bire bir aktarılmış olan “termal enerji” (thermal energy) sözcüğüdür. Bu sözcük, Ekin'e “ısının geniş çapta elde edilebilir ve yaşama aktarılabilir hali” biçiminde tanım yapmasına neden olmuştur. Bunu da Ekin, “jeotermal” veya “hidrotermal” gibi kavramlarda geçen bu sözcüğe çağrışım yaptığını dile getirerek anlatmıştır. Ekin doğrudan kaplıcalardan örnek vermiş ve kavramı o şekilde açıklamaya çalışmıştır. Bu sırada Ekin, iç enerjiyi “kütlesi büyük olan maddelerin ısısı” ve “ısının kullanılabilir ve yaşama geçirilebilir biçimi” olarak tanımlamaya çalışmıştır.

Ekin, iç enerjiyi anlatmakta kullanılan diğer bir sözcük olan ve “termal enerji” sözündeki “termal” sözcüğünün Türkçeye çevrilmesi ile elde edilen “ısı enerjisi” sözünü

de “ısı ile ilgili” olarak algılamıştır. Dolayısıyla ısı ile iç enerjinin birbirine çok yakın ve benzer şeyler olduğunu ancak aradaki ayrımın ne olduğunu bilmediğini dile getirmiştir.

Ekin, ne zaman kavramı ifade etmek için “iç enerji” sözü ile araştırma yapmaya yöneldiyse o zaman kendini inandırarak bilgilere ulaştığını söylemektedir. Çünkü “iç” sözcüğünün Ekin’de içermek ve saklamak düşüncelerini çağrıştırdığı söylenebilir. Bu konuda yapılan bir çalışma da (Ünsal, 2010) bu duruma dikkat çekmektedir. Bir kavram için seçilen sözcüğün yaptığı çağrışımların ve dilin o sözcükle anlatılmak istenen kavramın algılanmasına önemli etkisi olmaktadır (Kızılcık ve Ünsal, 2008; Lubben ve diğerleri 1999; Lewsis ve Linn 1994; Ünsal, 2010). Türkçenin çağrışım yaptırabilme özelliği öğrenmede etkili olmaktadır (Kızılcık ve Ünsal, 2008; Ünsal, 2010). İç enerjinin algılanmasındaki öncelikli engelin, kavramı anlatmakta kullanılan sözcük çeşitliliği olduğu söylenebilir. Kızılcık ve Ünsal’a göre (2008), sözcüklerin anlatmak istediği kavramı en iyi Türkçe kökenli ve çağrışımı doğru yapan sözcükler vermektedir. Ünsal (2010) da bu düşünceyi desteklemektedir. Öğrenciler, doğru çağrışım yapabildiği sürece Türkçe kökenli sözcüklerle verilen kavramları daha üst bilişsel düzeyde algılamaktadır (Kızılcık ve Ünsal, 2008; Ünsal, 2010).

Ekin, kimi zaman iç enerjinin doğru tanımına erişmiş olmasına karşın, bu tanımlı benimsememiştir. Benimsememesinin nedeni de aynı tanımlı ısı için de yapıyor olmasıdır. Bu durumda iç enerjinin doğru algılanmasının önündeki diğer bir engel de ısı tanımının yanlış yapılması olduğu düşünülmektedir. Çünkü Ekin, ısı tanımını ne zaman bilimsel kuramlara uygun duruma getirmişse, ardından gelen görüşmede de (son görüşme) iç enerji kavramını bilimsel kuramlara uygun tabana oturtmayı başarmıştır. Burada ana problemin iç enerji tanımının ortaöğretim sürecinde yeterli olarak verilmemesi olabilir. Çünkü Ekin için madde bir enerji saklamaktadır. Çünkü maddeyi oluşturan taneciklerin kinetik enerjisi olduğunu, titreştiklerini ve aralarında bağ enerjisi

olduğunu bilmektedir. Bu durumda bu maddenin içinde tanecikler aracılığı ile saklanan enerjinin bir adı olmalıdır. Bu sakladığı enerjinin adı doğru olarak kendisine verilmemiştir. Bu durumda, çevresinden edindiği izlenim, “ısı kaybı” gibi söylemler ve benzeri etkiler nedeniyle, “maddenin tanecikleri ile sakladığı enerji” düşüncesindeki boşluğu ısı kavramı ile doldurduğu söylenebilir.

Son haftada Ekin, iç enerji kavramını değiştirmiştir. Bir önceki hafta ısı kavramını bilimsel kuramlara uygun temellere oturtması ve araştırmalarını en başta kullandığı “termal enerji” sözcüğü ile değiştirdiği “ısıl enerji” sözcüğüyle değil de “iç enerji” sözcüğüyle yapmış olması bu değişime neden olmuş olabilir. Çünkü bir maddede saklanan enerji düşüncesi ve “taneciklerin toplam enerjisi” düşüncesi artık boşta kalmıştır. Daha önceden “ısıl enerji” sözcüğü ile araştırma yaptığında eriştiği ancak benimsemediği tanıma benzer tanımları “iç enerji” için de bulduğunda, zihnindeki ısı tanımı da bu sırada değişime uğramış olarak kendini göstermektedir. Artık, önceden ısı için bulduğu tanımı iç enerjiye aktarmasına engel kalmamıştır. Ayrıca “iç” sözcüğünün de kendisine çağrışım yaparak, tanımı benimsemesine katkıda bulunduğu da söylenebilir.

#### **5.1.2.3.4. Ekin’in Kavramlar Arası İlişkiler ile İlgili Kavramsal Değişim Süreci**

Ekin’in kavramlar arası ilişkiler ile ilgili düşünceleri sürecin başından sonuna kadar aşamalı olarak bazı değişimler göstermiştir. Burada, bu değişimler ve saptanan olası nedenleri incelenmiştir.

Ekin ilk haftadan beri, ısı ve iç enerjinin varlığının nedeni olarak sıcaklığı göstermiştir. Bunun nedeni, Ekin’in başlangıçta bu üç kavramdan en iyi sıcaklığı

kavramış olması olabilir. Çünkü sıcaklığı tanımlayamasa da ne olduğunu ve olmadığını betimleyebilmektedir. Üstelik maddedeki taneciklerin titreştiğini ve bunun da sıcaklık ile ilgisi olduğunu düşünmektedir. Ekin'in ısının maddede tanecikler aracılığı ile saklanan bir enerji olduğunu düşünmesi, bu sırada “ısıl enerji” olarak kullandığı iç enerjinin de ısı ile ilgili bir şey olduğunu söylemesi bu ilişkiyi kurmasının nedeni olabilir. Bu üç kavram arasındaki ilişkiler, ısı ve iç enerji kavramlarının tanımları bilimsel tabana oturana kadar böyle olmuştur. Streveler ve arkadaşları (2003), ısı ile enerji ve sıcaklık ile enerji arasındaki ilişkinin öğrenciler tarafından kavranamadığını belirtmişlerdir. Onlara göre bu ilişkinin kurulamamasının ısı ve sıcaklık ile ilgili bir çok kavram yanılgısının da nedeni olarak görmektedirler.

Ekin süreç boyunca sıcaklık ve iç enerji arasında var olan  $E = 3(\frac{1}{2}.k.T)$  biçimindeki ilişkiye doğrudan hiç değinmemiştir. Ancak “sıcak maddelerin taneciklerinin titreşimi daha fazladır” düşüncesini dile getirmiştir. Başlangıçta maddelerin titreşimleri ile sıcaklık arasında ve ısı arasında kurduğu ilişki, sıcaklık ile ısı arasında benzer bir bağ kurmasına neden olmuştur. Isının taneciklerin toplam titreşim enerjisi, sıcaklığın da ortalama titreşim enerjisi ile ilgili bir gösterge olduğunu düşünmektedir. Yani iç enerji ile sıcaklık arasında kurması gereken ilişkiyi, ısı ile sıcaklık arasında kurmuştur. Bunu “maddenin kütlesi arttığında sıcaklığı değişmez ama ısı artar” biçimindeki düşüncesinde açık olarak görmekteyiz.

Ekin'in ısı tanımını dördüncü haftada değiştirmesi ile ısı ile sıcaklık arasındaki ilişki de değişime uğramıştır. Önceden sıcaklıkla iç enerji arasında olması gereken ilişkiyi ısı ile sıcaklık arasında kurmakta ve sıcaklığın ısının kaynağı olduğunu söylemekteyken, artık ısının kaynağını “sıcaklık farkı” ile ilişkilendirmektedir. Yani sıcaklık farkı olmadığı durumda ısıdan söz edememektedir. Bu durum, bilimsel kuramlarla uyumludur.

Ekin'in son haftada iç enerji tanımını, önceden yaptığı ısı tanımına çok yakın bir tanımla değiştirmesiyle, sıcaklık ve ısı arasında önceden kurduğu ilişkiyi, artık sıcaklık ile iç enerji arasında kurduğu düşünülebilir.

#### **5.1.2.3.5. Ekin'in Kavramsal Değişim Süreci ile İlgili Genel Saptamalar**

Ekin ile yapılan görüşmeler sırasında, süreç içinde Ekin'in kavramsal yapısındaki değişimlerin yanında, kavramları edinme ve zihnine yerleştirme süreci de incelenmiştir. Burada, kavramsal yapı ile alınan veriler ve gözlemler sonucu yapılan bir takım saptamalar verilmiştir.

Ekin'de gözlemlenen özelliklerden biri, bazı bilgileri ezberleyip söylemesine karşın, aslında o bilgileri özümsememiş olduğudur. Bunlar, genellikle alanyazında kavram yanılgısı olarak geçen ve öğretmenlerin vurgulayarak, üzerinde durarak öğrencilere ezberlettiği çarpıcı ve önemli bilgilerle uyumludur. Bunlar slogan biçiminde ezberlenmiş görünmektedir. Ancak benimsenmemiş ve kavranmamış olduğu anlaşılmaktadır. Kimi zaman, “sıcaklığın bir enerji olmadığı” gibi kalıplaşmış bu söylemler işe yaramış ancak çoğu zaman da arkası doğru biçimde doldurulmayan, boşlukta asılı kalan söylemler olarak kalmış görünmektedir. Kimi zaman da Ekin'in verdiği yanıtlar sezgisel olmaktan öteye gitmemektedir. Öğrencilerin birçoğunun da Ekin gibi deneyim ve sezgilerden temelini alan bir hazırbulunuşluğana sahip olduğu araştırmalar göstermektedir (Clough ve Driver, 1985; Erickson, 1979; Erickson & Tiberghien, 1985; Rogan, 1988; Tiberghien, 1980). Ancak Ekin, süreç boyunca sezgisel yanıtlar ve ezberlenmiş sloganlardan uzaklaşmış ve daha sorgulayıcı bir yaklaşım sergilemiştir. Harrison ve arkadaşlarının (1999) yaptıkları araştırma bu durumu desteklemektedir. Söz konusu araştırmanın sonuçları, kavramsal değişimin gerçekleşmesi sırasında öğrencilerin kendi öğrenmelerine olan sorumluluklarının arttığı,

zihinsel riskleri alabildikleri, yazılı ve sözlü problemlerin çözümünde daha kararlı oldukları ve eleştiri yapabildikleri yönündedir.

Ekin’de gözlemlenen bir diğer özellik de, kavramsal bilgilerinin birbirinden bağımsız oluşudur. Öğrendiği slogan niteliğindeki bilgiler ve düşünce parçaları zihninde birer adacık gibi yerleşmiş görünmektedir. Bu bilgiler arasında bağ kurmakta, bilgiler arası geçiş yapmakta ve bir durum için bildiğini diğer duruma uyarlamakta güçlük çektiği söylenebilir. Bu parçalı bilgilerle öğrencinin konuyu kavraması olanaksızdır. Bunun nedeni, bilgileri kalıplar halinde doğrudan alıp içselleştiremeden, deneyimleri ve yaşamıyla ilişkilendiremeden zihninde saklıyor olması olabilir. Bu durum bilgilerin yapılandırılmasına engeldir (Mäntylä, 2006).

Süreç boyunca araştırmacı, gözlemlerine dayanarak, Ekin’in sürekli geriye dönüşler yaşadığını algılamıştır. Bir konudaki düşüncesi değişime uğramış görünürken, bir sonraki görüşmede önceki düşüncelerine geriye dönebilmektedir. Genel anlamda ilerleme kaydedilse de, bu inişli çıkışlı bir değişim biçiminde olmaktadır. Ayrıca bazı araştırmalarda olduğu gibi (Jara-Guerrero, 1993; Kesidou ve Duit, 1993; Lewis ve Linn, 1994) bu çalışmada da öğrencinin kavramlar ile ilgili bir takım yanlışlarına sahip olduğu veya kavramlar hakkındaki bilgilerinin eksik olduğu sonucuna varılmıştır. Bazı yanlışların süreç sonunda bile devam ediyor olması, bu yanlışların kavramsal değişime karşı daha dirençli olduğunu göstermektedir (Carlton, 2000a; Hewson ve Hewson, 1991; Thomaz ve diğerleri, 1995). Lewis ve Linn’e (1994) göre bilimadamları bile bu tür yanlışlara sahip olabilmektedir. Bazı araştırmalar da bunu desteklemektedir (Leura, Otto and Zewitz, 2005; Lewis ve Linn, 2003).

## 5.2. Öneriler

Burada, araştırma sonuçlarından yola çıkarak eğitimciler ve ileride yapılacak olan araştırmalar için araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

PDÖ'nün bir yaklaşım olarak öğrencilerin güdülenmesinde ve bir takım duyuşsal ve bilişsel özelliklerinin artmasından etkili olduğu görülmektedir. PDÖ'nün kavramsal öğrenmeye de en az duyuşsal etkileri kadar katkısı olduğu da görülmüştür. Bu nedenle eğitimde daha sık kullanılması her iki açıdan da yararlı olacaktır. Aynı zamanda PDÖ, öğrencilerde kavramsal değişim yaratmak için denenmiş ve başarılı olduğu görülmüştür. İleride yapılacak olan çalışmalarda da öğrencilerde kavramsal değişim yaratmak ve kavramsal öğrenmeyi sağlamak için bir yöntem olarak kullanılabilir.

İç enerji kavramının eğitim programlarında daha geniş yer bulması ve ısı kavramından önce öğrencilere kavratılması önemlidir. Bu durum ısı kavramının daha iyi kavranmasına ve ısının maddede saklanan bir enerji olduğu gibi bir takım kavram yanlışlarının oluşmasının engellenmesine yararlı olabilir. Sıcaklık ve iç enerji arasındaki,  $E = 3(\frac{1}{2}k.T)$  biçimindeki bağıntı başta olmak üzere, ayrıntılı ilişkiler verilmelidir. Bununla birlikte Kelvin birimiyle sıcaklığın üzerinde durulmalıdır.

İç enerji kavramının eğitim programlarında daha geniş yer bulmasının yanı sıra, bu kavramı anlatmak için alanyazında var olan “ısı enerjisi” ve “termal enerji” sözcükleri kullanılmayıp, Türkçe kökenli olan ve çağrışım yapması açısından “ısı” sözcüğündeki hatayı barındırmayan “iç enerji” sözcüğü kullanılmalıdır.

Bilimsel kuramalar, iç enerji ve ısıyı birbirinden ayrı olarak tanımlamaktadır. Bu iki kavramdan birinin diğerinin yerine geçtiği görülmektedir. Bu durumda bir başka seçenek olarak, ısı kavramını, iç enerjiyi de içine alacak biçimde yeniden tanımlamak olabilir. Ancak durum, tüm bilimsel çevrelerin ortak kabullerinde değişimi gerektirir. Bu tür bir yaklaşım, öğrencinin zihinsel yapısını bilimsel kuramlara uydurmak yerine, bilimsel kuramları öğrencinin zihinsel yapısına uydurmaktır. Bu bir seçenektir. Ancak uygulanması bir çok güçlükler barındırmaktadır.

Özellikle temel fizik konularında “sürtünme ile kaybolan enerjinin ısıya dönüşmesi” düşüncesi terk edilmelidir. Kaybolan kinetik enerjinin başka bir enerji türüne dönüştüğünün söylenmesi yeterli olacaktır. Ancak ısrarla ısıya dönüştüğünün söylenmesi, ısı kavramının doğru algılanmasını güçleştirmekte olabilir. Benzer durum “ısı kaybı” söylemi için de geçerlidir.

Titreşim hareketi, momentum ve genel olarak mekanik konularındaki kavram yanılgıları ısı ve sıcaklık ile ilgili kavramların doğru olarak algılanmasına engel olabilmektedir. Bu nedenle bu konularda kavram yanılgılarının da giderilmesi gerekmektedir.

Isı aktarım yolları ortaöğretimde ve eğitimin diğer düzeylerinde neden-sonuç ilişkisi ile daha ayrıntılı olarak verilmelidir. Günlük yaşamda ısı ve sıcaklık sözcüklerinin doğru yerlerde kullanılmasına özen gösterilmelidir. Öğrencilerin bireysel zihinsel yapısı dikkate alınarak ve etkin olabilecekleri PDÖ gibi yöntemler kullanılarak eğitimin yapılması yararlı olacaktır.

## KAYNAKÇA

- Açıkgöz, K. Ü. (2003). *Aktif öğrenme*, 3. Baskı, Eğitim Dünyası Yayınları, İzmir.
- Adawi, T.; Berglund, A.; Booth, S. & Ingerman, A. (2001) *On Context in Phenomenographic Research on Understanding Heat and Temperature*, The 9th EARLI conference, Fribourg, August.
- Albenese, M. & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: A review of the literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68, 52-81.
- Alper, A. Y. (2003). *Web Ortamlı Probleme Dayalı Öğrenmede Bilişsel Esneklik Düzeyinin Öğrenci Başarısı ve Tutumları Üzerindeki Etkisi*. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı Eğitim Teknolojisi Programı, Ankara, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Altun, M. (1995). *İlkokul 3, 4 ve 5. Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Davranışları Üzerine Bir Çalışma*, Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Altun, M. (2000). İlköğretimde Problem Çözme Öğretimi. *Milli Eğitim Dergisi*, Sayı 147.
- Altunışık, R.; Coşkun, R.; Yıldırım, E. ve Bayraktaroğlu, S. (2002). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*, 2. Baskı, Adapazarı: Sakarya Kitabevi

- Anania, J. (1983). The influence of instructional conditions on student learning and achievement. *Evaluation in Education: An International Review Series* 7(1): 1–92.
- Arends, R. I. (1998). *Learning to teach*, 4th Edition, Boston, USA: McGraw Hill
- Arnold, M. & Millar, R. (1996) Learning the scientific “story”: A case study in the teaching and learning of elementary thermodynamics. *Science Education*, 80 (3): 249–81.
- Aslan, O. (2009). *Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşleri ve Bu Görüşlerin Sınıf Uygulamalarına Yansımaları*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara: 2009.
- Ayas, A. P. (2008). Kavram Öğrenimi. Çepni, S. (Editör) *Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi*, Pagem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Aydın, F. (2009). *Teknolojinin Doğasına Yönelik Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşlerinin ve Kavramlarının Gelişimi Ve Öğretimde İkilemlerin Etkililiği*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara: 2009.
- Aydoğan, S.; Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003) Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanılgıları, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 111-124.

- Banta, T. W.; Black, K. E. & Kline, K. A. (2000). PBL 2000: Plenary address offers evidence for and against problem-based learning, *PBL Insight*, 3(3), 1-11.
- Barr, B. B. (1994). Research on problem solving: Elementary school, (Ed: Gabel, D.L.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, Simon & Schuster MacMillan, New York.
- Barrows, H. S. & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*, New York: Springer
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.
- Barrows, H. S. & Myers, A. C. (1993). *Problem-based learning in Secondary Schools. Unpublished Monograph*, Springfield, IL: Problem-Based Learning Institute, Lanphier High School and Southern Illinois University Medical School.
- Barrows, H. S. (1994). *Practice-Based Learning: Problem-Based Learning Applied to Medical Education*. Springfield, IL: Southern Illinois University School of Medicine.
- Bartzer, S. (2001). *The development of creative thinking through an adequate engineering education*, International Conference on Engineering Education, 18-22, August 6-10, Oslo, Norway

- Başer, M. (2003). *Effect of Conceptual Change Instruction on Understanding of Heat and Temperature Concepts and Science Attitude*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Başer, M. (2006) Fostering Conceptual Change By Cognitive Conflict Based Instruction On Students' Understanding Of Heat And Temperature Concepts, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, Volume 2, Number 2, July, 96-114.
- Başer, M.; & Geban, Ö. (2007) Effectiveness of conceptual change instruction on understanding of heat and temperature concepts. *Research in Science and Technological Education*, 25, No.1, 115–133.
- Bayrakçıken, S. (2000). Bilimsel Okur-Yazarlık. *Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi*, 12 Ağustos 2000, 699/15.
- Bayık, F. (2010). *11. Sınıf Öğrencilerinin Geometrik Problemlerle İlgili Oluşturdukları Dış Temsillerle İç Temsiller Arasındaki Etkileşimler*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baysal, Z. N. (2003). *İlköğretim Sosyal Bilgiler Dersinde Öğretmen Tutumlarının Problem Çözmeye Dayalı Öğrenmeye Etkisi*. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul, Doktora Tezi.
- Beasley, G. (2008). A Project of the New England Board of Higher Education (NEBHE). Aktaran: Donnelly, J. Creating the PBL Challenges, *Photon PBL*

News, Spring 2008, Issue: 2.  
 <<http://www.nebhe.org/info/pdf/programs/PHOTON/newsletters/PBLNewsSpring08.pdf>> adresinden 12 Haziran 2008 tarihinde alınmıştır.

Bereiter, C. & Scardamalia, M. (1993). *Surpassing Ourselves: An Inquiry into the Nature and Implications of Expertise*. Chicago: Open Court.

Berkson, L. (1993) Problem-based learning: Have expectations been met? *Academic Medicine*, 68, October, 579-588.

Bingham, A. (1971). *Çocuklarda Problem Çözme Yeteneklerinin Geliştirilmesi* (Çev.: A. Ferhan Oğuzkan). Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.

Blacklow, R. S. & Engel, J. D. (1991) The University of Delaware/Jefferson Medical Scholars Program: An approach to educating physicians for academic leadership and practice. *Delaware Medical Journal*, 63, 303-307.

Blake, J. M.; Norman, G. R. & Smith, E. K. M. (1995) Report card from McMaster: student evaluation at a problem-based medical school. *The Lancet*, 345, 899-902.

Bloom, B.S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher* (June/July): 4–16.

- Blumenfeld, P.; Soloway, E. & Marx, R. A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the doing, supproting the learner. *Educational Psychologist*, Vol 26 (3-4), 369-398.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63, 873-878.
- Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. (1992). *Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods*, Second Edition, Boston: Allyn and Bacon.
- Bonsting, J. J. (1992). *Kalite Okulları, Eğitimde Toplam Kalite Yönetimine Giriş*, Çeviren: Köksal, H.; Dünya Yayıncılık, İstanbul.
- Boud, D. (Ed.) (1985) *Problem-Based Learning for the Professions*, Sydney. HERDSA
- Boud, D. (1989). The role of self-assessment in student grading. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 14, 20-30.
- Boud, D. & Feletti, G. (Eds.) (1991) *The Challenge of Problem-Based Learning*. St Martin's Press, N. Y.
- Boud. D. & Feletti G. I. (1997). *The challenge of problem-based learning*. Kogan Page Ltd. London.

- Bransford, J. D.; Brown, A. L. & Cocking, R. R. (1999). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
- Bridges, E. M. & Hallinger, P. (1992). *Problem-based learning for administrators*. Eugene, Oregon: ERIC Clearinghouse on Educational Managment.
- Brophy, J. (1986). Teacher effects research and teacher quality. *Journal of Classroom Interaction*, 22, 14-23.
- Bruner, J. (1962). *On knowing: Essays for the left hand*. Combridge, Mass.: Harward University Press.
- Bryman, A. & Bell, E. (2003). *Business Research Methods*. Oxford: Oxford University Press.
- Burch, K. (1995) PBL and the lively classroom. About Teaching, *Newsletter of the University of Delaware's Center for Teaching Effectiveness*, No. 47 p. 2.
- Burke, A. J. (1983). *Students' Potential for Learning Contrasted under Tutorial and Group Approaches to Instruction*. University of Chicago.
- Campanario, J.M. (2002). Ther Paralleism Between Scientist' and Students' Resistance to New scientific ideas. *International Journal of Science Education*, 24(10), 1095-1110.

- Carlton, K. (2000a) Teaching about heat and temperature, *Physics Education*, 35(2) March, 101-105.
- Carlton, K. (2000b). Heat and Temperature. *Physics Education*, 35(5) September, 316-317.
- CDLI (2008) Centre for Distance Learning and Innovation Web Site  
<[http://www.cdli.ca/courses/chem3202/unit02\\_org01\\_ilo01/b\\_activity.html](http://www.cdli.ca/courses/chem3202/unit02_org01_ilo01/b_activity.html)>  
> adresinden 22 Mart 2008 tarihinde alınmıştır.
- Chadwick, B. A.; Bahr, H. M. & Albrecht, S. L. (1984). *Social Science Research Methods*, Hillsdale, NJ: Prentice Hall Press.
- Chang, G.; Cook, D.; Maguire, T.; Skakun, E.; Yakimets, W. & Warnock, G. (1995). Problem-based learning: Its role in undergraduate surgical education. *Canadian Journal of Science*, 38(1): 13–21.
- Charles, C. M. (1999). *Öğretmenler için Piaget İlkeleri*. (Çev.: Ülgen, G.), Anı Yayıncılık, Ankara.
- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66-71.
- Clough, E. E. & Driver, R. (1985) Secondary students' conceptions of the conduction of heat: bringing together scientific and personal views, *Physics Education*, 20, 176-182.

- Cordeiro, P. A.; Kraus, C.; Hastings, S. & Binkowski, K. (1997). *A problem-based learning approach to professional development*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Education Research Association, March 24–28, Chicago, IL.
- Creswell, J. W. (2003). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Approaches*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Creswell, J.; & Plano Clark, V. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Czujko, R. (1994) Physics job market: a statistical overview. *AAPT Announcer* 24, 62.
- Çakır, Ö. S. ve Tekkaya, C. (1999). Problem-based learning and its application into science education. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 137-144.
- Çavuş, Ş. ve Genç, S. Z. (2001). Problem Çözme Yönteminin Niteliği ve İlköğretim Okulları Hayat Bilgisi Dersinde Kullanılışı. *Çağdaş Eğitim Dergisi*. Nisan-2001, 35-39.
- Çengel, Y. A. (2006) *Heat and Mass Transfer: A Practical Approach*, Third Edition, NY: McGraw-Hill.
- Çengel, Y. A. & Boles, M. A. (2007) *Thermodynamics: An Engineering Approach*, Sixth Edition, NY: McGraw-Hill.

- Çengel, Y. A. ve Boles, M. A. (2008) *Termodinamik: Mühendislik Yaklaşımıyla*, (Beşinci Baskıdan Çeviri, Çeviri Editörü: Ali Pınarbaşı), İzmir: Güven Kitabevi.
- Çepni, S.; Ayas, A; Johnson, D. ve Turgut, M. F. (1997). *Fen Eğitiminde Problem Çözme. Fizik Öğretimi-Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi*, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Ankara.
- Çepni, S.; Ayvaci, H. Ş. ve Bacanak, A. (2004). *Fen-Teknoloji-Toplum*. Top-Kar Matbaacılık, Trabzon.
- Çiftçi, S.; Meydan, A. ve Ektem, I. S. (2007) Sosyal Bilgiler Öğretiminde Probleme Dayalı Öğrenmeyi Kullanmanın Öğrencilerin Başarısına ve Tutumlarına Etkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 17, 179-190.
- Dahlgren, M. A.; Castensson, R. & Dahlgren, L. O. (1998). PBL from the teachers' perspective, Conceptions of the tutor's role within problem based learning, *Higher Education*, 36, 437-447
- Dahlgren, M. A. & Öberg, G. (2001). Questioning to learn and learning questions: Structure and function of problem based learning scenarios in environmental science education, *Higher Education*, 41, 263-282.
- Damlı, V. (2010). Kavramsal Değişim Yaklaşımına Dayalı Web Tabanlı Etkileşimli Öğretimin Üniversite Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram

Yanılgılarını Gidermeye Etkisi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Das, M.; Mpofu, D. J. S.; Dunn, E. & Lanphear, J. H. (1998). Self and tutor evaluations in problembased learning tutorials: Is there a relationship? *Medical Education*, 32, 411-418.

Das, M.; Mpofu, D. J. S.; Hasan, M. Y. & Stewart, T. S. (2002). Student perceptions of tutor skills in problem-based learning tutorials. *Medical Education*, 36, 272-278.

Daunt, B. (1997). *Öğreticinin El Kitabı* (Çev.: Kalkandelen, H.), Pagem Akademi Yayıncılık, Ankara.

de Ribeiro L. R.; da Grac, M. & Mizukami, N. (2005) Student Assessment of a Problem-Based Learning Experiment in Civil Engineering Education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, Volume 131, Number 1, January 2005, 13-18.

Delgado, F. (2004). Designing PBL Scenarios For A Course With Integrated Curriculum, Teamwork Environment And Use Of Tecnology. *Boletín de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación* Vol. 2, No. 1, Octubre, 5-12.

Delisle, R. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Denayer, I.; Thael, K.; Vander-Sloten J. & Gobin, R. (2003). Teaching a structured approach to the design process for undergraduate engineering students by problem-based education. *European Journal of Engineering Education*, 28 (2), 203-214.

Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (2000). The Discipline and Practice of Qualitative Research. In N. K. Denzin, and Y.S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research*, Second Edition, Thousand Oaks: Sage.

Deveci, H. (2002). *Sosyal Bilgiler Dersinde Probleme Dayalı Öğrenmenin Öğrencilerin Derse İlişkin Tutumlarına, Akademik Başarılarına ve Hatırlama Düzeylerine Etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı, Eskişehir.

Dewey, J. (1983). *How we think?* Lexington, Mass.: D.C. Heath.

Dicle, O. (Ed.) (2002). *Probleme Dayalı Öğrenim*. DEÜ Tıp Fakültesi, Eğitimcilerin Eğitimi Komitesi, Dokuz Eylül Yayınları, İzmir.

Doğru, M. (2005). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarında Çevre Problemlerinin Çözümünde Problem Çözme Yönteminin Uygulanması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi (2002). *Probleme Dayalı Öğrenim*, Dokuz Eylül Yayınları, İzmir.

- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.
- Driver, R. & Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: a constructivist view. *School Science Review*, March, 443-456.
- Driver, R.; Guesne, E. & Tiberghien, A. (1998). *Children's ideas and the learning of science, Children's Ideas Science*, Open University Press, Buckingham, Great Britain, 1-9.
- Duch, B. J.; Groh, S. E. & Allen, D. E. (2001). *The Power of Problem-Based Learning*. Virginia (USA): Stylus Publishing.
- Duffield, J.A. & Grabinger, R.S. (1997). *Problem based learning at the University of Colorado at Denver*. Paper presented at the National Convention of the Association for Educational Communications and Technology, Albuquerque, NM. February 14–18.
- Duffy, T. M. (1994). *Corporate and Community Education: Achieving success in the information society*. Unpublished paper. Bloomington, IN: Indiana University.
- Duit, R. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning, *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688.

Dutch, B. (1995). *Problems: A Key Factor in PBL*. Center of Teaching Effectiveness. Web Edition, 1.

Edens, K.M. (2000). Preparing problem solvers for the 21st century through problem-based learning, *College Teaching*, 48(2), 55-60.

Ekiz, D. (2003). *Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metotlarına Giriş: Nitel, Nicel ve Eleştirel Kuram Metodolojileri*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Ellis, M.; Alexander, V. D.; Cronin, A.; Dickinson, M.; Fielding, J.; Sleney, J. & Thomas, H. (2006). Triangulation and Integration: Processes, Claims and Implications. *Qualitative Research*, 6(1), 45–59.

Erickson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63: 221-230.

Erickson, G. L. (1980) Children's viewpoints of heat: A second look. *Science Education*, 64 (3): 323–36.

Erickson, G. L. (1985) Heat and temperature, In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds) *Children's ideas in science*, Philadelphia, PA: Open University Press.

Erickson, G. & Tiberghien, A. (1985). Heat and Temperature. In R. Driver, E. Guesne, & A Tiberghien(Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 52-83). Philadelphia, PA: Open University Press.

- Erlandson, D. A.; Haris, E. L.; Skipper, B. L. & Allen, S. T. (1993). *Doing naturalistic inquiry: A guide to methods*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Eryılmaz, A. (1992). *Students' preconceptions in introductory mechanics*. Unpublished Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Eryılmaz, A. (1996). *The effects of conceptual assignments, conceptual change discussions and a CAI program emphasizing cognitive conflict on students' achievement and misconceptions in physics*. Dissertation Abstracts International, 57-04A, 1546.
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002). *Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi*. 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Erzberger, C. & Prein, G. (1997). Triangulation: Validity and Empirically-based Hypothesis Construction. *Quality and Quantity*, 31(2), 141–54.
- Foss, C.; & Ellefsen, B. (2002). The Value of Combining Qualitative and Quantitative Approaches in Nursing Research by Means of Method Triangulation. *Journal of Advanced Nursing*, 40(2), 242–8.
- Frear, V. & Hirschbuhl, J.J. (1999). Does interactive multimedia promote achievement and higher level thinking skills for today's science students?, *British Journal of Educational Technology*, 30(4), 323-329.

- Frederic, I.; Valk, T.; Lette, L.; & Thoren, I. (1999). Pre-service physics teachers and conceptual difficulties on temperature and heat. *European Journal of Teacher Education*, 22, 61–74.
- Frederiksen, N. (1984). Implications of cognitive theory for instruction in problem solving. *Review of Educational Research*, 54(3): 363–407.
- Gallagher, S. A. & Stepien, W. J. (1995). Implementing Problem-Based Learning In Science Classrooms, *School Science & Mathematics*, March 1995, 95 (3), 136-146.
- Gallagher, S. A. (1997). Problem-based learning: Where did it come from, what does it do, and where is it going? *Journal for the Education of the Gifted* 20(4): 332–362.
- Genç, H. ve Küçük, M. (2004). *Öğrenci merkezli fen bilgisi öğretim programının uygulanması üzerine bir durum tespiti çalışması*, Bildiriler: XII. Eğitim Bilimleri Kongresi, Cilt III, GÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1555-1572.
- Giancoli, D. C. (2005) *Physics: Principles with Applications*, Sixth Edition, Pearson Education International.
- Gilbert, J.K. & Watts, D.M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*, 10, 61-98.

- Glaser, B. & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory. Strategies for qualitative research*. New York: Adline de Gruyter.
- Goulet, R. U. (2002). *Experimental Problem Based Learning in the Mechanics of Materials Laboratory*. American Society for Engineering Education Annual Conference ve Exposition, June 16-19, Montréal, Quebec, Canada.
- Goulet, R. & Owino, J. (2001). *Mini-lab Round Robin: Alternative to Demonstration Lab*. ASEE Southeastern Meeting, Charleston, SC, April.
- Greca, I. M. & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models and modelling. *International Journal of Science Education*, 22, 1-11.
- Greene, J.; Benjamin, L. & Goodyear, L. (2001). The Merits of Mixing Methods in Evaluation. *Evaluation*, 7(1), 25–44.
- Greenwald, N. L. (2000). Learning from problems. *The Science Teacher*, 67(4), 28-32.
- Groh, S. E.; Williams, B. A.; Allen, D. E.; Duch, B. J.; Mierson, S. & White, H. B.; III (1996) *Institutional change in science education: a case study*. In *Student-Active Science: Models of Innovation in College Science Teaching*. (McNeal A. P. and D'Avanzo, C. Eds.) Saunders Publishers, Philadelphia, PA Submitted.
- Güçlü, N. (2003). Lise Müdürlerinin Problem Çözme Becerileri, *Milli Eğitim Dergisi*, 160.

- Gümüş, S.; Öner, F.; Kara, M.; Orbay, M. ve Yaman, S. (2003). Isı ve sıcaklık üzerine kavram yanılgıları, *Milli Eğitim Dergisi*, 157.
- Günhan, B. C. ve Başer, N. (2008) Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Geometriye Yönelik Özyeterlik İnançlarına Etkisi. *e-Journal of New World Sciences Academy Social Sciences*, 3, (3), C0075, 551-562.
- Gürses, A. Doğar, Ç. ve Yalçın, M. (2002). *Isı ve sıcaklık konusunun öğretiminde sürekli değerlendirmeye dayalı öğretim etkinliğinin incelenmesi*, 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi (2003). *Probleme Fayalı Öğrenme (PDÖ) Oturumları Uygulama Rehberi*, HÜTF Tıp Eğitimi ve Bilişimi Anabilim dalı, Eylül, Ankara.
- Hameed, H., Hackling, M. W., & Garnett, P. J. (1993). Facilitating conceptual change in chemical equilibrium using a CAI strategy. *International Journal of Science Education*, 15, 221-230.
- Hancock, B. (2004). An introduction to qualitative research. C. Cassell ve G. Symon (Eds.); *Qualitative methods in organizational research: Apractical guide*, London:Sage
- Hard, H.; Suanberg, H. & Koch, M. (1995). Training Tutors in a Problem Based Curriculum. *Medical Teacher*, 17 (2).

- Harland, T. (2002). Zoology students' experiences of collaborative enquiry in problem-based learning, *Teaching in Higher Education*, 7(1), 3-15.
- Harris, K.; Marcus, R.; McLaren, K. & Fey, J. (2001). Curriculum materials supporting problem-based teaching, *School Science & Mathematics*, 101(6), 310-318.
- Harrison, A (1996). Student Difficulties in Differentiating Heat and Temperature. Paper presented in 21st Annual Conference of the Western Australian Science Education Association, Perth, November, 1996.
- Harrison, A. G.; Grayson, D. J. & Treagust, D. F. (1999) Investigating a Grade 11 Student's Evolving Conceptions of Heat and Temperature, *Journal Of Research In Science Teaching*, Vol:36, No:1, 55-87.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2001). Conceptual change using multiple interpretive perspectives: Two case studies in secondary school chemistry. *Instructional Science*, 29, 45-85.
- Hewitt, P. G. (2005). *Conceptual Physics*, 10th Edition, NJ: Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Hewson, P. & Hewson, M. (1991). The Status of students conceptions Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Institute for Science Education at the University of Kiel. 59-73.

- Holen, A. (2000). The PBL group: Self-reflections and feedback for improved learning and growth, *Medical Teacher*, 22(5), 485-488.
- Howard, J. B. (1999). Using a social studies theme to conceptualize a problem. *Social Studies*, Jul/Aug, Vol 90 (4), 171-175.
- Incropera, F. P.; Dewitt, D. P.; Bergman, T. L. & Lavine A. S. (2007) *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, Sixth Edition, Danvers: John Wiley & Sons Inc.
- Jara-Guerrero, S. (1993). Misconceptions on Heat and Temperature. Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Ithaca, NY.
- Johnson, P. A. (1999). Problem-Based, Cooperative Learning in The Engineering Classroom. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 125 (1), 8-11.
- Johnson, R. B.; & Christensen, L. B. (2004). *Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Johnson, R. B. & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7), 14–26.
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 45(1): 65–94.

- Jonassen, D. H. (2003). Designing Research-Based Instruction for Story Problems. *Educational Psychology Review*, 15 (3), 267-296.
- Jones, M. G.; Carter, G. & Rua, M. J. (2000) Exploring the Development of Conceptual Ecologies: Communities of Concepts Related to Convection and Heat, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.37, No.2, 139-159.
- Kaasbøll, J. J. (1998). Teaching Critical Thinking and Problem Defining Skills, *Education and Information Technologies*, 3 (2), 1-17.
- Kalaycı, N. (2001). *Sosyal Bilgilerde Problem Çözme ve Uygulamalar*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kalem, R.; Tanel, Z. ve Çallica, H. (2002). *Ortaöğretim fizik dersi sıcaklık ve ısı konusu öğretimi üzerine bir program geliştirme çalışması*, 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 185-193.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2002). *Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının hizmet öncesi fen öğretmenlerinin problem çözme becerileri ve öz-yeterlik inanç düzeylerine etkisi*, 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitapçığı, 16-18 Eylül, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

- Kaptan, F. ve Kuşakçı, F. (2002). *Fen öğretiminde beyin fırtınası tekniğinin öğrenci yaratıcılığına etkisi*, 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitapçığı, 16-18 Eylül, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Karakırık, E. (2002). *Aşamalı Problem Çözümü*. 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Karaoğlu, Ö. (2010). *Matematik Öğretmen Adaylarının Anahtar Nokta ve Fikirlerle Desteklenmiş İspatları Yapabilme Performansları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karasar, N. (1991). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Nobel yayınları, Ankara.
- Karasar, N. (2003). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kehoe, J. (1995). ERIC/AE Digest Series EDO-TM-95-11.
- Kelle, U. (2001). Sociological Explanations between Micro and Macro and the Integration of Qualitative and Quantitative Methods. *FQS* <<http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/966/2109>> adresinden 14 Temmuz 2009 tarihinde alınmıştır.
- Kelly, O. & Finlayson, O. (2009) A hurdle too high? Students' experience of a PBL laboratory module. *Chemistry Education Research and Practice*, Vol: 10, Issue: 1, 42-52.

- Keser, Ö. F. (2003). *Fizik Eğitime Yönelik Bütünleştirici bir Öğretim Ortamı Tasarımı ve Uygulaması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kesidou, S. and Duit, R. (1993). Students' Conceptions of the Second Law of Thermodynamics: An Interpretive Study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 85-106.
- Kızılcık, H. Ş. ve Ünsal, Y. (2008) *Fizik Öğretmeni Adaylarının Bazı Eş Anlamlı Fizik Kavramlarını Algılama Düzeyleri ve Kullanım Tercihleri: Bir Durum Çalışması*, 8. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 27–29 Ağustos 2008, Bolu-Türkiye.
- Kneeland, S. (2001). *Problem Çözme*. (Çev.: Kalaycı, Nurdan), Gazi Kitabevi, Ankara.
- Kolari, S. & Savander-Ranne, C. (2000). Will the Application of Constructivism Bring a Solution. to Today's Problems of Engineering Education? *Global Journal of Engineering Education*, 4(3), 275-280.
- Korkmaz, H. (2002). *Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenmenin yaratıcı düşünme, problem çözme ve akademik risk alma düzeylerine etkisi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Koschmann, T. (2002). Introduction to special issue on studying collaboration in distributed PBL environments. *Distance Education*, 23 (1), 5-9.

- Krajcik, J. S. (1991) Developing students' understandings of chemical concepts. In *The psychology of learning science*, Glynn, S. H.; Yeany, R. H. & Britton B. K. (Eds.) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Krajcik, J. S.; Blumenfeld, P. C.; Marx, R. W. & Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project-based instruction. *Elementary School Journal*, 94, 483-497.
- Kukla, A. (2000) *Social Constructivism and the Philosophy of Science*, Routledge, London
- Laburu, C. E. & Niaz, M. (2002) A Lakatosian Framework to Analyze Situations of Cognitive Conflict and Controversy in Students' Understanding of Heat Energy and Temperature, *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 11, No. 3, September, 211-219.
- Lattery, M. J. (2001). Thought experiments in physics education: A simple and practical example, *Science & Education*, 10, 485-492.
- Leahy, M. M. L.; Dodd B. J. D.; Walsh, I. P. W. & Murphy, K. M. (2006) Education for practice in the UK and Ireland: Implementing Problem-Based Learning. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, Volume 58, Number 1, January, 48-54.
- Leite, L. (1999) Heat and Temperature: An analysis of how these concepts are dealt with in textbooks, *European Journal of Science Education*, Vol.22, No.1, 75-88.

- Luera, G. R., Otto, C. A. & Zitzewitz, P. W. (2005). A conceptual change approach to teaching energy & thermodynamics to pre-service elementary teachers. *Journal Physics Teacher Education Online* 2(4), 3-8.
- Lewis, E. L. & Linn, M. C. (1994). Heat, energy and temperature concepts of adolescents, adults and experts: Implications for curricular improvements, *Journal Research in Science Teaching*, 31, 657-677.
- Lewis, E. L. & Linn, M. C. (2003) Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: Implications for curricular improvements. *Journal of Research in Science Teaching*, 40:S155–75.
- Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Linn, M. C. & Songer, N. B. (1988) *Curriculum reformulation: Incorporating technology into science instruction*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association: Conceptual Models of Science Learning and Science Instruction Symposium, New Orleans, LA.
- Linn, M. C. & Songer, N. B. (1991). Teaching thermodynamics to middle school students: What are appropriate cognitive demands? *Journal of Research in Science Teaching*, (28) 885–918.
- Lockyer, S. (2006). Heard the One About ... Applying Mixed Methods in Humour Research? *International Journal of Social Research Methodology*, 9(1), 41-59.

- Lohman, M.C. & Finkelstein, M. (2000). Designing groups in problem-based learning to promote problem-solving skill and self-directedness. *Instructional Science*, 28, 291-307.
- Lubben, F.; Netshisuaulu, T. & Campell, B. (1999). Students' Use of Cultural Metaphors and Their Scientific Understandings Related to Heating. *Science Education*, 83, 761-774.
- Lumsdaine, E. & Lumsdaine, M. (1995). *Creative Problem Solving, Thinking Skills For A Changing World*, McGraw Hill, USA.
- MacKenzie, A. M.; Johnstone, A. H. & Brown, R. I. F. (2003). Learning from problem based learning. *University Chemistry Education*, 7, 1-14.
- MacKinnon, M. M. (1999). Core Elements of Student Motivation in Problem-Based Learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 78, Summer, 49-58.
- Mäntylä, T. (2006). From Fragmented to Structured Knowledge in Physics Teacher Education. Unpublished Licentiate's thesis, University of Helsinki Department of Physical Sciences.
- Markow, P. G. & Lonning, R. A. (1998). Usefulness of concept maps in college chemistry laboratories: Students' perceptions and effects on achievement. *Journal Research Science Teaching*, 35, 1015-1029.

- Marshall, C. S.; Yamada, S. & Inada, M. K. (2008) Using problem-based learning for pandemic preparedness. *Kaohsiung Journal Of Medical Sciences*, Vol: 23, Issue: 3, March, 39-45.
- Massa, N. M. (2008). Problem-Based learning (PBL) A Real-World Antidote to the Standarts and Testing Regime. *The New England Journal Of Higher Education*, Winter 2008, 19-20.
- Maudsley, G. (2002) Making sense of trying not to teach: An interview study of tutors' ideas of problem-based learning. *Academic Medicine*, Vol: 77, Issue: 2, February, 162-172.
- Mayer, R. E. (2002). Invited reaction: Cultivating problem-solving skills through problem-based approaches to professional development. *Human Resource Development Quarterly*, 13(3), 263-269.
- Mazur, A. G. & Parry, J. (1998). Choosing Not to Choose in Comparative Policy Research Design: The Case of the Research Network on Gender, Politics, and the State. *The Policy Studies Journal*, 26(3), 384–97.
- McCourt, C. & Thomas, B. G. (2001) Evaluation of a problem-based curriculum in midwifery. *Midwifery*, Vol: 17, Issue: 4, December, 323-331.
- MEB. (2004). *İlköğretim Fen ve Teknoloji (4-5. Sınıflar) Öğretim Programı*, MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.

- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research Case Study Applications in Education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Mierson, S. & Parikh, A. A. (2000). Stories From The Field, *Change*, Jan/Feb, Vol 32 (1), 20-27.
- Milner-Bolotin, M. & Svinicki, M. D. (2000). Teaching physics of everyday life: Project-based instruction and collaborative work in undergraduate physics course for nonscience majors, *The Journal of Scholarship of Teaching and Learning*, 1(1), 25-40.
- Moody, J.D. & Gifford, V.D. (1990). *The effect of grouping by formal reasoning ability, formal reasoning ability levels, group size, and gender on achievement in laboratory chemistry*. Paper presented at the Annual Meeting of the Mid South Educational Research Association, November 15, New Orleans, LA.
- Morales-Mann, E. T. & Kaitel, C. A. (2001). Problem-Based Learning in New Canadian Curriculum. *Issues and Innovations in Nursing Education*, 33, 13-19.
- Morrison, J. (2004). Where now for problem based learning? *Education and Practice*, The Lancet, 363 (10).
- Moyle, W. (2002). Unstructured Interviews: Challenges When Participants Have a Major Depressive Illness. *Journal of Advanced Nursing*, 39(3), 266–273.

- Nakhleh, M. B. & Mitchell, R. C. (1993). Concept learning versus problem solving. *Journal of Chemical Education*, 70, 190-192.
- National Research Council (NCR) (1996). *National Science Education Standards*, Washington, DC: National Academy Press.
- Neufeld, V. R. & Barrows, H. S. (1974). The 'McMaster philosophy': An approach to medical education. *Journal of Medical Education*, 49, 1040-1050.
- Newman, I. & Benz, C. R. (1998). *Qualitative-quantitative research methodology: Exploring the interactive continuum*. Carbondale, IL: Southern Illinois University Press.
- Ngeow, K. & Kong, Y.S. (2001). Learning to learn: Preparing teachers and students for problem-based learning, *Career World*, 29(4), 18-19
- Niaz, M. (2000). A Framework to understand students' differentiation between heat energy and temperature and its educational implication. *Interchange*, 31, 1–20.
- Niaz, M. (2006) Can the Study of Thermochemistry Facilitate Students' Differentiation between Heat Energy and Temperature?, *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 15, No. 3, October, 269-276.

- Niedderer, H. (1997). Learning Process Studies in Physics: A Review of Concepts and Results. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL, March 1997.
- Niedderer, H.; Budde, M.; Givry, D.; Psillos, D. & Tiberghien, A. (2007). *Learning Process Studies*. Contributions From Science Education Research, Edited by Pinto R. & Couso D. D., The Netherlands: Springer, 159-171.
- Norman, G. R. & Schmidt, H. G. (2000). Effectiveness of problem-based learning curricula: theory, practice and paper darts. *Medical Education*, 34, 721-728.
- Oakley, A. (1998). Gender, Methodology and People's Ways of Knowing: Some Problems with Feminism and the Paradigm Debate in Social Science. *Sociology*, 32(4), 707-31.
- Olgun, Ö. S. Ç. (2008) Kavram Haritaları Yardımı ile Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavramları Öğreniminin İncelenmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 54-62.
- Orrill, C. H. (2002). Supporting online PBL: Design considerations for supporting distributed problem solving, *Distance Education*, 23(1), 41-57.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). Learning in science: The implication of children's science. Auckland: Heinmann.

- Paik, S. H.; Cho, B. K. & Go, Y. M. (2007) Korean 4- to 11-Year-Old Student Conceptions of Heat and Temperature, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.44, No.2, 284-302.
- Patton, M. Q. (1987). *How to use Qualitative Methods in Evaluation*. Newbury Park, CA: Sage.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Research and Evaluation Methods*. Second Edition, Newbury Park: Sage.
- Pelaez, N. J. (2002) Problem-based writing with peer review improves academic performance in physiology. *Advances In Physiology Education*, Vol: 26, Issue: 3, September 2002 174-184.
- Perrenet, J.; Bouhuijs, P. & Smits, J. (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education, Theory and practice, *Teaching in Higher Education*, 5(3), 345-358.
- Peterson, R.F. & Treagust, D.F. (1998). Learning to teach primary science through problem-based learning, *Science Education*, 82, 215–237.
- Pinto, P. R.; Rendas, A. & Gamboa, T. (2001). Tutors' performance evaluation: A feedback tool for the PBL learning process. *Medical Teacher*, 23, 289-294.

Pirie, S. R. B. & Kieren, T. E. (1992). Creating constructivist environments and constructing creative mathematics, *Educational Studies in Mathematics*, 23, 505-528.

Polya, G. (1945) *How to solve it*. Dumbleday, NY: Garden City.

Polya, G. (1962). *Mathematical Discovery*. NY: Willey.

Posner, G. J.; Strike, K. A. ; Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982) Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66(2), 211-227.

Project Kaleidoscope (1991) *What Works: Building Natural Science Communities*. Volume One, Stamats Communications, Inc.; Washington, D.C.

Prpic, J. K. & Hadgraft, R. G. (2003). What is Problem-Based Learning? (Akt.: Yaman, S. (2003) *Fen Bilgisi Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara).

Pushkin, D. B. (1998). Introductory students, conceptual understanding, and algorithmic success. *Journal of Chemical Educical*, 75, 809-810.

Ram, P. (1999). Problem-Based learning in undergraduate education. *Journal of Chemical Education*, 76, 1122-1126.

- Reiner, M.; Slotta, J. D.; Chi, M. T. H. & Resnick, L. B. (2000). Naive Physics Reasoning: A Commitment to Substance-Based Conceptions. *Cognition and Instruction*, 18(1), 1-34.
- Roberts, L. (2003). Creativity, *Tech Directions*, 63(3), 12.
- Rogan, J. H. (1988). The development of a conceptual framework of heat. *Science Education*, 72(1), 103–113.
- Saine, T. J.; Schulman, L. S. & Emerson, L. C. (1974). The effects of group size on the structure of interaction in problem-solving groups. *Southern Speech Communication Journal*, 39(4): 333–345.
- Saka, A. Z. (2008). Fen ve Teknoloji Öğretiminde Problem Çözme ve Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ). Ö. Taşkın (Editör) *Fen ve Teknoloji Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar*. Birinci Baskı. Pagem A Yayıncılık. Ankara.
- Savery, J. R. & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, September–October, 31-38.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Sechrest, L.; & Sidana, S. (1995). Quantitative And Qualitative Methods: Is There an Alternative? *Evaluation and Program Planning*, 18(1), 77–87.

- Segers, M. & Dochy, F. (2001). New assessment forms in problem-based learning: The value-added of the students' perspective. *Studies in Higher Education*, 26, 327-343.
- Selco, J. I.; Roberts, J. L. & Wacks, D. B. (2003). The Analysis of Seawater: A Laboratory-Centred Learning Project in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 80, 54-57.
- Selçuk, Z. (2001). *Gelişim ve öğrenme*, 8. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Senemoğlu, N. (2001). *Gelişim, Öğrenme ve Öğretim*. Gazi Kitabevi. Ankara.
- Serin, G. (2009). *The effect of problem based learning instruction on 7th grade students' science achievement, attitude toward science and scientific process skills*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Serway, R. A. & Beichner, R. J. (2002) *Fen ve Mühendislik için Fizik I* (Beşinci Baskıdan Çeviri, Çeviri Editörü: Kemal Çolakoğlu), Ankara: Palme Yayıncılık.
- Siegel, M.A. & Lee, J.A.C. (2001). *"But electricity isn't static" science discussion, identification of learning issues, and use of resources in a problem-based learning education course*, Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, March 25-28, St. Louis, USA.

- Shavelson, R. J. (1974). Methods for Examining Representations of a Subject-Matter Structure in a Student's Memory. *Journal of Research in Science Teaching*, 11(3), 231–249.
- Shayer, M. & Wylam, H. (1981). The development of the concepts of heat and temperature in 10-13 year olds. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(5), 419–434.
- Slavin, R.; Madden, N.; Dolan, L. & Waisk, B. (1994). Roots and wings: Inspiring academic excellence. *Educational Leadership*, 52, 10-14.
- Solomon, P. & Finch, E. (1998) A qualitative study identifying stressors associated with adapting to problem-based learning. *Teaching And Learning In Medicine*, Vol: 10, Issue: 2, 58-64.
- Solomon, P. & Crowe, J. (2001) Perceptions of student peer tutors in a problem-based learning programme. *Medical Teacher*, Vol: 23, Issue: 2, March, 181-186.
- Solomon P.; Guenter D. & Salvatori, P. (2003) Integration of persons with HIV in a problem-based tutorial: A qualitative study. *Teaching and Learning In Medicine*, Vol: 15, Issue: 4, Fall 2003 257-261.
- Solomon, P.; Salvatori, P. & Guenter, D. (2003) An interprofessional problem-based learning course on rehabilitation issues in HIV *Medical Teacher*, Vol: 25, Issue: 4, July 2003, 408-413.

- Soylu, H. (2004). *Fen öğretiminde yeni yaklaşımlar: Keşif yoluyla öğrenme*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Sözbilir, M. (2003) A review of selected literature on students' misconceptions of heat and temperature, *Boğaziçi University Journal of Education*, 20, No.1: 25–41.
- Spainer, G. B. (2001). The Transformation of Teaching. *New Directions for Teaching and Learning*, 85, Spring.
- Spector, P. E. (1992). *Summated Rating Scale Construction An Introduction*. Newbury Park: Sage Publications.
- Stake, R. E. (2000). Case Studies. In K. N. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp 435-454). Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Stepien, W.J.; Gallagher, S.A. & Workman, D. (1993). Problem-based learning for traditional and interdisciplinary classrooms, *Journal for the Education of the Gifted*, 16, 338-357
- Strauss, A. L.; & Corbin, J. (1990). *Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Strauss, A. L.; & Corbin, J. (1998). *Basics of Qualitative Research, Techniques and Procedures of Developing Grounded Theory*. Second Edition. London: Sage Publications.

- Streveler, R. A.; Litzinger, T. A.; Miller, R. L. & Steif, P. S. (2008) Learning Conceptual Knowledge in the Engineering Sciences: Overview and Future Research Directions. *Journal of Engineering Education*, July 2008, 279-294.
- Streveler, R. A.; Nelson, M. A.; Miller, R. L.; Olds, B. M.; Evans, D. L.; Mitchell, J. & Martin, J. (2004) Investigating the Conceptual Understanding of Engineering Students. Presented at the Annual Conference of the American Educational Research Association, San Diego, CA, April 14, 2004
- Streveler, R. A.; Olds, B. M.; Miller, R. L. & Nelson, M. A. (2003) Using a delphi study to identify the most difficult concepts for students to master in thermal and transport science. In Proceedings, American Society for Engineering Education Annual Conference. Nashville, TN.
- Suchman, R. (1962). *The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry*. Report to the U. S. Office Education, Urbana, III: University of Illinois.
- Sullivan, M. E. & Dunnington, G. L. (1999). Peer and self assessment during problem based learning tutorials. *The American Journal of Surgery*, 177, 266-269.
- Sungur, S. ve Tekkaya, C. (2003). Students' achievement in human circulatory system unit: The effect of reasoning ability and gender, *Journal of Science Education and Technology*, 12 (1), 29-64.

- Swanson, D. B.; Norman, G. R. & Linn, R. L. (1995). Performance based assessment: Lessons from the professions. *Educational Researcher*, 24, 5-11.
- Şahin, F. ve Parim, G. (2002) *Problem Tabanlı Öğretim Yaklaşımı İle DNA, Gen ve Kromozom Kavramlarının Öğrenilmesi*. 5. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara, Türkiye.
- Şenocak, E.; Dilber, R.; Sözbilir, M. ve Taşkesenligil, Y. (2003). İlköğretim öğrencilerinin ısı ve sıcaklık konularını kavrama düzeyleri üzerine bir araştırma, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 199-210.
- Taber, K. S. (2000) Finding the optimum level of simplification: the case of teaching about heat and temperature, *Physics Education*, 35(5) September, 320-325.
- Tan, Ş.; Kayabaşı, Y. ve Erdoğan, A.; (2002). *Öğretimi Planlama ve Değerlendirme*, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Tanahoung, C.; Chitaree, R.; Soankwan, C.; Sharma, M. D. & Johnston, I. D. (2009) The effect of Interactive Lecture Demonstrations on students' understanding of heat and temperature: a study from Thailand, *Research in Science & Technological Education*, Vol. 27, No. 1, April 2009, 61–74.
- Tashakkori, A.; & Teddlie, C. (1998). *Mixed-Methodology: Combining Qualitative and Quantitative Approaches*. Thousand Oaks, CA: SAGE.

- Tashakkori, A.; & Teddlie, C. (2003). *Handbook Of Mixed Methods In Social and Behavioral Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Taşar, M. F. (2001). *A Case Study of a Novice College Student's Alternative Framework and Learning of Force and Motion*. PhD. Thesis, The Pennsylvania State University.
- Taşkesengil, Y.; Şenocak, E. ve Sözbilir, M. (2008) Probleme Dayalı Öğrenme Teorik Temelleri. *Milli Eğitim Dergisi*, Sayı 177, Kış 2008, 50-64.
- Tekin, H. (1996). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*, Yargı Yayınları, 9. Baskı, Ankara - Mayıs.
- Teo, R. & Wong, A. (2000). *Does problem based learning create a better student: A reflection?*, 2nd Asia-Pacific Conference on Problem Based Learning, 4-7 December, Singapore
- Thomas, P. L. & Schwenz, R. W. (1998) College physical chemistry students' conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamics, *Journal of Research in Science Teaching*, 35, No.10: 1151–1160.
- Thomas, R. E. (1999). Problem-Based learning: Measurable outcomes. *Medical Education*, 31, 320-329.

- Thomaz, M. F.; Malaquias, I. M.; Valente, M. C. & Antunes, M. J. (1995) An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature, *Physics Education*, 30, 19, Issue 1, January, 19-26.
- Thornton, S. (1998). *Çocuklar Problem Çözüyor*. (Çev.: Kumrular, Özlem), Gendaş Yayıncılık, İstanbul.
- Thornton, R. K. & Sokoloff, D. S. (2001) Heat and Temperature Conceptual Evaluation. <[http://physics.dickinson.edu/~wp\\_web/wp\\_resources/wp\\_assessment.htm](http://physics.dickinson.edu/~wp_web/wp_resources/wp_assessment.htm)> adresinden 20 Haziran 2009 tarihinde alınmıştır.
- Tiberghien, A. (1980). Modes and conditions of learning. An example: The learning of some aspects of the concepts of heat. In W. F. Archenhold, R. H. Driver, A. Orton, & C. Wood-Robinson (Eds.), *Cognitive development research in science and mathematics* (pp. 288–309). Leeds, England: University of Leeds.
- Tobias, S. (1990) *They're Not Dumb, They're Different*. Research Corporation, Tuscon, Arizona.
- Tobias, S. (1992) *Revitalizing Undergraduate Science*. Research Corporation, Tuscon, Arizona.
- Torp, L. & Sage, S. (1998). *Problems as possibilities: Problem-Based Learning for K-12 education*. Association for Supervision and Curriculum Development Alexandria, Virginia, USA.

Treagust, D. F. & Peterson, R. F. (1998). Learning to teach primary science through problem-based learning. *Science Education*, 82, 215-237.

Türk Dil Kurumu Resmi Web Sitesi, (2008) <<http://www.tdk.gov.tr>> adresinden 19 Mart 2008 tarihinde alınmıştır.

Usherwood, T.; Joesbury, H. & Hannay, D. (1991) Student-Directed Problem-Based Learning in General-Practice and Public-Health Medicine. *Medical Education*, Vol: 25, Issue: 5, September 1991, 421-429.

Uzuntiryaki, E. (2003). Constructivist approach: Removing misconceptions about chemical bonding. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia, Pennsylvania. March, 23-26.

Ülgen, G. (2004). *Kavram Geliştirme. Kuramlar ve Uygulamalar*. 4. Baskı, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Ünsal Y. ve Güneş, B. (2002). Bir kitap inceleme çalışması örneği olarak MEB İlköğretim 4. Sınıf Fen Bilgisi ders kitabına Fizik konuları yönünden eleştirel bir bakış. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22 (3), 107-120.

Ünsal, Y. (2006). *Fizik Eğitiminde bir öğretim tekniği olarak İşbirliğine Dayalı Öğretim takımlarıyla sürdürülen problem çözme seansları*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Ünsal, Y. (2010). *Differences Arising from Language in Perceiving Some Terms in Physics Education*, H.U. Journal of Education, 39, 348–358.
- Van De Walle, J. A. (1994). *Elementary School Mathematics*, Virginia Commonwealth University-Longman.
- Van Till, C.T.; Van Der Vleuten, C.P.M. & Van Berkel, H.J.M. (1997). *Problem based learning behavior: The impact of differences in problem based learning style and activity on student' achievement*, Annual Meeting of the American Educational Research Association, March 24-28, Chicago, USA.
- Vernon, D. T. A. & Blake, R. L. (1993). Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine*, 68, 550-563.
- Vernon, D. T. A. & Hosokawa, M. C. (1996). Faculty attitudes and opinions about problem-based learning. *Academic Medicine*, Vol: 71, Issue: 11, November 1996, 1233-1238.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society*. London: Harvard University Press.
- Waks, S. (1997). Lateral thinking and technology education, *Journal of Science Education and Technology*, 6(4), 245-255.
- Wang, T. & Andre, T. (1991). Conceptual Change Text versus Traditional Text Application Questions versus No Questions in Learning About Electricity, *Contemporary Educational Psychology*, 16, 103-116.

- Warren, J. W. (1972) The teaching of the concept of heat, *Physics Education*, 7, 41-44.
- Webb, E.; Campbell, D.; Schwartz, R.; & Sechrest, L. (1966). *Unobtrusive measures: Nonreactive measures in the social sciences*. Chicago, IL: Rand McNally.
- Westbrook, S.L. & Marek, E.A. (1991). A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 649-660.
- White, H. B. (1996). L. Richlin (Ed), *To Improve the Academy* Vol. 15 (pp. 75 - 91). Stillwater, OK: New Forums Press and the Professional and Organizational Network in Higher Education.
- White, H. (2002). *Combining Quantitative and Qualitative Approaches in Poverty Analysis*. *World Development*, 30(3), 511-22.
- White, R. T. (1992). Implications of recent research on learning for curriculum and assessment. *Journal of Curriculum Studies*, 24, pp. 153-164.
- White, R. & Gunstone R. (1992). *Probing Understanding*. The Falmer Press: London
- Will, A.M. (1997). Group learning in workshops. *New Directions for Adult and Continuing Education* (Winter) 76: 33-40.
- Wingspread Conference (1994). *Quality assurance in undergraduate education: what the public expects*. ECS, Denver, Colorado.

- Wiser, M. & Amin, T. (2001) "Is heat hot?" Inducing conceptual change by integrating everyday and scientific perspectives on thermal phenomena, *Learning and Instruction*, 11, 331–355.
- Wiser, M.; & Carey, S. (1983). When heat and temperature were one. In D. Gentner ve A.L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 99–129). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Woods, D. (1985) Problem-based learning and problem-solving. In D. Boud (Ed.) *Problem-Based Learning for the Professions*, Sydney. HERDSA, 19-42.
- Woods, D. R. (1996). *Problem Based Learning, Helping Your Student Gain The Most From PBL*, 3rd Edition, USA.
- Yaman, S. (2003) *Fen Bilgisi Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yaman, S. (2005) Fen Bilgisi Öğretiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin Mantıksal Düşünme Becerisinin Gelişimine Etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, Yıl 2, Sayı 1, Mayıs 2005, 56-70.
- Yaman, S. ve Yalçın, N. (2005a). Fen Bilgisi Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Yaratıcı Düşünme Becerisine Etkisi. *İlköğretim Dergisi*, 4 (1), 42-52.

- Yaman, S. ve Yalçın, N. (2005b) Fen eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme yaklaşımının problem çözme ve öz-yeterlik inanç düzeylerinin gelişimine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29: 229-236.
- Yeo, S. & Zadnik, M. (2001) Introductory thermal concept evaluation: assessing students' understanding, *The Physics Teacher*, 39(8), 495–504.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. 5. Baskı, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yin, R. Y. (1984). *Case Study Research. Desing and Methods*. Second Edition, Thousand Oaks: Sage Publication.
- Zacharia, Z. C.; Olympiou, G. & Papaevripidou, M. (2008) Effects of Experimenting with Physical and Virtual Manipulatives on Student' Conceptual Understanding in Heat and Temperature, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.45, No.9, 1021-1035.

## EKLER

- EK A: ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU
- EK B1: ISKÖ KAZANIM DENETLEME LİSTESİ
- EK B2: ISI VE SICAKLIK KAVRAM ÖLÇEĞİ (ISKÖ)
- EK B3: ISKÖ'NÜN ÖN UYGULAMASI İÇİN SORU ANALİZLERİ
- EK C: ÖĞRENCİLER İÇİN PROBLEME DAYALI ÖĞRENME KILAVUZU
- EK D: PDÖ SENARYOLARI
- EK E: DERS PLANLARI
- EK F1: SENARYO DEĞERLENDİRME FORMU (SDF)
- EK F2: ETKİNLİK DEĞERLENDİRME FORMU (EDF)
- EK F3: ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU (ÖDF)
- EK F4: KÜME ARKADAŞINI DEĞERLENDİRME FORMU (KADF)
- EK F5: ÖDF VE KADF'DEN ELDE EDİLEN AÇIK UÇLU VERİLER
- EK G1: YARI-YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU
- EK G2: YARI-YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME ANALİZLERİNDEN ELDE EDİLEN KODLAR
- EK H1: PROBLEMİN ANALİZİ FORMU (PAF)
- EK H2: ALT PROBLEM FORMU (APF)
- EK H3: PROBLEMİN ÇÖZÜMÜ FORMU (PÇF)
- EK H4: BEYİN FIRTINASI FORMU (BFF)
- EK H5: DENEYSEL ARAŞTIRMA FORMU (DAF)
- EK I: ETKİNLİK İLE İLGİLİ GÖRSELLERE ÖRNEKLER

## EK A: ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

### *Araştırmacının Açıklaması*

Probleme dayalı öğrenmenin ısı ve sıcaklık konusundaki kavramların öğrenilmesine etkisi üzerine yeni bir araştırma yapmaktayız. Araştırmanın adı “Probleme Dayalı Öğrenmenin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavramların Öğrenilmesine Etkisi Üzerine Bir Durum Çalışması”dır. Bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu doldurarak imzalayınız.

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni, ısı ve sıcaklık konularına ait temel kavramların ve süreçlerin anlaşılmasının zorluğu ve bu durumun Probleme Dayalı Öğrenme yaklaşımı ile yapılan öğrenme ortamı etkisinde hangi safhalardan geçerek gerçekleştiğini incelemek ve bu safhaları betimleyerek kavramların öğrenilmesi sürecini daha iyi anlayabilmektir. Araştırma esnasında eğitim yöntemi olarak Probleme Dayalı Öğrenme kullanılacaktır. Yöntem ile ilgili size ayrıntılı bilgilendirme yapılacaktır.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz, Hasan Şahin KIZILCIK tarafından veri toplama amacıyla size bir takım testler, formlar ve mülakatlar uygulanacak; probleme dayalı öğrenme oturumlarına grup çalışması şeklinde katılacak ve bu esnada bulgular veya oturumlar gerekli görüldüğünde sesli veya görüntülü olarak dijital ortamlara kaydedilebilecektir. Uygulanan test ve anketler sonucunda, araştırmanın gerektirdiği sayıdan fazla gönüllü olması durumunda, araştırmanın ön koşulları dikkate alınarak uygun görülürse bu çalışmaya alınacaksınız. Grupların ve grup arkadaşlarınızın seçimi, araştırmacı tarafından yapılacaktır. Gruplar beşer kişiden oluşacak ve toplam grup sayısı araştırmacı tarafından belirlenecektir (Gruplardaki kişi sayısı da araştırmacı tarafından gerekli görüldüğünde değiştirilebilir). Yine izniniz doğrultusunda bu çalışmada veri toplayabilmek için sizden çeşitli formlar yardımıyla bir takım bilgiler istenecektir. Bu bilgiler, sizin grup olarak ve bireysel olarak öğrenme oturumları esnasında ve oturumlara hazırlık için gelmeden önce yaptıklarınızı kendi sözcüklerinizle ifade ederek yazmanızı, söylemenizi; grup arkadaşınız ve kendinizin çalışmaya katkılarınız hakkındaki görüşlerinizi, sürece yönelik eleştirilerinizi, konu hakkında ürettiğiniz fikirleri, yaptığınız araştırmaları ve kaynaklarınızı, çalışma esnasında aldığınız kişisel not ve grup içi paylaşımlarınızı; kısaca oturumlar esnasında ve süreçle ilgili görüş, bilgi, araştırma ve her türlü çalışmanızı yazılı veya sözlü olarak sizin beyanlarınızı içermektedir. Sizin kişisel beyanlarınızla elde edilen görüşleriniz, düşünceleriniz ve yaklaşımınız araştırmanın esas veri kaynağını oluşturmaktadır. Bu bağlamda, araştırma sizin fikirlerinizin ve düşüncelerinizin öğrenilip değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

Çalışma esnasında araştırma yapmanızı; analiz, sentez ve değerlendirmeye yönelik çıkarım ve analizlerde bulunmanızı; bilimsel veri elde etmek adına, bilimadımı gibi çalışmanızı; kaynak taramanızı ve deney yapmanızı gerektiren problem durumlarıyla karşılaşacaksınız. Belirtilen problem durumlarının tespitinde, kavranmasında, öneri getirilmesinde, fikir üretilmesinde, çözümünde ve değerlendirilmesinde bizzat ve aktif olarak rol oynayacaksınız. Çalışma, sizin verilen konu üzerinde araştırma yapmanızı, aktif olarak kendi öğrenmenizden sorumlu olmanızı gerektirmektedir. Bu durum, sizin araştırma ve çabanızla mümkün olacaktır. Araştırmanın kapsamı ve amacından sapmamak adına, bilimsel olarak araştırma ve öğrenme yönteminin gerektirdiği durumlarda size verilen yönerge, yönlendirme ve tavsiyeleri dikkate almanız ve uygulamanız gerekmektedir. Yapılan araştırmanın süreçleri; tarafınızdan iyi değerlendirildiğinde bilgi, beceri ve iletişim açısından size tecrübe kazandırmak, kişisel gelişiminize yardımcı olmak, eksiklerinizi ve hatalarınızı görmenizi sağlamak gibi bir takım faydalar sağlayabilir.

Araştırma, okulunuzdaki ders saatleri dışında; sizinle birlikte kararlaştırılacak olan uygun zamanlarda ve düzenli olarak haftada iki gün, ikişer saat olmak üzere; bir haftada toplam dört saatlik oturumlarla gerçekleştirilecektir. Bunun dışında, araştırmacı gerekli gördüğünde sizinle oturum dışı veri almak amacıyla izniniz alarak size uygun olan bir zamanda özel olarak görüşmeyi talep edebilir. Araştırmanın, ön hazırlık ve son değerlendirme safhaları hariç 1,5 ay kadar süreceği düşünülmektedir. Zamanın planlanandan kısa ya da uzun sürmesi veya sizi ilgilendirecek herhangi bir gelişme olması durumunda size en az bir oturum önceden bildirilecektir.

*Araştırma esnasında karşılaşılabilecek durumlar:* 1-) Grup arkadaşlarınız veya araştırmacı ile yöntem farklılıkları konusunda fikir ayrılıkları yaşayabilirsiniz. 2-) Çalışmanız esnasında laboratuvar ortamında araç-gerece kendinize veya arkadaşınıza küçük zararlar verecek kazalar yaşayabilirsiniz. 3-) Araştırmanın zamanı mümkün olduğunca katılımcılara uygun olarak tespit edilmesine rağmen, bazen kişisel işleriniz ile çakışabilir.

Yukarıda belirtilen olumsuz durumlar, olasılık dahilindedir. Ancak, bu durumlarla karşılaşmamak için gereken tüm hassasiyet ve özen gösterilecektir.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Araştırmada kullanılan dosya, form gibi kırtasiye malzemeleri ve deney malzemeleri katılımcının ihtiyacını dile getirmesi durumunda araştırmacı tarafından temin edilecektir.

Sizinle ilgili kişisel bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir. Araştırmanın sonuçları sizin görüşlerinizi ve ifadelerinizi içerecektir. Fakat görüşleriniz ve ifadeleriniz rapor edilirken gerçek isminiz kesinlikle kullanılmayacaktır.

Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde size uygulanan eğitim sürecinde herhangi bir

değişiklik ya da ayrımcılık olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında, onayınızı çekmek hakkına sahipsiniz ve araştırmadan ayrılabilirsiniz.

#### ***Katılımcının/Öğrencinin Beyanı***

Araştırma Görevlisi Hasan Şahin KIZILCIK tarafından Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda derslik ve laboratuvarlarda eğitsel bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili bu belgede ifade edilen bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” (denek) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait kişisel bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılabileceğine inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (*Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim*) Ayrıca araştırmacının seyri gereği, araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan zaman probleminin ortaya çıkması halinde, bana gerekli kolaylığın ve anlayışın sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi.

Araştırma sırasında gerektiğinde; araştırmacı Hasan Şahin KIZILCIK'ı 0312 xxxxxxx (iş) veya 05xx xxxxxxx (GSM) numaralı telefonlardan ve iş yeri olan Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalı adresinden ulaşabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun eğitsel bakımdan öğrenim hayatıma ve araştırmacı ile olan insani ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini, öğrenim hayatımda olumlu ya da olumsuz bir önyargı veya ayrımcılık oluşturmayacağını da biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

| Katılımcı/Öğrenci | Görüşme tanığı | Araştırmacı         |
|-------------------|----------------|---------------------|
| Adı soyadı:       | Adı soyadı:    | Adı soyadı, unvanı: |
| Adres:            | Adres:         | Adres:              |
| Tel.:             | Tel.:          | Tel.:               |
| İmza              | İmza           | İmza                |

### EK B1: ISKÖ KAZANIM DENETLEME LİSTESİ

| Alt Konu                              | Kazanımlar                                                                         | Test Maddeleri |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Isı, Sıcaklık ve İç Enerji Kavramları | Isı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını açıklar.                                   | 1, 2, 3        |
|                                       | Sıcaklık, ısı ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiyi örneklerle açıklar.      | 4, 5           |
|                                       | Isı sıçması ve ısı iletim katsayısı arasındaki ilişkiyi açıklar.                   | 6, 7, 8, 9     |
| Isının Aktarımı ve Yalıtımı           | Isıl (termal) dengeyi sıcaklık farkı ve ısı kavramları ile ilişkilendirir.         | 10, 11, 12     |
|                                       | Aktarılan ısı ile sıcaklık değişimi arasındaki ilişkiyi kavrar.                    | 13, 14, 15     |
|                                       | İletim yolu ile ısı aktarımının bağlı olduğu etmenleri kavrar.                     | 16             |
|                                       | Taşıma yolu ile yapılan ısı aktarımını açıklar.                                    | 17             |
|                                       | Isınım yolu ile aktarılan enerjinin, yayılmasını açıklar.                          | 18             |
|                                       | Bir maddedeki enerji aktarma hızı ile sıcaklık farkı arasındaki ilişkiyi keşfeder. | 19             |
|                                       |                                                                                    |                |
| Genleşme                              | Genleşme ve büzülme olayını açıklar.                                               | 20, 21, 22     |
|                                       | Genleşme ve büzülme olaylarına etki eden etmenleri açıklar.                        | 23, 24, 25, 26 |
|                                       | Genleşmeye günlük yaşamdan örnekler verir.                                         | 27, 28         |
| Hal Değiştirme                        | Hal değiştirmenin doğasını açıklar.                                                | 29, 30, 31, 32 |
|                                       | Isı aktarımı ve hal değiştirme ısısı ile hal değişimi arasındaki ilişkiyi açıklar. | 33, 34         |
|                                       | Basıncın hal değiştirme olaylarına etkisini açıklar.                               | 35, 36, 37     |

**EK B2: ISI VE SICAKLIK KAVRAM ÖLÇEĞİ (ISKÖ)**

| CEVAP ANAHTARI |    |    |    |    |    |  |       |    |    |    |    |    |
|----------------|----|----|----|----|----|--|-------|----|----|----|----|----|
| Madde          | A  | B  | C  | D  | E  |  | Madde | A  | B  | C  | D  | E  |
| 1              | ○A | ○B | ○C | ●D | ○E |  | 20    | ○A | ●B | ○C | ○D | ○E |
| 2              | ○A | ●B | ○C | ○D | ○E |  | 21    | ○A | ○B | ●C | ○D | ○E |
| 3              | ●A | ○B | ○C | ○D | ○E |  | 22    | ○A | ○B | ○C | ●D | ○E |
| 4              | ○A | ○B | ●C | ○D | ○E |  | 23    | ○A | ●B | ○C | ○D | ○E |
| 5              | ○A | ●B | ○C | ○D | ○E |  | 24    | ○A | ○B | ○C | ○D | ●E |
| 6              | ○A | ○B | ●C | ○D | ○E |  | 25    | ○A | ○B | ○C | ○D | ●E |
| 7              | ○A | ○B | ●C | ○D | ○E |  | 26    | ○A | ○B | ●C | ○D | ○E |
| 8              | ○A | ○B | ○C | ●D | ○E |  | 27    | ○A | ●B | ○C | ○D | ○E |
| 9              | ○A | ○B | ○C | ●D | ○E |  | 28    | ○A | ○B | ●C | ○D | ○E |
| 10             | ○A | ○B | ●C | ○D | ○E |  | 29    | ○A | ○B | ○C | ○D | ●E |
| 11             | ○A | ○B | ○C | ○D | ●E |  | 30    | ○A | ●B | ○C | ○D | ○E |
| 12             | ○A | ○B | ○C | ●D | ○E |  | 31    | ○A | ○B | ○C | ○D | ●E |
| 13             | ●A | ○B | ○C | ○D | ○E |  | 32    | ○A | ○B | ○C | ○D | ●E |
| 14             | ○A | ●B | ○C | ○D | ○E |  | 33    | ○A | ○B | ○C | ○D | ●E |
| 15             | ○A | ○B | ○C | ○D | ●E |  | 34    | ○A | ○B | ●C | ○D | ○E |
| 16             | ●A | ○B | ○C | ○D | ○E |  | 35    | ○A | ●B | ○C | ○D | ○E |
| 17             | ○A | ○B | ●C | ○D | ○E |  | 36    | ●A | ○B | ○C | ○D | ○E |
| 18             | ○A | ○B | ○C | ●D | ○E |  | 37    | ○A | ○B | ○C | ●D | ○E |
| 19             | ●A | ○B | ○C | ○D | ○E |  |       |    |    |    |    |    |

## ISI VE SICAKLIK KAVRAM ÖLÇEĞİ (ISKÖ)

**Yönerge:** Bu test, ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal bilgileri ölçmek amacıyla, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalında Hasan Şahin KIZILCIK tarafından geliştirilmiştir. Test, araştırma amacıyla geliştirilmiştir. Vereceğiniz cevaplar, araştırmanın sonucunu etkileyeceğinden, bilinçli ve samimi cevaplama yapmanız önem taşımaktadır. Test, çoktan seçmeli olup 37 maddeden oluşmaktadır. Cevaplama süresi 45 dk'dır. Cevaplamalarınızı aşağıdaki cevap formuna yapınız... Teşekkür ederiz...

Hasan Şahin KIZILCIK, hskizilcik@gazi.edu.tr

- Isı ve sıcaklık arasındaki ilişki aşağıdaki yargıların hangisinde doğru olarak verilmiştir?
  - Isı ve sıcaklık aynı şeylerdir.
  - Sıcaklık, ısıнын bir ölçüsüdür.
  - Isı, cismin moleküllerinin toplam kinetik enerjisi, sıcaklık ise ortalama kinetik enerjisidir.
  - Isı, sıcaklıkları farklı maddeler arasında alınıp verilen enerjinin adıdır.
  - Isı maddenin toplam potansiyel enerjisi, sıcaklık ise maddenin toplam kinetik enerjisidir.
- Oda sıcaklığında ( $25^{\circ}\text{C}$ ) bulunan bir cismi  $90^{\circ}\text{C}$ 'deki bir fırına koyduğumuzda; cisim ile ilgili ısı, sıcaklık ve ısıl (termal) enerji nicelikleri için ne söylenbilir?
 

| <u>Sıcaklık</u> | <u>Isı</u>   | <u>Isıl (termal) Enerji</u> |
|-----------------|--------------|-----------------------------|
| A) Artar        | Artar        | Artar                       |
| B) Artar        | Bahsedilemez | Artar                       |
| C) Değişmez     | Artar        | Değişmez                    |
| D) Artar        | Bahsedilemez | Değişmez                    |
| E) Bahsedilemez | Değişmez     | Bahsedilemez                |
- Sıcaklıkları farklı iki cisim, dışarıya karşı yalıtılmış bir ortamda yan yana konulduklarında, aşağıdaki önermelerden hangisi doğrudur?
  - Son sıcaklıkları eşit olana kadar aralarında ısı alışverişi olur.
  - Son ısıları eşit olana kadar aralarında sıcaklık alışverişi olur.
  - Son ısıl enerjileri eşit olana kadar aralarında ısı alışverişi olur.
  - Son ısıl enerjileri eşit olana kadar aralarında sıcaklık alışverişi olur.
  - Son sıcaklıkları eşit olana kadar aralarında sıcaklık alışverişi olur.

## 4. Aşağıdaki;

- I. Meteorolojiye göre, bugün Ankara'nın ısısı, düne göre  $5^{\circ}\text{C}$  fazla.
- II. Kaloriferin ayarını arttırırsak daha fazla sıcaklık verir.
- III. Sağlıklı bir kişinin vücut ısısı  $36,5^{\circ}\text{C}$  dir.
- IV. Bugün sıcaklık, mevsim normallerinin altında seyrediyor.

ifadelerinden hangisi ya da hangileri doğru kullanılmıştır?

- A) Yalnız II                                      B) I ve III                                      C) Yalnız IV  
D) II, III ve IV                                      E) I, II ve III

5. Yalıtılmış bir ortamda özdeş sıcak bir tuğla ile soğuk bir tuğla bitişik bir şekilde konulduğunda aşağıdakilerden hangisi ne olacağını doğru olarak açıklamaz?

- A) Aralarında ısı transferi olur.
- B) Sıcaklık, sıcak cisimden soğuk cisme akar.
- C) Sıcak cismin enerjisi düşer, soğuk cismin enerjisi artar.
- D) Sonunda iki cismin sıcaklığı aynı olur.
- E) Son sıcaklıkları, ilk sıcaklıklarının arasındaki bir değerdedir.

6. İki cisim, soğuk bir günde dışarıda uzun süre tutuluyor: bir tahta parçası ve bir metal parçası. Dokunduğunuzda hangi cismi daha soğuk hissedersiniz ve en düşük sıcaklıkta olan hangisidir?

En soğuk hissedilen      En düşük sıcaklıkta olan

- A) İkisi de aynı                                      Metal  
B) Tahta                                              Tahta  
C) Metal                                              İkisi de aynı  
D) Metal                                              Metal  
E) İkisi de aynı                                      İkisi de aynı

7. İki cisim, uzun süre  $40^{\circ}\text{C}$ 'deki bir fırında ısıtılıyor: bir tahta parçası ve bir metal parçası. Dokunduğunuzda hangi cismi daha sıcak hissedersiniz ve en yüksek sıcaklıkta olan hangisidir?

En sıcak hissedilen      En yüksek sıcaklıkta olan

- A) İkisi de aynı                                      Metal  
B) Tahta                                              Tahta  
C) Metal                                              İkisi de aynı  
D) Metal                                              Metal  
E) İkisi de aynı                                      İkisi de aynı

8. Soğuk bir kış gününde, yaptığınız bir parça sıcak böreği kapalı bir kap içinde yanınızda götürmek istiyorsunuz. Böreğinizin daha uzun süre sıcak kalabilmesi için eşit kalınlıktaki hangi tür kap kullanmalısınız?
- A) Metal                      B) Porselen                      C) Cam  
D) Mukavva                      E) Fark etmez
9. Sıcak bir yaz gününde, dondurmanızı kapalı bir kap içinde yanınızda götürmek istiyorsunuz. Dondurmanızın daha geç erimesi için eşit kalınlıktaki hangi tür kap kullanmalısınız?
- A) Metal                      B) Porselen                      C) Cam  
D) Mukavva                      E) Fark etmez
10. A kabı  $0^{\circ}\text{C}$ 'de 100 gram ve B kabı ise,  $50^{\circ}\text{C}$ 'de 100 gram su içermektedir. Her iki kabın içindeki su, yalıtılmış büyük ve kapalı bir kap içinde karıştırılıyor (içeriye ve dışarıya bir ısı transferi yoktur ve dengeye ulaşması için yeterince bekletilmektedir). Büyük kapta birleştirilen suyun son sıcaklığı için ne söylenebilir?
- A)  $0^{\circ}\text{C}$   
B)  $0^{\circ}\text{C}$  ile  $25^{\circ}\text{C}$  arasındadır.  
C)  $25^{\circ}\text{C}$   
D)  $25^{\circ}\text{C}$  ile  $50^{\circ}\text{C}$  arasındadır.  
E)  $50^{\circ}\text{C}$
11. Aynı maddeden yapılmış A cismi 200 gram ve B cismi ise, 100 gramdır. B cismi, A cisminin daha sıcaktır. Her iki cisim, yalıtılmış büyük ve kapalı bir kap içinde bitişik olarak yanyana koyuluyor (içeriye ve dışarıya bir ısı transferi yoktur). Bu durumda aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?
- A) A cismi, B cisminin verdiği enerjinin iki katı kadar enerji alır.  
B) A cismi, B cisminin verdiği enerjinin yarısı kadar enerji alır.  
C) B cismi, A cisminin aldığı enerjinin üç katı kadar enerji verir.  
D) B cismi, A cisminin aldığı enerjinin üçte biri kadar enerji verir.  
E) A cisminin ve B cisminin aldıkları ve verdikleri enerjiler eşittir.

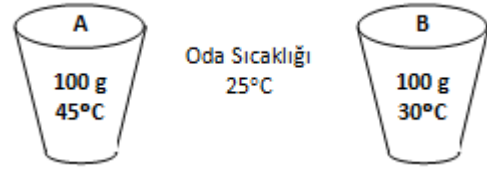
12.  $0^{\circ}\text{C}$ 'deki soğuk su, dışarıya karşı yalıtılmış  $20^{\circ}\text{C}$ 'deki iç yüzeyi metalden yapılmış kaba koyuluyor. Kabin iç yüzeyi ve su arasındaki olaylar için, aşağıdaki;

- I. Isı transferi, sudan kabin iç yüzeyine doğru olur.
- II. Son sıcaklıkları eşit olur.
- III. Kabin ve suyun alıp verdiği ısı miktarları eşit olur.

ifadelerden hangisi ya da hangileri doğru olabilir?

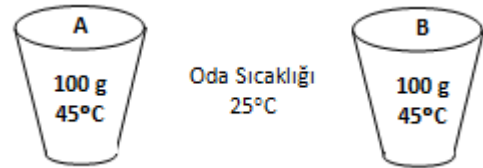
- A) Yalnız I
- B) I ve II
- C) I ve III
- D) II ve III
- E) I, II ve III

13. Şekildeki görülen iki kap içinde, başlangıçta oda sıcaklığında olan eşit miktarda su vardır. Kapların içerisine ısıtıcı atılarak, kaplardaki suyun şekilde gösterilen sıcaklıklara erişmeleri sağlanıyor. Aşağıdaki cevaplardan hangisi, gösterilen sıcaklıkların elde edilmesi için transfer edilmesi gereken ısıyı en iyi ifade eder.



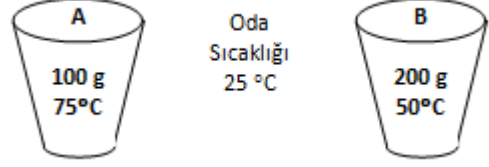
- A) A kabı için gereken ısı, B kabı için gerekenin yaklaşık 4 katı kadardır.
- B) A kabı için gereken ısı, B kabı için gerekenin yaklaşık 2 katı kadardır.
- C) A kabı için gereken ısı, B kabı için gerekenin yaklaşık  $3/2$  katı kadardır.
- D) A kabı için gereken ısı, B kabı için gerekenden birazcık fazladır.
- E) Aynıdır.

14. Şekildeki görülen iki kaptan, A kabının içine, başlangıçta  $5^{\circ}\text{C}$ 'de olan buzdolabında duran sudan, B kabının içine de oda sıcaklığında duran sudan eşit miktarda koyuluyor. Kaplara, aynı ortamda içerisine ısıtıcı atılarak, şekilde gösterilen sıcaklıklara suyun erişmesi sağlanıyor. Aşağıdaki cevaplardan hangisi, gösterilen sıcaklıkların elde edilmesi için transfer edilmesi gereken ısıyı en iyi ifade eder.



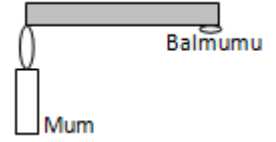
- A) A kabı için gereken ısı, B kabı için gerekenin yaklaşık 4 katı kadardır.
- B) A kabı için gereken ısı, B kabı için gerekenin yaklaşık 2 katı kadardır.
- C) A kabı için gereken ısı, B kabı için gerekenin yaklaşık  $3/2$  katı kadardır.
- D) A kabı için gereken ısı, B kabı için gerekenden birazcık fazladır.
- E) Aynıdır.

15. Şekildeki A kabına 100 gram su konmuştur ve B kabına ise bunun iki katı su konmuştur. Her iki kaptaki su başlangıçta oda sıcaklığındadır. A kabı  $75^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar ve B kabı da  $50^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar ısıtılıyor. Aşağıdaki cevaplardan hangisi, gösterilen sıcaklıkların elde edilmesi için transfer edilmesi gereken ısıyı en iyi ifade eder.



- A) A kabı için gereken ısı, B kabı için gerekenin yaklaşık 4 katı kadardır.  
 B) A kabı için gereken ısı, B kabı için gerekenin yaklaşık 2 katı kadardır.  
 C) A kabı için gereken ısı, B kabı için gerekenin yaklaşık  $3/2$  katı kadardır.  
 D) A kabı için gereken ısı, B kabı için gerekenden birazcık fazladır.  
 E) Aynıdır.

16. Jale, şekildeki gibi eşit uzunlukta fakat yarıçapları R, 2R, 3R ve 4R olan dört alüminyum çubuğun birer ucuna aynı miktarda balmumları yapıştırıyor. Diğer uçlarından özdeş mumlarla ısıtıyor. Hangi çubuğa yapıştırılmış olan balmumu diğerlerinden daha önce düşer?



- A) R  
 B) 2R  
 C) 3R  
 D) 4R  
 E) Hepsi aynı anda düşer.

17. Fikret, soğuk bir günde evden çıkarken evinin dışarıya açılan kapısını açmıştır. Sıcak olan evi ile dışarısı arasında bir hava akımı olduğunu farkeden Fikret, aşağıdaki yargılardan hangisine varabilir?

- A) Kapının alt kısmında soğuk hava dışarıya doğru, üst kısmında sıcak hava içeriye doğru hareket etmektedir.  
 B) Kapının alt kısmında sıcak hava dışarıya doğru, üst kısmında soğuk hava içeriye doğru hareket etmektedir.  
 C) Kapının üst kısmında sıcak hava dışarıya doğru, alt kısmında soğuk hava içeriye doğru hareket etmektedir.  
 D) Kapının her yerinden eşit olarak soğuk hava içeriye doğru hareket etmektedir.  
 E) Kapının her yerinden eşit olarak sıcak hava dışarıya doğru hareket etmektedir.

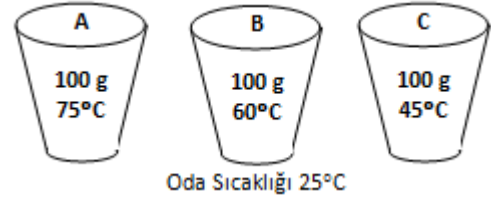
18. Sıcak bir cisim tarafından yayılan ışımanın dalgaboyu;

- I. Cismin yüzeyinin yapısına,
- II. Cismin yüzey alanına,
- III. Cismin yüzeyinin sıcaklığına,

niceliklerden hangisine ya da hangilerine bağlıdır?

- A) I ve II                      B) II ve III                      C) I ve III  
D) Yalnız III                      E) I, II ve III

19. Şekildeki gibi içi eşit miktarda su dolu üç kap, oda sıcaklığındaki ( $25^{\circ}\text{C}$ ) büyük bir odanın ortasına soğumaya bırakılıyor. Bırakıldıkları andaki sıcaklıkları şekildeki gibidir. Bırakıldıktan çok kısa bir süre sonra hangi kaptaki sıcaklık ile şekilde gösterilen ilk sıcaklık arasındaki fark daha fazla olur?



- A) A kabı                      B) B kabı                      C) C kabı  
D) A ve C kabı                      E) Hepsi aynıdır.

20. Genleşme ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Isıtılan maddelerin hepsinin her zaman hacmi artmaz.
- B) Isıtılan maddeler, molekül çapları arttığı için genleşirler.
- C) Isıtıldıklarında en çok genleşen maddeler gazlardır.
- D) Genleşme sırasında moleküllerinin titreşim genliği artar.
- E) Genleşme sırasında moleküllerinin titreşim frekansı değişmez.

21. Genleşme olayı için aşağıdaki;

- I. Sıcaklığı artan cisimlerin genelde özkütlesi azalır.
- II. Plaka şeklindeki bir metal ısıtıldığında yüzey alanı artarken, kalınlığı azalır.
- III. Katı cisimler, gazlardan daha çok genleşir.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğru değildir?

- A) Yalnız II                      B) I ve II                      C) II ve III  
D) I ve III                      E) Yalnız III

22. Cisimlerin ısıtıldıklarında, genelde genişlemede aşağıdaki;

- I. Moleküllerin titreşim frekansının azalması,
  - II. Moleküllerin titreşim genliğinin artması,
  - III. Moleküllerin ortalama kinetik enerjisinin artması,
- olaylarından hangisi ya da hangileri olur?

- A) Yalnız I                      B) I ve II                      C) I ve III  
D) II ve III                      E) I, II ve III

23. Aynı maddeden yapılmış, başlangıçta aynı sıcaklıkta olan yarıçapları R, 2R ve 3R olan küre biçimindeki üç metal cisim, homojen olarak, son sıcaklıkları aynı olana kadar ısıtılıyor. Sırasıyla hacimlerinde  $\Delta V_1$ ,  $\Delta V_2$  ve  $\Delta V_3$  kadar değişim gözleniyor. Bu değişim miktarları ile ilgili olarak ne söylenebilir?

- A)  $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3$                       B)  $\Delta V_1 < \Delta V_2 < \Delta V_3$   
C)  $\Delta V_1 > \Delta V_2 > \Delta V_3$                       D)  $\Delta V_2 > \Delta V_3 > \Delta V_1$   
E)  $\Delta V_2 < \Delta V_3 < \Delta V_1$

24. Aynı maddeden yapılmış, başlangıçta oda sıcaklığında ( $25^\circ\text{C}$ ) olan yarıçapları eşit olan küre biçimindeki özdeş üç metal cisim, homojen olarak ısıtılıyor. 1. cisim son sıcaklığı  $120^\circ\text{C}$  olana kadar, 2. cisim son sıcaklığı  $60^\circ\text{C}$  olana kadar, 3. cisim ise son sıcaklığı  $90^\circ\text{C}$  olana kadar ısıtılıyor. Sırasıyla hacimlerinde  $\Delta V_1$ ,  $\Delta V_2$  ve  $\Delta V_3$  kadar değişim gözleniyor. Bu değişim miktarları ile ilgili olarak ne söylenebilir?

- A)  $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3$                       B)  $\Delta V_1 < \Delta V_2 < \Delta V_3$   
C)  $\Delta V_1 > \Delta V_2 > \Delta V_3$                       D)  $\Delta V_2 > \Delta V_3 > \Delta V_1$   
E)  $\Delta V_2 < \Delta V_3 < \Delta V_1$

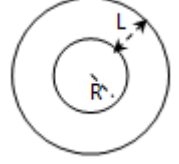
25. Aynı maddeden yapılmış, eşit kütlede üç cisimden birincisi küre, ikincisi silindir, üçüncüsü ise küp şekline getirilmiştir. Bu üç cisim, aynı başlangıç sıcaklığından, homojen olarak ısıtılarak, son sıcaklıkları eşit olacak şekilde ısıtılmaktadır. Hacimlerindeki değişim ile ilgili ne söylenebilir?

- A) Küre şeklinde olanın hacmi daha fazla artmıştır.  
B) Silindir şeklinde olanın hacmi daha fazla artmıştır.  
C) Küp şeklinde olanın hacmi daha fazla artmıştır.  
D) Silindir ve küre şeklinde olanların hacmi, küp şeklinde olanına göre daha fazla artmıştır.  
E) Üçünün hacmi de eşit oranda artmıştır.

26. Yandaki şekilde görülen içi boş metal halka ısıtılıyor. Isıtıldıktan sonra halkanın şekli, aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir?

R yarıçapı      L genişliği

- |             |          |
|-------------|----------|
| A) Artar    | Değişmez |
| B) Azalır   | Artar    |
| C) Artar    | Artar    |
| D) Değişmez | Artar    |
| E) Değişmez | Değişmez |



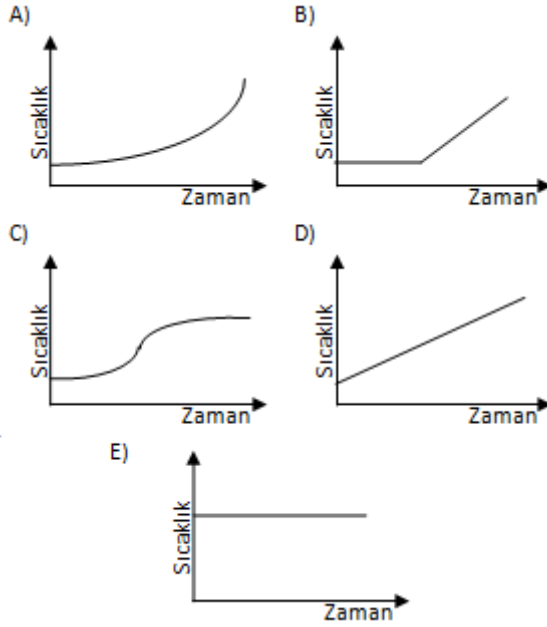
27. Aşağıda verilen;

- I. Kalorifer ilk açıldığında, boru ve peteklerden ses gelmesi,
  - II. İçinden soğuk su geçen boruların, sıcak su geçtiğinde ek yerlerinden sızdırması,
  - III. Suyun içine buz atıldığında, buzun yüzeyde kalması,
- olaylarından hangisi ya da hangileri genleşme sonucunda olur?
- |              |                 |              |
|--------------|-----------------|--------------|
| A) Yalnız II | B) I ve II      | C) II ve III |
| D) I ve III  | E) I, II ve III |              |

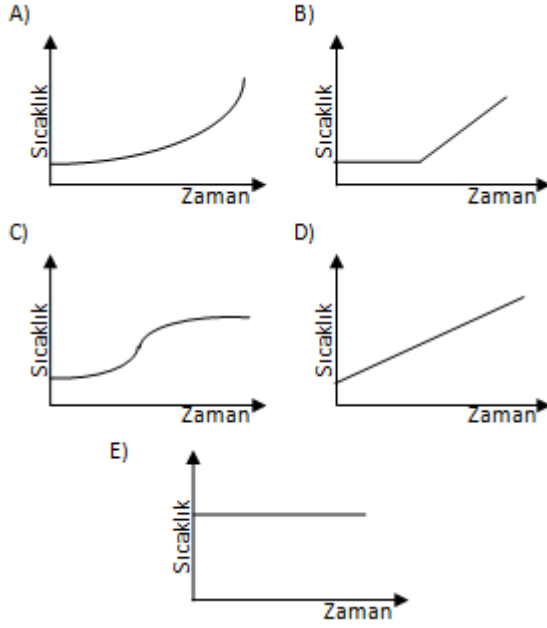
28. Aşağıda verilen;

- I. Karlı yollara tuz atılması,
  - II. Kışın parmağımızdaki yüzüğün daha zor çıkması,
  - III. Termostatların çalışması,
- olaylarından hangisi ya da hangileri genleşme ile ilgilidir?
- |              |                 |              |
|--------------|-----------------|--------------|
| A) Yalnız II | B) I ve II      | C) II ve III |
| D) I ve III  | E) I, II ve III |              |

29. Mükemmel yalıtılmış bir kaptan,  $0^{\circ}\text{C}$ 'de olan 50 gram su ve 50 gram buz karışımı vardır. Karışım bir ocağa koyularak sabit bir kaynakla ısıtılıyor. Bu esnada sürekli çalkalanıyor. Aşağıdaki sıcaklık-zaman grafiklerinden hangisi, buz erirken ama hala erimemiş bir parça buz varkenki durumu ifade etmektedir? (Grafiklerin orijinleri  $0^{\circ}\text{C}$ 'yi göstermemektedir.)



30. Mükemmel yalıtılmış bir kaptaki,  $0^{\circ}\text{C}$ 'de olan 50 gram su ve 50 gram buz karışımı vardır. Karışım bir ocağa koyularak sabit bir kaynakla ısıtılıyor. Bu esnada sürekli çalkalanıyor. Aşağıdaki sıcaklık-zaman grafiklerinden hangisi, hala bir miktar buz varkenki zamandan, bütün buzun tamamen yok olduktan bir süre sonraki bir zamana kadar olan aralığı ifade etmektedir? (Grafiklerin orijinleri  $0^{\circ}\text{C}$ 'yi göstermemektedir.)



31. Suyun özelliklerine ilişkin aşağıda verilen;

I. Sadece  $100^{\circ}\text{C}$ 'de buharlaşır.

II.  $0^{\circ}\text{C}$  de buharlaşmaz.

III. Sadece  $100^{\circ}\text{C}$ 'de kaynar.

ifadelerinden hangisi ya da hangileri yanlıştır?

- A) Yalnız I                      B) I ve II                      C) II ve III  
D) I ve III                      E) I, II ve III

32. Sobanın üzerinde dört adet içinde kaynayan su bulunan tencere vardır. Bu tencerelerin sıcaklıkları için ne söylenebilir?

- A) Fokurdayarak, şiddetli kaynayanın sıcaklığı en yüksektir.  
B) Sakin bir şekilde kaynayanın sıcaklığı en yüksektir.  
C) En uzun süredir kaynayanın sıcaklığı en yüksektir.  
D) Kaynamaya daha yeni başlayanın sıcaklığı en yüksektir.  
E) Hepsi aynı sıcaklıktadır.

33. Saf bir katı maddenin ısıtılarak eritilmesi ile ilgili olarak:

- I. Alınan ısı, moleküller arası bağı zayıflatır.
  - II. Hal değişimi süresince sıcaklık sabit kalır.
  - III. Hal değiştirme ısısı maddenin cinsine bağlıdır.
- yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I                      B) I ve II                      C) I ve III  
D) II ve III                      E) I, II ve III

34. Isıtılarak hal değiştiren saf bir cisim için aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğru değildir?

- A) Hal değişimi sırasında, cismin sıcaklığı sabit kalır.
- B) Hal değişimi, genelde hacim değişimine yol açar.
- C) Bir maddenin hal değiştirme sıcaklığı değiştirilemez.
- D) Hal değişimi esnasında maddenin ısı enerjisi değişir.
- E) Madde katı halden, sıvı hale geçmeden gaz hale geçebilir.

35. Bir kap içindeki suyu ısıtarak kaynatmak isteyen bir adam, kabın içindeki, suyun üzerinde bulunan havayı vakumlayarak basıncını yarıya düşürürse, aşağıdaki yargılardan hangisi doğru olur?

- A) Su daha yüksek sıcaklıkta kaynamaya başlar.
- B) Su daha düşük sıcaklıkta kaynamaya başlar.
- C) Suyun kaynama noktası değişmez.
- D) Suyun kaynama noktası, kaynama esnasında sürekli değişir.
- E) Su kaynamaz.

36. Aşağıdaki olaylardan hangisinin fiziksel nedeni diğerlerinden farklıdır?

- A) Naftalinin açıkta bırakıldığında buharlaşması,
- B) Düdüklü tencere ile yemeklerin daha çabuk pişmesi,
- C) Yüksek yerlerde suyun daha çabuk kaynaması,
- D) Buz patenlerinin taban alanının çok küçük olması,
- E) Otomobillerin geçtiği yerlerdeki karın daha çabuk erimesi,

37. Bir sıvıyı kaynatmak için;

- I. Sıvının üzerindeki hava basıncını düşürmek,
  - II. Sıvının üzerindeki hava basıncını arttırmak,
  - III. Sıvıya ısı vermek,
- işlemlerinden hangisi ya da hangileri yapılabilir?

- A) Yalnız III                      B) I ve II                      C) II ve III  
D) I ve III                      E) I, II ve III

**EK B3: ISKÖ'NÜN ÖN UYGULAMASI İÇİN SORU ANALİZLERİ**

| Kznm | Soru | Güçlük Der. (p) | Ayr. Gücü (r <sub>i</sub> ) | İlişki Katsayısı (r) | Seçenekler | %    | Yargı   |
|------|------|-----------------|-----------------------------|----------------------|------------|------|---------|
| 1.1  | 1    | 0,60            | 0,51                        | 0,42                 | A          | 0,0  | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 9,6  |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 23,1 |         |
|      |      |                 |                             |                      | D*         | 59,6 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 7,7  |         |
|      | 2    | 0,27            | 0,15                        | 0,24                 | A          | 50,0 | Zayıf   |
|      |      |                 |                             |                      | B*         | 26,9 |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 4,8  |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 16,3 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 1,0  |         |
|      | 3    | 0,80            | 0,29                        | 0,27                 | A*         | 79,8 | Orta    |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 5,8  |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 4,8  |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 1,0  |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 7,7  |         |
| 1.2  | 4    | 0,64            | 0,58                        | 0,43                 | A          | 1,0  | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 8,7  |         |
|      |      |                 |                             |                      | C*         | 64,4 |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 24,0 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 1,0  |         |
|      | 5    | 0,66            | 0,61                        | 0,52                 | A          | 10,6 | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B*         | 66,3 |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 5,8  |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 4,8  |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 12,5 |         |
| 1.3  | 6    | 0,80            | 0,43                        | 0,36                 | A          | 1,0  | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 1,0  |         |
|      |      |                 |                             |                      | C*         | 79,8 |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 14,4 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 2,9  |         |

| Kznm | Soru | Güçlük Der. (p) | Ayr. Gücü (r <sub>i</sub> ) | İlişki Katsayısı (r) | Seçenekler | %    | Yargı   |
|------|------|-----------------|-----------------------------|----------------------|------------|------|---------|
| 1.3  | 7    | 0,72            | 0,64                        | 0,55                 | A          | 2,9  | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 2,9  |         |
|      |      |                 |                             |                      | C*         | 72,1 |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 18,3 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 3,8  |         |
|      | 8    | 0,40            | 0,62                        | 0,48                 | A          | 18,3 | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 29,8 |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 8,7  |         |
|      |      |                 |                             |                      | D*         | 40,4 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 2,9  |         |
|      | 9    | 0,35            | 0,59                        | 0,49                 | A          | 29,8 | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 25,0 |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 6,7  |         |
|      |      |                 |                             |                      | D*         | 34,6 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 3,8  |         |
| 2.1  | 10   | 0,69            | 0,47                        | 0,38                 | A          | 0,0  | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 10,6 |         |
|      |      |                 |                             |                      | C*         | 69,2 |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 17,3 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 1,9  |         |
|      | 11   | 0,58            | 0,59                        | 0,49                 | A          | 12,5 | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 19,2 |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 6,7  |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 1,9  |         |
|      |      |                 |                             |                      | E*         | 57,7 |         |
|      | 12   | 0,59            | 0,51                        | 0,40                 | A          | 1,0  | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 7,7  |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 5,8  |         |
|      |      |                 |                             |                      | D*         | 58,7 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 26,9 |         |
| 2.2  | 13   | 0,43            | 0,49                        | 0,39                 | A*         | 43,3 | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 9,6  |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 11,5 |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 21,2 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 12,5 |         |

| Kznm | Soru | Güçlük<br>Der.<br>(p) | Ayr.<br>Gücü<br>(r <sub>i</sub> ) | İlişki<br>Katsayısı (r) | Seçenekler | %    | Yargı   |
|------|------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------|------|---------|
| 2.2  | 14   | 0,52                  | 0,59                              | 0,42                    | A          | 16,3 | Çok İyi |
|      |      |                       |                                   |                         | B*         | 51,9 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 6,7  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 6,7  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 17,3 |         |
|      | 15   | 0,55                  | 0,65                              | 0,50                    | A          | 6,7  | Çok İyi |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 16,3 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 9,6  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 9,6  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E*         | 54,8 |         |
| 2.3  | 16   | 0,56                  | 0,34                              | 0,24                    | A*         | 55,8 | İyi     |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 1,0  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 1,0  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 8,7  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 32,7 |         |
| 2.4  | 17   | 0,56                  | 0,48                              | 0,41                    | A          | 7,7  | Çok İyi |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 18,3 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C*         | 55,8 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 14,4 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 3,8  |         |
| 2.5  | 18   | 0,18                  | 0,33                              | 0,35                    | A          | 19,2 | İyi     |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 14,4 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 15,4 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D*         | 18,3 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 26,9 |         |
| 2.6  | 19   | 0,52                  | 0,25                              | 0,15                    | A*         | 51,9 | Orta    |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 1,9  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 7,7  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 11,5 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 26,0 |         |

| Kznm | Soru | Güçlük<br>Der.<br>(p) | Ayr.<br>Gücü<br>(r <sub>i</sub> ) | İlişki<br>Katsayısı (r) | Seçenekler | %    | Yargı   |
|------|------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------|------|---------|
| 3.1  | 20   | 0,19                  | 0,33                              | 0,34                    | A          | 9,6  | İyi     |
|      |      |                       |                                   |                         | B*         | 19,2 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 9,6  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 1,9  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 57,7 |         |
|      | 21   | 0,26                  | 0,36                              | 0,33                    | A          | 5,8  | İyi     |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 27,9 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C*         | 26,0 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 13,5 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 25,0 |         |
|      | 22   | 0,62                  | 0,37                              | 0,32                    | A          | 1,0  | İyi     |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 3,8  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 3,8  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D*         | 61,5 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 26,0 |         |
| 3.2  | 23   | 0,44                  | 0,45                              | 0,34                    | A          | 28,8 | Çok İyi |
|      |      |                       |                                   |                         | B*         | 44,2 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 21,2 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 0,0  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 1,9  |         |
|      | 24   | 0,61                  | 0,37                              | 0,25                    | A          | 7,7  | İyi     |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 1,9  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 20,2 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 6,7  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E*         | 60,6 |         |
|      | 25   | 0,62                  | 0,30                              | 0,28                    | A          | 14,4 | İyi     |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 4,8  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 4,8  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 11,5 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E*         | 61,5 |         |

| Kznm | Soru | Güçlük Der. (p) | Ayr. Gücü (r <sub>i</sub> ) | İlişki Katsayısı (r) | Seçenekler | %    | Yargı   |
|------|------|-----------------|-----------------------------|----------------------|------------|------|---------|
| 3.2  | 26   | 0,41            | 0,25                        | 0,27                 | A          | 1,0  | Orta    |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 34,6 |         |
|      |      |                 |                             |                      | C*         | 41,3 |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 16,3 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 5,8  |         |
| 3.3  | 27   | 0,49            | 0,21                        | 0,24                 | A          | 25,0 | Orta    |
|      |      |                 |                             |                      | B*         | 49,0 |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 9,6  |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 3,8  |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 9,6  |         |
|      | 28   | 0,40            | 0,24                        | 0,18                 | A          | 40,4 | Orta    |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 5,8  |         |
|      |      |                 |                             |                      | C*         | 40,4 |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 2,9  |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 10,6 |         |
| 4.1  | 29   | 0,42            | 0,55                        | 0,48                 | A          | 14,4 | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 11,5 |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 18,3 |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 13,5 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E*         | 42,3 |         |
|      | 30   | 0,46            | 0,27                        | 0,31                 | A          | 16,3 | Orta    |
|      |      |                 |                             |                      | B*         | 46,2 |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 9,6  |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 13,5 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E          | 13,5 |         |
|      | 31   | 0,43            | 0,49                        | 0,36                 | A          | 7,7  | Çok İyi |
|      |      |                 |                             |                      | B          | 24,0 |         |
|      |      |                 |                             |                      | C          | 10,6 |         |
|      |      |                 |                             |                      | D          | 13,5 |         |
|      |      |                 |                             |                      | E*         | 43,3 |         |

| Kznm | Soru | Güçlük<br>Der.<br>(p) | Ayr.<br>Gücü<br>(r <sub>i</sub> ) | İlişki<br>Katsayısı (r) | Seçenekler | %    | Yargı   |
|------|------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------|------|---------|
| 4.1  | 32   | 0,74                  | 0,47                              | 0,46                    | A          | 1,9  | Çok İyi |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 1,9  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 1,9  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 20,2 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E*         | 74,0 |         |
| 4.2  | 33   | 0,70                  | 0,19                              | 0,22                    | A          | 2,9  | Zayıf   |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 9,6  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 5,8  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 11,5 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E*         | 70,2 |         |
| 4.2  | 34   | 0,54                  | 0,48                              | 0,32                    | A          | 6,7  | Çok İyi |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 11,5 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C*         | 53,8 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 18,3 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 7,7  |         |
| 4.3  | 35   | 0,55                  | 0,24                              | 0,21                    | A          | 27,9 | Orta    |
|      |      |                       |                                   |                         | B*         | 54,8 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 10,6 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 1,9  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 3,8  |         |
|      | 36   | 0,71                  | 0,40                              | 0,38                    | A*         | 71,2 | Çok İyi |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 3,8  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 2,9  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D          | 17,3 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 4,8  |         |
|      | 37   | 0,45                  | 0,35                              | 0,35                    | A          | 13,5 | İyi     |
|      |      |                       |                                   |                         | B          | 1,9  |         |
|      |      |                       |                                   |                         | C          | 31,7 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | D*         | 45,2 |         |
|      |      |                       |                                   |                         | E          | 7,7  |         |

## EK C: ÖĞRENCİLER İÇİN PROBLEME DAYALI ÖĞRENME KILAVUZU

Sevgili öğrenciler,

Bu çalışmada, “Isı ve Sıcaklık” konusunu şimdiye kadar gördüklerinizden farklı bir yöntemle işleyeceksiniz. Bu yöntemi sizlere tanıtmak için aşağıda bazı açıklamalar yapılmıştır.

### A. Genel Bilgiler

---

1. Isı ve Sıcaklık konusu grup çalışmaları ile işlenecektir. Her grup, kendine bir grup adı seçecektir.
2. Çalışma oturumlarına başlamadan önce grup çalışmasına uygun bir halde oturmalısınız.
3. Gruplara bir senaryo verilecektir. Senaryo, konunun günlük yaşamda kullanımıyla ilgili bazı uygulamaları içermektedir. Öncelikle yapmanız gereken, senaryodaki problem durumlarını ve alt problemleri tespit etmektir. Daha sonra grup çalışması yaparak senaryodaki problemleri çözmeye çalışacaksınız.
4. Problemi ve alt problemleri çözerken yapmış olduğunuz çalışmaları ve aldığınız notları, sizlere önceden verilen ve üzerinde grubunuzun adı yazılı olan klasörde toplayacaksınız. Söz konusu klasörü, etkinlik sonunda değerlendirilmek üzere öğretim elemanına teslim edeceksiniz.
5. Grupta her öğrencinin bir sorumluluğu olacaktır. İşlerin zamanında ve verimli yapılabilmesi için grup içinde görev dağılımı yapmalısınız.
6. Problemlerin çözümü için çeşitli yöntem ve teknikler kullanacaksınız. Bunlar: Bilgi kaynaklarını araştırma, deneysel araştırma yöntemi, beyin fırtınası ve grup tartışması teknikleri. Hangi aşamada hangi yöntemi kullanmanız gerektiğini grup olarak siz kararlaştıracaksınız.
7. Bilgi kaynaklarını araştırırken kütüphane, İnternet, gazete, dergi, ansiklopedi, ders kitabı, konu ile ilgili uzman kişiler, aile vs. kaynakları kullanabilirsiniz. Araştırmalarınızda kullanmak üzere sınıfta birçok yeni kaynak ve İnternet bağlantısı imkânı sağlanacaktır.
8. Gruptaki her bir öğrenci, bireysel olarak yaptığı araştırmadan elde ettiği bilgileri, grup arkadaşlarıyla paylaşacaktır. Böylece problemin çözümüne yönelik bir bilgi birikimi oluşturulacaktır. Etkinlik sonuna kadar her grup ayrı ayrı ve birbirinden bağımsız olarak çalışacaktır. Gruplar arası bilgi alışverişi kesinlikle olmayacaktır.
9. Deneysel araştırma yöntemini kullanırken, hipotez oluşturma, hipotezi test etme, deney tasarlama ve deney yapma gibi işlemler yapacaksınız.

10. Ulaşamadığınız bilgi kaynaklarını veya ihtiyaç duyduğunuz herhangi bir araç-gereci öğretim elemanınızdan istemelisiniz. Temini ya da alternatifleri ile ilgili gerekli yardımlar yapılacaktır.
11. Bu yöntemde öğrenme sorumluluğu başlıca sizlere aittir. Senaryodaki problemlerin çözümü için ihtiyaç duyduğunuz bilgileri siz belirleyecek ve bu bilgilere siz ulaşacaksınız. Burada öğretim elemanının rolü, sizlere rehberlik etmektir. Öğretim elemanı, burada eğitim yönlendiricisidir.
12. Bu yöntemde dersteki başarı ve performansı değerlendirmeye sizler de katılacaksınız. Bu amaçla size gerektiğinde değerlendirme formları verilecektir. Böylece yaptığınız çalışmalarda kendinizi, grup arkadaşlarınızı ve süreci değerlendirmiş olacaksınız. Sizlerin görüşleri sürecin işleyişinde ve değerlendirilmesinde son derece önemlidir.
13. Grup çalışması, grup üyelerinizle beraber bir teknede seyahate benzer. Birinizin görevi ihmal etmesi teknenin batmasına neden olabilir. Aynı şekilde birinizin üzerine düşen görevi aksatması, grubun tüm işini başarısız kılabilir. Bu nedenle grup çalışmasında birlikte ve el ele çalışmalı, işleri vaktinde ve hakkını vererek yapmalısınız.

## B. Öğrencilerin İzleyeceği Aşamalar

---

### 1. Senaryonun okunması ve senaryodaki problem durumlarının tespit edilmesi.

Örnek: *Senaryomuzun kahramanı olan ekip, bir bilim insanı ekibidir ve bir bilimsel araştırma amacıyla Everest tepesine seyahat yapmaları gerekmektedir. Fakat deniz kıyısında ve sıcak yerlerde yaşamaya ve çalışmaya alışmış olan ekibimiz, yüksek bir dağa giderken hazırlık süreci konusunda ne yapacaklarını bilememektedirler...*

Bu senaryoya göre şöyle bir problem durumu yazılabilir: Everest tepesine seyahat esnasında yeni durumlara karşı ne tür hazırlıklar yapılmalıdır?

### 2. Problemlerle ilgili sahip olduğunuz bilgilerinizi grup arkadaşlarınıza sunun, görüş alışverişinde bulunun.

Açıklama: Bu zamana kadar elde ettiğiniz bilgi birikimini, tecrübelerinizi, deneyimlerinizi ya da duyularınızı problem durumuyla ilişkilendirmeye çalışın. Örneğin televizyonda dağcılıkla ilgili bir belgesel izlemiş olabilirsiniz. Oradan elde ettiğiniz bilgileri grup arkadaşlarınızla paylaşabilirsiniz. Birbirinizin görüşlerini dinleyerek ve tartışarak problemin çözüm yolları hakkında fikirler yürütün.

**3. Gerekliyse ana problemle ilgili alt problemler/sorular oluşturun.**

Açıklama: Yukarıda oluşturulan problem durumuna çözüm ararken ekstra bazı sorular karşınıza çıkabilir. Örneğin;

- a) Dağda sıcaklık ve basınç gibi hava koşulları ve iklim şartları nasıldır?
- b) Isı kaybını engellemek için bireysel olarak neler yapılmalıdır?
- c) Genel olarak barınak problemi nasıl giderilebilir?
- d) Beslenme ve enerjinin verimli kullanımı için neler yapılmalıdır?

**4. Senaryodaki problem durumuyla ilgili aşağıdaki soruların cevaplarını yazın.**

- a) Senaryo ile ilgili belirlediğimiz problem durumuyla ilgili ne biliyoruz?
- b) Problemi çözmek için neyi öğrenmeye ihtiyacımız var?
- c) Önceki şıkta problemi çözmek için belirlediğimiz ihtiyaçlarımıza nasıl ulaşırız?

**5. Gruptaki her bireyin sorumluluğunu belirleyin.**

Açıklama: Grupta yapılması gereken işler herkese eşit olarak dağıtılmalıdır. Her üye almış olduğu sorumluluğu yerine getirmelidir. Ayrıca ileriki aşamalarda gerçekteşireceğiniz bireysel araştırmalarda hangi kaynakların inceleneceğı de grup üyelerine paylaştırılabilir.

**6. Problemle ilgili ihtiyacınız olan bilgilere ulaşmak için araştırma yapınız.**

Açıklama: Bu araştırmalar okuldaki ders saati dışında yapılacaktır.

**a) Çeşitli kaynakları kullanarak sorularınızla ilgili bilgilere ulaşın.**

Örnek: Kullanabileceğiniz kaynaklar ders kitabı, ansiklopedi, kütüphane, gazete, dergi, TV, uzman kişiler, aile bireyleri, İnternet, vs. olabilir. Görev dağılımı yapılırken burada bahsedilen bilgi kaynakları grup üyelerine paylaştırılabilir. Örneğin, grup üyelerinden birinin dağıcılık sporu yapan bir tanıdığı varsa onunla görüşüp bilgi toplama görevi verilebilir. Edindiğiniz bilgilerin kaynaklarını, bilginin yanına not almalısınız.

**b) Bireysel olarak ulaştığınız bilgileri grup arkadaşlarınızla paylaşın.**

Açıklama: Bu işlem okulda ders saatinde ya da okul dışında yapılabilir.

**c) Yeni bilgiler edindikçe sorularınızı gözden geçirin, gerektiğinde değıştirin ya da yeni sorular oluşturun.**

Açıklama: Bu işlem okulda ders saatinde yapılacaktır. Örneğin dağıcılık sporu yapan kişi ile görüşen öğrenci dağıcılarının kıyafetlerinin “B” kalınlıkta olduğunu öğrensin. Öğrenci bu bilgiyi derste gruptaki arkadaşlarına iletmelidir. Bu bilgi üzerine gruptan şöyle bir soru çıkabilir: Dağıcılar neden “B” kalınlıkta kıyafet giyerler? Grup üyeleri bu problemin cevabının ana problem durumunun çözümünde faydası olacağını düşünüyorsa bu soru üzerinde araştırma yapılmalıdır.

**7. Problemle ve ulaşılan bilgilerle ilgili beyin fırtınası ve grup tartışması yöntemlerini kullanarak fikir üretiniz.**

Açıklama: Bu işlem okulda ders saatinde yapılacaktır.

Beyin fırtınası, bireylerin eleştirilme endişesi olmadan fikirlerini rahatlıkla ifade ettikleri grup tartışma tekniğidir. Beyin fırtınası, değişik fikirlerin ortaya konulmasını destekler, böylece kısa sürede çok sayıda farklı fikirler üretilir. Bu tekniğin uygulanmasında fikirlerin niteliğinden çok, sayıca çokluğu önemlidir. Gruplar, bu tekniği uygulayarak daha yaratıcı bir şekilde belirli bir konuda hızlı bir süreç içinde çok sayıda fikir üretirler. Fikirler, gruptakilerin bilgilerini, tecrübelerini ve ileri görüşlerini birleştirir bir şekilde toparlanarak listelenir ve ortaya çıkan fikirler listesinden kullanılabilecek olanlar seçilir:

Nasıl Beyin Fırtınası Yaparız?:

**Fikirlerin ortaya konması:** Grup lideri beyin fırtınası için konuyu yeniden gözden geçirerek netleştirir. Belirli bir süre tespit edilir. Gruptaki her üye sıra ile bir fikir ortaya atar. Ekip lideri her fikri yazar. Fikir özetlenerek yazılır ise fikri ortaya atan kişinin fikrin anlamını koruduğunu kabul etmesi gerekir. Fikirlerin sayıca çokluğu önemlidir. Bir kişinin fikri daha önce kaydedilen bir başka fikre bağlantılı olabilir. Süreç, gruptakilerin bütün fikirlerini tamamlanıncaya kadar devam eder. Ekip lideri bir sonraki aşamaya geçmeden önce gruba kaydedilecek daha başka fikirlerinin olup olmadığını sorar.

**Tartışma / Açıklama Bölümü:** Bütün fikirlerin ortaya atılışı tamamlandıktan sonra tartışma/açıklama bölümüne geçilir. Ortaya atılan fikirler üzerinde tek tek tartışılarak fikirlerin tam olarak anlaşılması sağlanır. Bu bölümün sonunda bütün grup üyelerinin uzlaşması ve bir fikir üzerinde hemfikir oluşması zorunluluk değildir. Grup üyelerinin aydınlanmasını istedikleri noktalar üzerinde beyin fırtınası yaratılarak tartışılır. Amacına uygun olmayan, grubun becerilerinin dışında ve daha önceden tamamlanmış fikirler elenir. Aynı özelliği taşıyan fikirler gruplandırılarak birleştirilir.

**Beyin Fırtınasının temel kuralları:** Her grup üyesi her seferinde yalnız bir fikir söyler. Fikirler dönüşümlü olarak söylenir. Fikirler söylenirken ortaya atılan fikirle ilgili olarak hiçbir yorum ve eleştiri yapılmaz, fikirler sorgulanmaz, eleştirilmez veya yargılanmaz. Fikirlerin özgürce açıklanması desteklenir. Her fikir; çılgınca, mantıksızca, aptalca, uygun değil veya tekrar ediliyor gibi görölse bile, kabul edilir ve listelenir. Hızla bir kişiden diğerine geçilir. Grup üyeleri eğer sıra kendilerine geldiğinde söyleyecek fikirleri yok ise “beni geçin” der. Bütün fikirler ortaya konuluncaya kadar önerilerin ortaya konuşu devam eder. Fikirlerin sınıflandırılması sağlanır. Benzer fikirler fikri ortaya atanın kabulü ile gruplandırılır. Öneriler, fikri ortaya atanın kabulü ile geliştirilir.

**8. Oluşturduğunuz problemlere/sorulara cevap bulmak için aşağıda açıklanan “deneysel araştırma yöntemi” basamaklarını uygulayın.**

**Açıklama:** Bu aşama ders saati dışında veya ders saatinde yapılacaktır. Genelde hipotez test etmek için kullanılan bir yöntemdir. Hipotez, “Problemde ortaya çıkan soruların doğruluğu test edilmemiş cevabı” olarak tanımlanır.

**a) Gözlem:**

**Örnek:** Gruptan bir üye, ısı kaybı ile ilgili alt problemi incelemek amacıyla, çeşitli malzemelerden yapılmış çeşitli kalınlıktaki kıyafetleri giyerek hangisinin daha sıcak tuttuğunu dener ve bunları not alır.

**b) Ölçme:**

**Örnek:** Giyilen kıyafetlerin yapıldıkları kumaşların cinsi sabit tutularak ve kumaşın kalınlığı değiştirilerek, kumaşı aynı büyüklük ve şekildeki birer buz parçasına sarıp, buzun erime süresi ölçülür. Ölçülen değerler not alınır.

**c) Sınıflandırma:**

**Örnek:** Buzun erime süresi ve kumaş kalınlığı verilerinden yararlanarak iyi yalıtım sağlayan ve kötü yalıtım sağlayan kumaşlar sınıflandırılır. Bunlar not alınır.

**d) Yorumlama:**

**Örnek:** Gözlem ve ölçmeler sonucunda elde edilen sonuçlar, gruptaki bireyler tarafından yorumlanır. Bu senaryoda “giyilen kıyafetin kumaşının kalınlığı ısı yalıtımında önemlidir” yorumu yapılabilir. Bu yorumlar not alınır.

**e) Tahminde bulunma:**

**Açıklama:** Grup içinde yapılan yorumlar birleştirilerek, problemin çözümü ile ilgili bir tahminde bulunulur. Tahminler not alınır.

**f) Bağlantı kurma:**

**Açıklama:** Grup üyeleri, gözlem, ölçme, sınıflandırma, yorumlama ve tahminde bulundukları bilgileri ilişkilendirirler ve not alırlar.

**g) Hipotez kurma:**

**Açıklama:** Sonuca etki eden değişkenler (kumaşın cinsi, kumaşın kalınlığı, buzun kütlesi, oda sıcaklığı, vb...) kullanılarak denenebilir bir varsayımda bulunulur. Bunlar not alınır.

**h) Deney tasarlama:**

**Açıklama:** Sonuca neden olan değişkenler (kumaşın cinsi, kumaşın kalınlığı, buzun kütlesi, oda sıcaklığı, vb...) kullanılarak bir deney tasarlanır. Bunlar not alınır.

**Dikkat!:** Bir hipotez için, “hipotez doğrudur” veya “hipotez yanlıştır” gibi ifadeler kavram yanılgısıdır. Hipotezin doğruluğundan ve yanlışlığından bahsedilemez. Hipotezin doğruluğu veya yanlışlığı konusunda sadece deliller sunulur ve böylece hipotezler desteklenir. Yaptığımız deneyin sonuçları, hipotezlerin doğruluğu için sadece bir delildir.

**9. Mümkünse sekizinci aşamada yaptığınız deneyin sonucunu bir formülle ifade etmeye çalışın.**

Açıklama: Sözlü olarak ifade ettiğiniz deney sonuçlarını formülle ifade edin.

Örnek: Buzun erime süresi ile kumaşın kalınlığı ters orantılı ve buzun kütlesi ile doğru orantılı olarak bulunsun:

Buzun erime süresi = katsayı (buz miktarı / kumaş kalınlığı)

**10. Sonuçlarınızı etkinlik sonunda sunarak sınıfla paylaşın.**

Açıklama: Etkinlik sonunda, problem durumunu çözerken yapmış olduğunuz çalışmaları ve elde ettiğiniz sonuçları grup olarak sınıfa sunmanız beklenmektedir. Sunumunuzda sınıf tahtasını, büyük renkli kartonlara yazdığınız yazıları, resimleri veya şekilleri, yaptığınız deneyleri, bilgisayarda yazdığınız dosyaları, yaptığınız maketleri, çizimleri vs. kullanabilirsiniz. Sunumlara istenirse, okuldaki diğer öğretmenler ve öğrenciler, veliler, konu ile ilgili uzman kişiler de davet edilebilir. Sunumlarınız bittiğinde dinleyicilerden size çalışmanızla ilgili sorular gelebilir. Bu nedenle sunumlarınıza iyi hazırlanmanız gerekmektedir.

Örnek: Grubunuz, yaptıkları deneyin sonucuna dayanarak kendilerinin geliştirdiği bir barınma yöntemini sunabilirler. Grup çalışmasında yapmış oldukları deneyi, sunumlarında da yapıp dinleyicilere gösterebilirler. Bununla birlikte herkesin görev dağılımı, yaptığı araştırmalar, elde ettiği bilgiler ve gruptaki tartışmalar özetle anlatılmalıdır.

**11. Bireysel ve grup olarak çalışmanızı değerlendirin.**

- Bu etkinlikte neler yaptım?
- Bu etkinlikte neler öğrendim?
- Bu etkinlik sırasında grubumdaki arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?
- Bu etkinlik sırasında en iyi yaptığım şeyler:
- Bu etkinlikte en çok zorlandığım şeyler:
- Çalışmamı yaparken beklemediğim nelerle karşılaştım?
- Bu çalışmayı tekrar yapsaydım şu şekilde yapardım:

Açıklama: Sunumunuzu yaptıktan sonra yukarıdaki soruları, bireysel ve grup olarak cevaplayın. İlgili değerlendirmeler için size form verilecektir. Bu değerlendirmenizi ve bu çalışma sırasında yaptığınız tüm işleri bir dosyada toplayarak sonraki ders öğretmeninize teslim edin.

### C. Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) Çalışması için Öğrenciye Öneriler

| Yapılması Gerekenler                                                                         | Yapılmaması Gerekenler                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Aklınıza takılan tüm soruları gruba yöneltmek                                                | Eğitim yönlendiricisine soru sormak                            |
| Düşüncelerinizi korkmadan ve çekinmeden söylemek                                             |                                                                |
| Sorularınızın cevaplarını basılı ve elektronik kaynaklardan araştırmak                       | Eğitim yönlendiricisinden cevap ya da onay beklemek            |
| Soruları cevaplarken bireysel olarak edinilen ve grubunuzun ortak bilgi birikimini kullanmak |                                                                |
| Bulduğunuz tüm yeni bilgileri arkadaşlarınızla paylaşmak                                     | Yeni bilgileri eğitim yönlendiricisine danışmak                |
| Konuları kendi aranızda tartışmak, paylaşımlarınızı grubunuzla yapmak                        | Tartışma ve sunumlarda eğitim yönlendiricisine yönelmek        |
| Konuyu anlamadığınızda o konuyu araştıran arkadaşınızdan açıklama istemek                    | Konuyu anlamadığınızda eğitim yönlendiricisine sormak          |
| Tartışmalara kendiliğinizden katılmak                                                        | Tartışmalarda eğitim yönlendiricisinin sizi seçmesini beklemek |
| Zamanı iyi kullanmak                                                                         | Zamanı boşa geçirmek                                           |

#### Sizden Beklenenler:

- Bilinmeyen terimleri, kavramları saptamak ve bu kavramları açıklığa kavuşturmak,
- Problemi tanımlamak ve alt problemlere ayırmak,
- Problemin ve alt problemlerin analizini yapmak,
- Problemin analizi sırasında ortaya çıkan problemlere sistematik bir yaklaşım getirmek,
- Grupta size düşen görevi yerine getirmek ve konulara yönelik çalışmalar yapmak,
- Basılı, elektronik ve sosyal kaynaklara yönelmek,
- Eski bilgileri ve yeni ulaşılan bilgileri sentezlemektir.

## EK D: PDÖ SENARYOLARI

### ÖRNEK SENARYO: Uygarlığa Giden Yol

Şehriniz medeniyetle olan tek bağlantısı bir nehir üzerinde kurulmuş olan eski köprüdür. Şehriniz küçük bir ilçe ve belediye başkanınız da çok kötü durumda olan köprüünüzü yenilemek istemektedir. Ancak, köprüünün şehrin ihtiyaçlarına cevap verecek nitelikte olması oldukça önemlidir. Bu yüzden, halktan yardım isteyen belediye başkanınıza şehrin ileri gelenleri olarak fikirlerinizi yansıtan bir proje götürmek istiyorsunuz. Siz olsanız, nasıl bir köprü tasarlardınız?

### ANA SENARYO: Kış Tatilcilerine Otel Yapalım...

Büyük çabalar sonunda okulunuzu bitirdiniz. Tüm arkadaşlarınız çeşitli sektörlerde iş hayatına atıldı. Siz de bir gün, inşaat sektöründe bir iş fırsatı yakaladınız. Bir inşaat firması, mimar ve mühendislerle fizik konusunda bilirkişi olarak önerilerde bulunmak ve proje çizimlerinde bizzat bulunup, yol göstermek üzere bir ekip kurmaya karar vermiş. Siz de iş için başvurduğunuz ve kabul edildiniz. Fizik eğitimi almış biri olarak, bu işi üstlenen bilirkişilerden kurulu bir ekipte yer alıyorsunuz. Ekip kurulur kurulmaz ilk iş olarak önünüze ciddi bir proje geldi. Sizin ve ekip arkadaşlarınızın bu ilk projesi olacak. Şirkete ekibinizin işe yararlılığını kanıtlamak adına projeyi başarılı bir biçimde tamamlamalısınız.



Oldukça yüksek olan Erciyes dağının zirvesine çok yakın bir yere yeni bir otel yaptırmak isteyen büyük bir holding, otelin hizmet verirken kârını azami olarak arttıracak şekilde tasarım yapmak istemektedir. Erciyes dağı oldukça yüksek ve soğuk bir iklime sahiptir. Bu durum, otelin ısınma esnasında enerji kaynaklarının verimli kullanılamaması problemini doğurmuştur. En çok masrafın ısınma problemlerinden kaynaklandığını keşfeden şirket, yeni yaptıracığı oteli bunları dikkate alarak tasarlamak istemektedir.

Sizin şirketiniz bu işi almak için son derece istekli. Ancak, şirketinizin de içinde olduğu bazı şirketler bu işe talip olmuş durumda. Şirketiniz de bu işi alabilmek için ekibinizden konuyla ilgili bir proje geliştirmenizi ve otel için en uygun planını çıkarmanızı istiyor. Yapım ve özellikle hizmet esnasında maksimum kar sağlayacak bir tasarım yapmanız şirketteki kariyeriniz için size büyük avantajlar getirecek. Nasıl bir tasarım yaparsınız?

## EK E: DERS PLANLARI

|                                         |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
|-----------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------|----------|--------------|-------------------------|------------|------------|-----------|----------|----------------------|--------------|--------------------|---------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------|--------|------------|---------|---------------|--------|
| <b>Öğretme-Öğrenme modeli</b>           | :                     | Probleme Dayalı Öğrenme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| <b>Senaryo</b>                          | :                     | Kış Tatilcilerine Otel Yapalım...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| <b>Senaryonun ilgili olduğu konular</b> | :                     | Isı ve Sıcaklık                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| <b>Öğrenci kazanımları</b>              | :                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Öğrenci ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını açıklar.</li><li>• Öğrenci sıcaklık, ısı ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkiyi örneklerle açıklar.</li><li>• Öğrenci ısı sığası ve ısı iletim katsayısı arasındaki ilişkiyi açıklar.</li><li>• Öğrenci ısı (termal) dengeyi sıcaklık farkı ve ısı kavramları ile ilişkilendirir.</li><li>• Öğrenci aktarılan ısı ile sıcaklık değişimi arasındaki ilişkiyi kavrar.</li><li>• Öğrenci iletim yolu ile ısı aktarımının bağlı olduğu etmenleri kavrar.</li><li>• Öğrenci taşınım yolu ile yapılan ısı aktarımını açıklar.</li><li>• Öğrenci ışıınım yolu ile iletilen enerjinin, yayılmasını açıklar.</li><li>• Öğrenci bir maddedeki enerji aktarma hızı ile sıcaklık farkı arasındaki ilişkiyi keşfeder.</li><li>• Öğrenci genleşme ve büzülme olayını açıklar.</li><li>• Öğrenci genleşme ve büzülme olaylarına etki eden etmenleri açıklar.</li><li>• Öğrenci genleşmeye günlük yaşamdan örnekler verir.</li><li>• Öğrenci hal değiştirmenin doğasını açıklar.</li><li>• Öğrenci ısı aktarımı ve hal değiştirme ısısı ile hal değişimi arasındaki ilişkiyi açıklar.</li><li>• Öğrenci basıncın hal değiştirme olaylarına etkisini açıklar.</li></ul> |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| <b>İlişkili Kavramlar</b>               | :                     | <table><tr><td>Isı</td><td>Isı aktarımı</td></tr><tr><td>Sıcaklık</td><td>Isı yalıtımı</td></tr><tr><td>İç (ısıl/termal) enerji</td><td>Isı sığası</td></tr><tr><td>Isıl denge</td><td>Özgül ısı</td></tr><tr><td>Genleşme</td><td>Isı iletim katsayısı</td></tr><tr><td>Hal değişimi</td><td>Genleşme katsayısı</td></tr><tr><td>Donma noktası</td><td>Hal değişim katsayısı</td></tr><tr><td>Kaynama noktası</td><td>Isıl iletkenlik</td></tr><tr><td>İç basınç</td><td>İletim</td></tr><tr><td>Dış basınç</td><td>Taşınım</td></tr><tr><td>Buhar basıncı</td><td>İşinım</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Isı | Isı aktarımı | Sıcaklık | Isı yalıtımı | İç (ısıl/termal) enerji | Isı sığası | Isıl denge | Özgül ısı | Genleşme | Isı iletim katsayısı | Hal değişimi | Genleşme katsayısı | Donma noktası | Hal değişim katsayısı | Kaynama noktası | Isıl iletkenlik | İç basınç | İletim | Dış basınç | Taşınım | Buhar basıncı | İşinım |
| Isı                                     | Isı aktarımı          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| Sıcaklık                                | Isı yalıtımı          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| İç (ısıl/termal) enerji                 | Isı sığası            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| Isıl denge                              | Özgül ısı             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| Genleşme                                | Isı iletim katsayısı  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| Hal değişimi                            | Genleşme katsayısı    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| Donma noktası                           | Hal değişim katsayısı |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| Kaynama noktası                         | Isıl iletkenlik       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| İç basınç                               | İletim                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| Dış basınç                              | Taşınım               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |
| Buhar basıncı                           | İşinım                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |              |          |              |                         |            |            |           |          |                      |              |                    |               |                       |                 |                 |           |        |            |         |               |        |

|                      |                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Önerilen süre</b> | : 14 ders saati (700 dk)                                                                                                                                                                                      |
| <b>Araç-Gereçler</b> | : Problemin Analizi Formu (PAF)<br>Alt Problem Formu (APF)<br>Problemin Çözümü Formu (PÇF)<br>Beyin Fırtınası Formu (BFF)<br>Deneyisel Araştırma Formu (DAF)<br>Öğrencilerin belirleyecekleri deney gereçleri |

### İLK OTURUM

|                                           |                                                                             |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Öğretme-Öğrenmede kullanılan model</b> | : Probleme Dayalı Öğrenme                                                   |
| <b>Senaryonun ilgili olduğu konular</b>   | : Isı ve Sıcaklık                                                           |
| <b>Oturumun Amacı</b>                     | : Problem ve Alt Problemlerin Belirlenerek Problemin Analizi                |
| <b>Öğrenci kazanımları</b>                | : -                                                                         |
| <b>Kavramlar</b>                          | : -                                                                         |
| <b>Önerilen süre</b>                      | : 2 ders saati (100 dk)                                                     |
| <b>Yer</b>                                | : Sınıf veya Laboratuvar                                                    |
| <b>Araç-Gereçler</b>                      | : İlk Oturum – Problemin Analizi Formu (PAF)<br>Beyin Fırtınası Formu (BFF) |

| ETKİNLİKLER     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                               |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | Eğitim yönlendiricisi ne yapar?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Öğrenciler ne yapar?                                                                                                                                          |
| 1. Ders (50 dk) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                               |
| 5 dk            | Öğrencilere senaryoyu dağıtır ve okumalarını ister.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Eğitim yönlendiricisinin dağıttığı senaryoyu okur.                                                                                                            |
| 5 dk.           | Kümelerin senaryoda belirtilen problemi belirlemelerini ve formda (PAF) ilgili alana yazmalarını ister.<br><i>Önerilen Problem:</i><br>Yüksek konumlu ve soğuk iklimi olan bir yerde bir otel binasının ısınması daha tutumlu olarak nasıl sağlanır?<br><i>Not:</i> Kümelerin belirledikleri problem tümcesi yukarıdaki tümceden başka olabilir. Ancak ana düşünce olarak benzerlidir. Aksi durumda, gerekli yönlendirmeler yapılarak problemi doğru belirlemeleri sağlanır. | Senaryodaki problemi belirler ve formda (PAF) ilgili alana yazar.                                                                                             |
| 25 dk           | Kümelerin beyin fırtınası tekniğini ve bunun için geliştirilen formu (BFF) kullanarak problemin alt problemleri belirlemelerini ve son olanlarını ilk oturum formunun ilgili kısmına yazmalarını ister.                                                                                                                                                                                                                                                                      | Problemin alt problemlerini beyin fırtınası tekniğini ve bunun için hazırlanmış formu (BFF) kullanarak belirler ve ilk oturum formunda ilgili kısma yazarlar. |

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                            |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | <p><b>Örnek Alt Problemler:</b><br/> Otelin yapılacağı bölgenin yaz-kış iklim koşulları ve yüksekliği gibi doğal koşulları ve yapıya etkisi nelerdir?<br/> Yapılacak olan otelin ısınmasında kullanılacak enerji nasıl elde edilmeli ve dağıtılmalıdır?<br/> Bir binanın enerji en çok nerelerden ve ne biçimde olmaktadır?<br/> Otel bünyesinde enerjinin kullanıldığı diğer alanlar nelerdir?<br/> <u>Not:</u> Kümelerin belirlediği alt problemler yukarıdakilerden farklı olabilir. Konuya ve amaca uygun olmayan problemleri, eğitim yönlendiricisi sorular sorarak ve gerekli yönlendirmeleri yaparak uygun hale getirilmesini sağlamalıdır. Gereksiz ve konunun dışına çıkan alt problemler konusunda öncelik sıralaması yapmaları istenerek odaklanma sağlanmalıdır.</p> |                                                                                                                                                                            |
| 15 dk                  | Kümelerin problemin sınırlılıklarını belirlemelerini ve PAF'nin ilgili bölümüne yazmalarını ister.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Problemin sınırlılıklarını tartışarak belirler ve PAF'nin ilgili bölümüne yazar.                                                                                           |
| Oturma Arası (10 dk)   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                            |
| <b>2. Ders (50 dk)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                            |
| 20 dk                  | Öğrencilere, problemi çözmek için hangi kavramları öğrenmeleri ve hangi bilgilere ulaşmaları gerektiğini tartışmalarını ve PAF'nin ilgili kısmına yazmasını ister.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Grup tartışması veya beyin fırtınası teknikleri ile hangi kavramları öğrenmeleri ve hangi bilgilere ulaşmaları gerektiğini belirlerler ve PAF'nin ilgili kısmına yazarlar. |
| 5 dk                   | Öğrencilere, ulaşmaları gereken bilgileri araştırmak ve öğrenmek için küme içinde görev dağılımı yapmaları ve görevlerin PAF'nin ilgili bölümüne yazmaları istenir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Görev dağılımı yaparlar ve görevleri PAF'nin ilgili bölümüne yazarlar.                                                                                                     |
| 10 dk                  | Öğrencilere aralarında tartışarak, ulaşılması gereken bilgileri hangi kaynaklardan ve hangi uzmanlarla görüşerek elde edebileceklerini belirlemelerini ve PAF'de ilgili bölüme yazmalarını ister.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Kullanılması gereken kaynaklar ve görüşülmesi gereken uzmanları tartışarak belirler ve PAF'nin ilgili bölümüne yazarlar.                                                   |
|                        | <p><b>İncelenmesi Önerilen Kaynaklar:</b><br/> Kütüphane<br/> Genel Ağ<br/> Mimarlık ve yapı dergileri<br/> Termodinamik ders kitapları<br/> Ansiklopediler</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p><b>Görüşülmesi Önerilen Uzman Kişiler:</b><br/> Mimar<br/> İnşaat mühendisi<br/> Makine mühendisi<br/> İklimbilimci<br/> Yerbilimci</p>                                 |
| 10 dk                  | Öğrencilere inceleyecekleri alt problemleri öncelik sırasına koyarak, her alt problemin çözümünü ayrı ayrı yapmaları ve en son birleştirmeleri gerektiğini söyler. Bunun için yapılması gereken çalışmaları belirlemelerini ve PAF'nin ilgili bölümüne yazmalarını ister.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Grup içinde tartışarak ve oylayarak alt problemleri öncelik sırasına koyar ve bunun için yapılması gerekenleri belirleyerek PAF'nin ilgili bölümüne yazarlar.              |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                         |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 dk        | Öğrencilerin bir sonraki oturum için küme olarak amaçlarını belirleyip, bu oturumdan elde ettikleri sonucu özetleyerek PAF'nin ilgili bölümüne yazmalarını ister. Bir sonraki oturuma geldiklerinde bilgileri bulmuş ve paylaşmış olmaları gerektiğini anımsatır. | Aralarında tartışarak ortak bir oturum sonucu belirlerler ve bir sonraki oturum için amaçlarını belirler. Kararlarını PAF'nin ilgili bölümüne yazarlar. |
| Oturum Sonu |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                         |

### ARA OTURUM

|                                           |                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Öğretme-Öğrenmede kullanılan model</b> | : Probleme Dayalı Öğrenme                                                                                                                    |
| <b>Senaryonun ilgili olduğu konular</b>   | : Isı ve Sıcaklık                                                                                                                            |
| <b>Oturumun Amacı</b>                     | : Alt Problem Analizi                                                                                                                        |
| <b>Öğrenci kazanımları</b>                | : Alt probleme göre öğrenci kazanımları değişim gösterir.                                                                                    |
| <b>Kavramlar</b>                          | : Alt probleme göre kavramlar değişim gösterir.                                                                                              |
| <b>Önerilen süre</b>                      | : 2 ders saati (100 dk)                                                                                                                      |
| <b>Yer</b>                                | : Laboratuvar                                                                                                                                |
| <b>Araç-Gereçler</b>                      | : Alt Problem Formu (APF)<br>Beyin Fırtınası Formu (BFF)<br>Deneyisel Araştırma Formu (DAF)<br>Öğrencilerin belirleyecekleri deney gereçleri |

| ETKİNLİKLER            |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                          |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ⌚                      | Eğitim yönlendiricisi ne yapar?                                                                                                                                                                                                                                                             | Öğrenciler ne yapar?                                                                                                     |
| <b>1. Ders (50 dk)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                          |
| 2 dk                   | Öğrencilerden probleme ilişkin alt problemlerden öncelikli olanı seçmelerini ve alt problem formunun (APF) ilgili bölümüne yazmalarını ister.                                                                                                                                               | Öncelikli alt problemi seçer ve alt problem formunun (APF) ilgili bölümüne yazarlar.                                     |
| 8 dk                   | Öğrencilere, bir önceki oturumda belirlenen öğrenme konularını araştırmış olmaları ve her öğrencinin elde ettiği bilgileri paylaşmış olmaları gerektiğini anımsatır. Elde edilen bilgilerden alt probleme ilgili olduğunu düşündüklerini ayıklanarak APF'de ilgili alana yazmaları istenir. | Alt problemle ilgili olarak elde edilen bilgileri ayıklar ve alt problemle ilgili olanları APF'de ilgili alana yazarlar. |

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 dk                   | Öğrencilerin alt probleme ilişkin ayıklanarak elde edilen bilgiler üzerinde kısa bir tartışma ile görüş alışverişi yaparak değerlendirme yapmaları istenir. Tartışma notları ve sonucunu APF’de ilgili alana yazmaları istenir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kısa bir tartışma ile alt probleme ilişkin bilgileri değerlendirirler. Tartışma notları ve sonucunu APF’de ilgili alana yazarlar.                                                                                                |
| 10 dk                  | Öğrencilerin, tartışma notlarından yararlanarak alt probleme ilişkin rastlanabilecek olasılıklar ilgili hipotezler üretmeleri için beyin fırtınası tekniğini kullanmalarını ister. Bu sırada BFF’nin doldurulmasını, beyin fırtınasının sonuçlarından yararlanarak da APF’nin ilgili alanlarının doldurmalarını ister.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Alt probleme ilişkin rastlanabilecek olasılıkları ve hipotezleri beyin fırtınası tekniğini kullanarak üretirler. Bu sırada BFF’yi kullanırlar. Beyin fırtınasının sonuçlarından yararlanarak APF’de ilgili alanları doldururlar. |
| 15 dk                  | Öğrencilerden beyin fırtınası sonucunda elde edilen hipotezleri sınamaları istenir. Bunun için, deneysel araştırma yöntemini ve hazırlanan formu (DAF) kullanacaklarını söyler. Her bir hipotez için deneysel araştırma yönteminin basamaklarını izlemeleri gerektiğini, dolayısıyla birer kısa süreli deney tasarımları ve deneyi uygulayarak hipotezi sınamaları gerektiğini söyler. Öğrencilerden ilk olarak deney tasarımlarını ister. Bu sırada, kümelerin deney tasarımlarını izler ve yönlendirmelerde bulunur. Öğrencilere, deney gereçleri olarak laboratuvarında bulunan gereçlerle sınırlı olduklarını anımsatır. | Hipotezleri sınamak için kısa süreli uygun deney düzenekleri tasarlarlar. Bu sırada DAF’nin ilgili alanlarını doldururlar. Eğitim yönlendiricisinin yönlendirmeleri doğrultusunda deney düzeneklerini son durumuna getirirler.   |
| 10 dk                  | Öğrencilerden deney düzeneklerindeki değişkenleri belirlemelerini ve denetim altına almalarını ister. Ardından deneyi yapmalarını ve verilerini kaydetmelerini, bunun için DAF’yi kullanmalarını ister. Kümede görev paylaşımı yaparak eşzamanlı olarak birden fazla hipotezi birden fazla deney yaparak sınayabileceklerini söyler.                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Değişkenleri belirler, denetim altına alır ve deney yaparak verileri DAF’ye kaydederler.                                                                                                                                         |
| Oturum Arası (10 dk)   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>2. Ders (50 dk)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                  |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 dk       | Öğrencilerden kaydettikleri verileri değerlendirip, ilişkilendirmelerini ister. Bunun için tablolama, sınıflama, sayı-uzay ilişkileri kurma gibi yöntemlerden seçecekleri uygun olanı kullanmalarını ve DAF'ye yazmalarını ister.                                                                                                     | Kaydettikleri verileri değerlendirir, gerekli ilişkilendirmeleri ve teknikleri kullanarak bunları DAF'nin ilgili alanına yazarlar.                                                                                                                                                                                              |
| 5 dk        | Öğrencilerden ilişkilendirdikleri verileri yorumlayarak ilgili hipotezleri “destekler” ya da “desteklemez” şeklinde sonuca varmalarını, yapmış oldukları yorumları ve sonucu formlardaki ilgili alanlara kaydetmelerini ister.                                                                                                        | İlişkilendirdikleri verileri yorumlar ve hipotezlerle ilgili sonuçları belirler. Yorum ve sonuçları formlar üzerinde ilgili alanlara yazarak kaydederler.                                                                                                                                                                       |
| 5 dk        | Öğrencilerin, alt problem formu üzerinde ilgili alana hipotez sınama sonuçlarını özetleyerek, sonuçlar üzerinde kümece tartışmalarını, tartışmaları ve sonuçları ilgili alana not tutarak kaydetmelerini ister.                                                                                                                       | Hipotezlerin sınama sonuçlarını form üzerinde ilgili alana özetler ve küme olarak sonuçlar üzerinde tartışır. Tartışmaları ve sonuçları forma kaydederler.                                                                                                                                                                      |
| 10 dk       | Öğrencilerden, varsa alt probleme oluşabilecek değişiklik ya da eklemeleri belirlemelerini ve alt problem ile ilgili çözüm önerileri getirmelerini ve bunları formdaki ilgili alana yazmalarını ister. Bunun için beyin fırtınası tekniğini kullanmalarının uygun olacağını ve BFF kullanmaları gerektiğini söyler.                   | Alt problemde oluşabilecek değişiklik ya da eklemelerin olup olmadığını belirlerler. Varsa ilgili alana not alırlar. Alt problemin çözümü için öneriler getirmek için beyin fırtınası tekniğini ve BFF'yi kullanırlar. Beyin fırtınası sonunda üretilen çözüm önerilerini ve seçilen önerileri APF'de ilgili alana not alırlar. |
| 10 dk       | Öğrencilerden, kümenin seçtiği çözüm önerileri için uygulama planı kararlaştırmalarını ve bununla ilgili görev dağılımı yaparak uygulamalarını ister. İlgili plan ve dağılımları form üzerindeki ilgili alana yazmalarını söyler. Görev paylaşımı ile eşzamanlı olarak birden fazla çözüm önerisini uygulayabileceklerini hatırlatır. | Seçtikleri çözüm önerileri için uygulama planı kararlaştırır ve bunun için görev dağılımı yaparak uygularlar. Bununla ilgili bilgileri form üzerindeki uygun alanlara yazarlar.                                                                                                                                                 |
| 10 dk       | Öğrencilerin, uyguladıkları çözüm önerilerini değerlendirmelerini ve başarılı olanları ayırıp, içlerinden en iyisini seçmelerini ister. Çözüm ile ilgili son karara varmalarını ve sonucu özetleyerek değerlendirmelerini ister.                                                                                                      | Uyguladıkları çözüm önerilerini değerlendirir, başarılı olanları ayırır ve en iyisini seçerler. Çözümü karara bağlayarak sonucu özetler ve değerlendirirler.                                                                                                                                                                    |
| Oturum Sonu |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

**NOT:** Her bir alt problemin çözümü için bir çift oturum gerçekleştirilecektir. Ancak alt problemler zaman nedeniyle önem sıralamasına göre, en çok 4 (dört) ile sınırlandırılmalıdır. Dolayısıyla, olası “2. Oturum”, “3. Oturum”, “4. Oturum” ve “5. Oturum” planları da “Ara Oturum” planı olarak alınmıştır.

### ÇÖZÜM OTURUMU

|                                           |                                                              |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Öğretme-Öğrenmede kullanılan model</b> | : Probleme Dayalı Öğrenme                                    |
| <b>Senaryonun ilgili olduğu konular</b>   | : Isı ve Sıcaklık                                            |
| <b>Oturumun Amacı</b>                     | : Problemin Çözümü                                           |
| <b>Öğrenci kazanımları</b>                | : -                                                          |
| <b>Kavramlar</b>                          | : -                                                          |
| <b>Önerilen süre</b>                      | : 2 ders saati (100 dk)                                      |
| <b>Araç-Gereçler</b>                      | : Problemin Çözüm Formu (PÇF)<br>Beyin Fırtınası Formu (BFF) |

| ETKİNLİKLER                 |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                      |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ⌚                           | Eğitim yönlendiricisi ne yapar?                                                                                                                                                                                                                                  | Öğrenciler ne yapar?                                                                                                                                 |
| <b>1. Ders (50 dk)</b>      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                      |
| 5 dk                        | Öğrencilerden problemin çözüm formunda ilgili alanlara problem ve alt problemleri yazmaları istenir.                                                                                                                                                             | Problem ve alt problemleri problemin çözüm formunda ilgili alana yazarlar.                                                                           |
| 5 dk                        | Önceki oturumlarda öğrencilerin çözmüş oldukları alt problemler için seçtikleri en iyi çözüm yollarını formun ilgili alanına özetlemeleri istenir.                                                                                                               | Alt problemler için seçtikleri en iyi çözüm yollarını formdaki ilgili alana yazarlar.                                                                |
| 40 dk                       | Öğrencilerden problemin genel çözümü için, alt problemlerden yola çıkarak düşünce üretmelerini ister. Bunun için beyin fırtınası tekniğini ve ilgili formu (BFF) kullanmalarını ister. Bu sırada alt problemlerden edindikleri bilgileri sentezlemelerini ister. | Beyin fırtınası tekniğini ve bununla ilgili formu (BFF) kullanarak problemin genel çözümü için sentez yaparak düşünce üretir ve bunları not alırlar. |
| <b>Oturum Arası (10 dk)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                      |
| <b>2. Ders (50 dk)</b>      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                      |
| 5 dk                        | Öğrencilere beyin fırtınası sonunda seçtikleri en iyi çözüm yolu ile ilgili bir ürün ortaya koymaları gerektiğini söyler. Ürünün bir maket, detaylı çizim, benzetişim veya sunum gibi çeşitli şekillerde olabileceğini açıklar.                                  | Eğitim yönlendiricisinin açıklamalarını dinlerler.                                                                                                   |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                            |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 45 dk       | Öğrencilere son ürünle ilgili kararlar almaları için beyin fırtınası tekniğini ve ilgili formu kullanmalarını önerir. Alınan kararları ve son ürünün tanıtımı ile ilgili planı formun ilgili kısmına yazmalarını ister. Bu aşamadan sonra uzun bir ara verileceğini ve bu arada son ürünü tasarımları gerektiğini söyler. | Son ürünle ilgili kararları almak için beyin fırtınası tekniğini ve ilgili formu kullanırlar. Son ürünle ilgili kararlar alır, tanıtım planını hazırlar ve formdaki ilgili alana yazarlar. |
| Oturum Sonu |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                            |

**NOT:** Çözüm oturumundan sonra, öğrencilerin son ürünü hazırlamaları için sunum oturumu öncesinde en az 1 günlük uzun bir ara verilmelidir. Bu aranın süresi öğrencilerin talepleri dikkate alınarak değiştirilebilir.

### SUNUM OTURUMU

|                                           |                               |
|-------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Öğretme-Öğrenmede kullanılan model</b> | : Probleme Dayalı Öğrenme     |
| <b>Senaryonun ilgili olduğu konular</b>   | : Isı ve Sıcaklık             |
| <b>Oturumun Amacı</b>                     | : Problemin Çözümü            |
| <b>Öğrenci kazanımları</b>                | : -                           |
| <b>Kavramlar</b>                          | : -                           |
| <b>Önerilen süre</b>                      | : 2 ders saati (100 dk)       |
| <b>Araç-Gereçler</b>                      | : Problemin Çözüm Formu (PÇF) |

| ETKİNLİKLER            |                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| ⌚                      | Eğitim yönlendiricisi ne yapar?                                                                                                                                                        | Öğrenciler ne yapar?                                                               |
| <b>1. Ders (50 dk)</b> |                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
| 5 dk                   | Bu aşamada hazırlanan son ürünlerin küme tarafından sunulacağı söylenir. Bunun için her kümeye 15'er dakika süre verileceği belirtilir. Sunum sırasını öğrencilerle birlikte belirler. | Sunum sırasının belirlenmesi için öneride bulunurlar.                              |
| 45 dk                  | Sunumları izler. Sunumların hoşgörü ve doğal ortam içinde gerçekleşmesini sağlar.                                                                                                      | Küme olarak tek tek son ürünlerini sunar. Eleştirilere ve sorulara cevap verirler. |
| Oturum Arası (10 dk)   |                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
| <b>2. Ders (50 dk)</b> |                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
| 20 dk                  | Sunumların devamını sağlar.                                                                                                                                                            | Sunumlara devam ederler.                                                           |

|             |                                                                                                                                        |                                                                         |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 20 dk       | Öğrencilerden, küme olarak son ürünlerini gelen eleştiriler çerçevesinde değerlendirmeleri ve formun ilgili kısmına yazmaları istenir. | Son ürünlerini değerlendirir ve formda ilgili kısma yazarlar.           |
| 9 dk        | Öğrencilerin nesnel olarak en iyi son ürünü seçmelerini ve nedenlerini belirtmelerini ister.                                           | Söz alarak, kendilerine göre en iyi son ürünü ve nedenlerini söylerler. |
| 1 dk        | Öğrencilerin tümünü çalışmalarından ötürü kutlar ve öğrencilere teşekkür eder.                                                         | ---                                                                     |
| Oturma Sonu |                                                                                                                                        |                                                                         |

**NOT:** Sunumlar sırasında kayıp zaman olabileceği, gelebilecek eleştiri ve soruların bulunabileceği düşünülmelidir. Bunlar dikkate alınarak; sunumlar için, gereken zamandan daha fazlası ayrılmıştır.

**EK F1: SENARYO DEĞERLENDİRME FORMU (SDF)**

| <b>Açıklama:</b> Aşağıda senaryo ile ilgili bazı ifadeler bulunmaktadır. İfadeleri dikkatlice okuyarak size uygun olan seçeneğe ait kutucuktaki ayrıacı karalayınız. Her önerme için yalnız bir seçenek işaretleyiniz.<br><br><b>Adı Soyadı:</b> |                                                                                  | Kesinlikle Katılıyorum | Katılıyorum | Kararsızım | Katılmıyorum | Kesinlikle Katılmıyorum |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|------------|--------------|-------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                | Senaryo ilgimi çekti.                                                            | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                | Senaryodaki problem ilgimi çekti.                                                | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                | Senaryoda bahsedilen problemin çözümünü merak ettim.                             | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                | Fizik dersinin, bu örnekte olduğu gibi senaryolar üzerinden işlenmesini isterim. | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                | Senaryoyu gereksiz buldum.                                                       | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                | Senaryodaki problemi tek başıma çözmek isterim.                                  | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                | Senaryodaki problemi öğretmenimin çözüp anlatmasını isterim.                     | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                | Senaryodaki problemi arkadaşlarımla birlikte çözmek isterim.                     | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                | Senaryodaki problemi çözmek için uğraşmak isterim.                               | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 10                                                                                                                                                                                                                                               | Senaryodaki problemi çözmek için kütüphaneye gidip kitapları araştırırım.        | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 11                                                                                                                                                                                                                                               | Senaryodaki problemi çözerken çevremden yardım alırım.                           | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 12                                                                                                                                                                                                                                               | Senaryodaki problemi çözerken İnternetten faydalanırım.                          | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 13                                                                                                                                                                                                                                               | Senaryo sıkıcıydı.                                                               | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |
| 14                                                                                                                                                                                                                                               | Senaryonun sunum tarzını beğendim.                                               | (5)                    | (4)         | (3)        | (2)          | (1)                     |

**Öneriler:** Senaryo ile ilgili önerilerinizi aşağıya yazınız. (Beğendiğiniz ya da beğenmediğiniz yerler, senaryoya eklemek istediğiniz şeyler, anlaşılmayan yerler, anlatım dili, vb.)

## EK F2: ETKİNLİK DEĞERLENDİRME FORMU (EDF)

|                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                |     |     |     |     |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Açıklama:</b> Aşağıda ders ile ilgili bazı önermeler bulunmaktadır. Önermeleri dikkatlice okuyarak size uygun olan seçeneğe ilişkin kutucuğun içindeki ayrıacı karalayınız. Her önerme için yalnız bir seçenek işaretleyiniz. |                                                                |     |     |     |     |     |
| <b>Adı Soyadı:</b> .....                                                                                                                                                                                                         |                                                                |     |     |     |     |     |
| <b>Öğrenirken;</b> <span style="float: right;"><b>çok yararlı oldu. ↔ az yararlı oldu</b></span>                                                                                                                                 |                                                                |     |     |     |     |     |
| 1                                                                                                                                                                                                                                | problemin sunuşu                                               | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 2                                                                                                                                                                                                                                | senaryoya ilişkin alt problemler                               | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 3                                                                                                                                                                                                                                | küme arkadaşlarımla çalışmaları                                | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 4                                                                                                                                                                                                                                | küme içindeki iletişim                                         | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 5                                                                                                                                                                                                                                | küme içi tartışmalar                                           | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 6                                                                                                                                                                                                                                | eğitmenin kılavuzluğu                                          | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 7                                                                                                                                                                                                                                | basılı kaynaklar                                               | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 8                                                                                                                                                                                                                                | elektronik kaynaklar                                           | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 9                                                                                                                                                                                                                                | deneysel çalışmalar                                            | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| <b>Yapılan çalışmalarla;</b> <span style="float: right;"><b>çok gelişti. ↔ az gelişti.</b></span>                                                                                                                                |                                                                |     |     |     |     |     |
| 10                                                                                                                                                                                                                               | tartışma becerilerim                                           | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 11                                                                                                                                                                                                                               | yazılı anlatım becerilerim                                     | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 12                                                                                                                                                                                                                               | takım çalışması ile ilgili becerilerim                         | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 13                                                                                                                                                                                                                               | aradığım bilgiyi bulma (bilgiye ulaşma) ile ilgili becerilerim | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 14                                                                                                                                                                                                                               | bilgileri yeni durumlara uyarlama becerilerim                  | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 15                                                                                                                                                                                                                               | bilgiyi analiz becerilerim                                     | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 16                                                                                                                                                                                                                               | edindiğim bilgileri sentezleme becerilerim                     | (5) | (4) | (3) | (2) | (1) |

| <b>Grup çalışması esnasında;</b>   |                                                                                                         | <b>Katılıyorum ↔ Katılmıyorum</b> |     |     |     |     |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 17                                 | kümemdeki diğer kişilerden yardım isterken rahattım.                                                    | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 18                                 | bir bilgi sunduğumda kümemdeki kişilerin beni dinlediğini algıladım.                                    | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 19                                 | kümedekilerin bana karşı ve öğrenme anlayışına karşı saygılı olduklarını algıladım.                     | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 20                                 | diğerleri ile bilgi paylaşırken kendimi rahat hissettim.                                                | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 21                                 | benim ve küme üyelerinin bireysel çabalarının desteklenmesi, kümемizin iyi çalışmasını sağladı.         | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 22                                 | her oturum sırasında küme olarak yaptığımız değerlendirme toplantılarından yarar sağladım.              | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| <b>Öğretim elemanı;</b>            |                                                                                                         | <b>Katılıyorum ↔ Katılmıyorum</b> |     |     |     |     |
| 23                                 | düşünmeye iterek, düşünme sürecimin gelişmesine yardımcı oldu.                                          | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 24                                 | gerektiğinde kümeyi gözlemlerken müdahale ederek yol gösterdi.                                          | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 25                                 | kümenin elde ettiği bilgilerin sentezini destekledi.                                                    | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 26                                 | bilginin başka durumlara aktarılmasını destekledi.                                                      | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 27                                 | çeşitli kaynakların kullanılmasını yüreklendirdi.                                                       | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 28                                 | kaygı ve problemlerimle ilgilendi.                                                                      | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 29                                 | genel olarak başarılı idi.                                                                              | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| <b>Etkinlik ile ilgili olarak;</b> |                                                                                                         | <b>Katılıyorum ↔ Katılmıyorum</b> |     |     |     |     |
| 30                                 | yapılan etkinlikleri yararlı buldum.                                                                    | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 31                                 | yapılan çalışmalar, bilgimi yaşama uygulamamı sağladı.                                                  | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 32                                 | yapılan etkinliklerin benzerlerini, olanak verilirse bu biçimde işlenen bir derste tekrarlamak isterim. | (5)                               | (4) | (3) | (2) | (1) |

**Öneriler:** Ders ile ilgili görüşlerinizi aşağıya yazınız. (Beğendiğiniz ya da beğenmediğiniz yerler, derste değiştirilmesini istediğiniz şeyler, vb.)

### EK F3: ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU (ÖDF)

Adı Soyadı:

Grup:

Bu çalışmada neler yaptım?

.....

.....

.....

Bu çalışmada neler öğrendim?

.....

.....

.....

Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?

.....

.....

.....

İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim?

.....

.....

.....

Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:

.....

.....

.....

Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:

.....

.....

.....

Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım?

.....

.....

.....

Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım?

.....

.....

.....

| Açıklama: Aşağıda ders ile ilgili bazı önermeler bulunmaktadır. Önermeleri dikkatlice okuyarak size uygun olan seçeneğe ilişkin kutucuktaki ayrıacı karalayınız. Her önerme için yalnız bir seçenek işaretleyiniz. |                                                  | Çok İyiyim | İyiyim | Ortalamayım | Zayıfım | Çok Zayıfım |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------|--------|-------------|---------|-------------|
| <b>Bilişsel Öz Değerlendirme</b>                                                                                                                                                                                   |                                                  |            |        |             |         |             |
| 1                                                                                                                                                                                                                  | Problemi tanımlamada                             | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| 2                                                                                                                                                                                                                  | Gerekli bilgileri toplamada                      | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| 3                                                                                                                                                                                                                  | Bağlantıları kurmada                             | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| 4                                                                                                                                                                                                                  | Uygun stratejileri uygulamada                    | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| 5                                                                                                                                                                                                                  | Verileri yorumlamada                             | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| 6                                                                                                                                                                                                                  | Bulguları aktarmada                              | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| <b>Duyuşsal Öz Değerlendirme</b>                                                                                                                                                                                   |                                                  |            |        |             |         |             |
| 7                                                                                                                                                                                                                  | Kümede görev davranışlarını sergilemede          | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| 8                                                                                                                                                                                                                  | Kümede ortaklık kurallarına uymada               | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| 9                                                                                                                                                                                                                  | Kümede ortak ve eşit katılımı sağlamada          | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| 10                                                                                                                                                                                                                 | Küme öğrenmesinde sorumluluk almada              | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| <b>Devinişsel Öz Değerlendirme</b>                                                                                                                                                                                 |                                                  |            |        |             |         |             |
| 11                                                                                                                                                                                                                 | Uygun materyalleri kullanmada                    | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| 12                                                                                                                                                                                                                 | Bütün üyelerin materyalleri kullanmasına katkıda | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| 13                                                                                                                                                                                                                 | Verileri toplamada                               | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |
| 14                                                                                                                                                                                                                 | Verileri sunmada                                 | (5)        | (4)    | (3)         | (2)     | (1)         |

### EK F4: KÜME ARKADAŞINI DEĞERLENDİRME FORMU (KADE)

Adınız Soyadınız:

Kimi Değerlendiriyorsunuz? (Adı Soyadı):

Kümeniz:

Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Açıklama:** Aşağıda ders ile ilgili bazı önermeler bulunmaktadır. Önermeleri dikkatlice okuyarak arkadaşınıza en uygun olan seçeneğe ilişkin kutucuğun içindeki ayrıacı karalayınız. Her önerme için yalnız bir seçenek işaretleyiniz.

| <b>Bilişsel Değerlendirme</b>   |                                                  | <b>Çok Fazla Çaba ↔ Çok Zayıf Çaba</b> |     |     |     |     |
|---------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 1                               | Problemi tanımlamada                             | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 2                               | Gerekli bilgileri toplamada                      | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 3                               | Bağlantıları kurmada                             | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 4                               | Uygun stratejileri uygulamada                    | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 5                               | Verileri yorumlamada                             | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 6                               | Bulguları aktarmada                              | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| <b>Duyuşsal Değerlendirme</b>   |                                                  | <b>Çok Fazla Çaba ↔ Çok Zayıf Çaba</b> |     |     |     |     |
| 7                               | Kümede görev davranışlarını sergilemede          | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 8                               | Kümede ortaklık kurallarına uymada               | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 9                               | Kümede ortak ve eşit katılımı sağlamada          | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 10                              | Küme öğrenmesinde sorumluluk almada              | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| <b>Devinişsel Değerlendirme</b> |                                                  | <b>Çok Fazla Çaba ↔ Çok Zayıf Çaba</b> |     |     |     |     |
| 11                              | Uygun materyalleri kullanmada                    | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 12                              | Bütün üyelerin materyalleri kullanmasına katkıda | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 13                              | Verileri toplamada                               | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |
| 14                              | Verileri sunmada                                 | (5)                                    | (4) | (3) | (2) | (1) |

## EK F5: ÖDF VE KADF'DEN ELDE EDİLEN AÇIK UÇLU VERİLER

(Yazım yanlışları katılımcılara aittir. Herhangi bir düzeltme yapılmamıştır.)

### PAPATYA

#### ➤ *Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?*

- Papatya:
  - Kendisi: Uzman kişilerle görüştüm. Birçok kişiyle tanıştım. Oteli çok ilerde belki param olduğunda kurabileceğimizi çok kez arkadaşlarımla paylaştım. Onlara hayal gücümüzle her şeyi yapabileceğimizi söyledim.
  - Masal: Arkadaşım bu çalışmada tecrübeli insanlarla konuştu. Onlardan yardım aldı. Edindiği bilgileri bizimle paylaştı.
  - Tanem: Aldığı sorumlulukları yerine getirdi. Problem doğrultusunda ilgili kişilerle konuştu. Oturumlardaki aktifliği.
  - Ekin: Araştırmalarını yaptı. Sorumluluklarını yerine getirdi.

#### ➤ *Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)*

- Papatya: Grupça arkadaşlarımla nasıl iletişim kuracağımı öğrendim. Bir senaryoyu hayal edip kağıtlara dökmeyi, belgelemeyi öğrendim.

#### ➤ *Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?*

- Papatya:
  - Kendisi: Uygulamalı bilgileri ben edindim. Mimar, müteahhit, mühendislerle konuştum. Aldığım bilgileri arkadaşlarımla paylaştım.
  - Masal: Oteli kurarken nerde ne lazım, ne yapmamız lazım kimin ne araştıracağı konusunda yardımcı oldu.
  - Tanem: Oturumlardaki yazılı anlatım becerisi. Problem doğrultusundaki ortaya attığı fikirler. Edindiği bilgilerini paylaşması.
  - Ekin: Fikir alışverişinde bulundu. Araştırmalarımıza yardım etti.

#### ➤ *İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)*

- Papatya: Gene bir grup çalışması olursa yine aynı şekilde çeşitli meslekten insanlarla konuşurum. Ama daha da fazla bilgi edinmeye çalışırdım.

#### ➤ *Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:*

- Papatya:
  - Kendisi: Elde ettiğim bilgilerle grup arkadaşlarımla çok iyi ikna ettim. Yazılı kaynaklardan, İnternette çok uygulamalı bir araştırma yaptım. Hayal gücümü kullanarak otelin şekli ortaya çıkardım.
  - Masal: Sunum sırasında otelde yapacaklarımızı anlatması, bilgilerini bizimle paylaşması.
  - Tanem: Sunumdaki performansı. Her oturumdaki aktifliği. Problemi çözme.

- Ekin: Araştırmalarını gayet iyi yaptı. Eksik kaldığımız alanlarda bize yardım etti.
- ***Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:***
- Papatya:
  - Kendisi: Bilirkişilerle konuşmayı, onlarla sohbet etmeyi çok istedim. Ama bu konuda çok problem yaşadım. Bazen bir bilgiye çok rahat ulaşamadım. Yeterli bilgiyi nerede bulacağımı bilemedim.
  - Masal: Tecrübeli insanlarla konuşma sırasında zorlandığımı düşünüyorum.
  - Tanem: -
  - Ekin: Zorlandığı bir yer görmedim.
- ***Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)***
- Papatya: Bazen çok sıkıldım, bunaldım. Geç saatlerde bitmesi zora düşürmüştü. Ama sonra bu problemi hallettik. Daha uygun saatlerde çalışma yaptık. Görüşme yapmak istediğim uzman kişiler bazen görüşme talebimi reddetti.
- ***Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)***
- Papatya: Duvar yalıtımında maket yapsaydım daha güzel bilgileri arkadaşlara sunardım. Bir otel sahibiyle röportaj yapardım. Daha doğru bilgilere ulaşırdım. Konu hakkında daha fazla araştırma yapardım.

## CANSU

- ***Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?***
- Cansu:
  - Kendisi: Bilgilerimi gözden geçirdim. Eksiklerimi tamamlamaya, yanlışlarımı düzeltmeye çalıştım. Sorumluluk alabilme yeteneğimi test etmiş oldum.
  - Mete: Araştırmalarımızın çoğunu ve diyalogları toparlaması.
  - Tuğçe: Çeşitli araştırmalar yaparak, öğrendiklerini bizimle paylaştı. Bulduğumuz verilerin yanlışlığını veya doğruluğunu tartıştık. İlginç fikirler sundu. Araştırmalarda İnterneti sıkça kullandı.
- ***Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)***
- Cansu: Liseden kalan bilgilerimde eksik ve yanlışlarım olduğunu gördüm. Daha fazla araştırıp, sorgulamam gerektiğini öğrendim.
- ***Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?***
- Cansu:
  - Kendisi: Bulduğum bilgileri onlarla paylaşarak probleme çözüm aramada yardımcı olmaya çalıştım.
  - Mete: Psikolojik olarak yer yer baskı, yer yer de motivasyonla bizi projeye ilgilenmeye yönlendirdi.

- Tuğçe: Bulduğu verileri paylaşarak ve tartışarak, anlatarak yardımcı oldu.
- ***İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)***
- Cansu: Bilgileri birleştirerek daha etkili çözümler bulma konusunda yardım edebilirim.
- ***Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:***
- Cansu:
  - Kendisi: Bilgileri birleştirerek ortak çözüm ürettim. Bazı araştırmalarımda iyi sonuçlar elde ettim.
  - Mete: Gerekli olduğunu düşündüğümüz araştırmaları yapması. Yararlı olabileceğini düşündüğü araştırmaları bize aktarması.
  - Tuğçe: Verilere ulaşmada, yeni bilgiler sunmada iyiydi. Bulduğu verileri aktarmada iyiydi. Yanlışlarını kabullenmede veya yanlışlarımızı düzeltmede iyiydi.
- ***Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:***
- Cansu:
  - Kendisi: Bilgileri kağıda dökmek. Alt problemleri çözerken sonuçtan ayrılmakta çok zorlandım.
  - Mete: -
  - Tuğçe: Bazı verilere ulaşmanın imkansızlığı yüzünden araştırma şevki kırıldı.
- ***Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)***
- Cansu: Problemi alt problemlere ayırmak. Aradığım bilgilere kısa yoldan ulaşamadım. Bu kadar tartışacak konu bulabilmemiz.
- ***Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)***
- Cansu: Sadece teknoloji yerine yazılı kaynaklarda kullanırdım. Bilgileri yazmak için genelleme yapmayı beklemezdim. Biraz daha kapsamlı işler yapabilirdim. Bulduğum bilgiler hakkında daha kapsamlı düşünürdüm.

## METE

- ***Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?***
- Mete:
  - Kendisi: -
  - Cansu: Birçok bilgi paylaştı. Çözümleri üretirken yeterince aktifti.
  - Tuğçe: Bildiklerini paylaşarak ve yeni bilgiler bularak katkı sağladı.
- ***Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)***
- Mete: Düzenli ve planlı çalışma yapılması gerektiğini.
- ***Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?***

- Mete:
  - Kendisi: Sorumlulukları üstüme almaya çalıştım ama aldığım görevleri yerine getirmekte başarısızdım. Bilgilerin yorumlanması ve ihtimallerin ortaya atılmasını sağladım.
  - Cansu: Bildiklerini anlattı. Bilgileri birleştirerek ortak çözümler üretti.
  - Tuğçe: Verileri değerlendirmede, bulduğumuz verileri tartışmada yeni fikirler ortaya atmada yardım etti.
- ***İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)***
- Mete: Seçilebilecek şıkların listesini ve her şıkta oluşabilecek problemleri ortaya koyabilirim.
- ***Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:***
- Mete:
  - Kendisi: -
  - Cansu: Çözüm yollarını bulmakta çok iyiydi.
  - Tuğçe: Grup içi tartışmalarda, sahip olduğu bilgiler sayesinde bizi yönlendirmesi.
- ***Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:***
- Mete:
  - Kendisi: Sorumluluklarımı yerine getirmek. İsteyerek olsam dahi.
  - Cansu: Konuya adapte olmak. Genel çözümden bağımsız kalmak.
  - Tuğçe: Grup çalışmalarına katılmada zorlandı.
- ***Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)***
- Mete: -
- ***Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)***
- Mete: Yapabildiğimin en iyisini yaptım. Değiştirmeyi düşündüğüm bir şey yok.

## TUĞÇE

- ***Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?***
- Tuğçe:
  - Kendisi: Grup arkadaşlarımla araştırarak, tartışarak, problemde istenen sonuca ulaşmaya çalıştım.
  - Cansu: Verileri kağıda aktardı. Araştırmalar yaptı. Tartışmalara farklı bakış açıları getirdi. Faydalı fikirler sundu.
  - Mete: Düşündüklerimizi başarılı bir şekilde yazıya aktarmayı başardı.
- ***Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)***
- Tuğçe: Eksik olan bazı teknik bilgilerimi tamamlamamı sağladı. Grup içi dayanışma yaparak hedefe ulaşmaya çalıştık. Gerektiğinde farklı düşünceleri tartıştık.

- ***Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?***
- Tuğçe:
  - Kendisi: Tartıştığımız konuları dosyalamada, veri bulmada ortaya fikir atmada, yeni öneriler getirmede, sonuca ulaşmada yardım ettim.
  - Cansu: Bulduğu bilgileri paylaştı. Farklı bakış açılarını olaya dahil ederek daha kapsamlı sonuçlar elde etmemizi sağladı. Verileri kağıda aktararak en büyük yardımı yapmış oldu.
  - Mete: Sorularıyla araştırmamız ve bilmemiz gereken yerleri tayin etti.
- ***İleriki çalışmalarda grup arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)***
- Tuğçe: Sunum yaparken, önceden hazırlanıp veya materyal hazırlayıp yardım edebilirim.
- ***Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:***
- Tuğçe:
  - Kendisi: Verileri araştırmak ve grup içinde tartışılmasını sağlamak. Kendi hatalarımı gördüğümde, hatamı anlamak.
  - Cansu: Tartışmalarda fikirlerimin değişmesine veya fikirlerime ekleme yapmam konusunda iyiydi.
  - Mete: Soruları, yazılı anlatımı ve sonuca ulaştırması.
- ***Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:***
- Tuğçe:
  - Kendisi: Araştırma yaparken, bazı verilere ulaşmada zorluk çektim. Bazı bilgiler için tanıdıklarımın yardım aldım, fakat onlara ulaşmak kolay olmadı. Hipotez yazmada zorlandım.
  - Cansu: Genel çözümden bağımsız kalmak.
  - Mete: -
- ***Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)***
- Tuğçe: Bazı verilere daha kolay ulaşmayı beklerken, daha zor ulaştım. Hatta bazı verilere ulaşamadım.
- ***Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)***
- Tuğçe: Materyal kullanırdım. Daha çok deney yapardım. Daha çok insanla görüşüp, bilgilerinden yararlanırdım.

## HİRA

- ***Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?***
- Hira:
  - Kendisi: Sıklıkla araştırma yaptım.

- Eylül: Yazman olarak görev aldı. Formları doldurdu ve deneysel kısımlarla ilgilendi. Bunun yanında araştırmalar yaptı. Problemlerin oluşturulmasında katkıda bulundu.
- Bulut: Formları doldurdu. Araştırmalar yaptı.
- ***Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)***
- Hira: Isı-Sıcaklık kavramları oturdu. Isıtılan maddenin genleşmesinin sebebini çok iyi anladım. Buharlaşmayı tanımlayabiliyorum.
- ***Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?***
- Hira:
  - Kendisi: Araştırdım ve formları tamamladım. Fikir sundum.
  - Eylül: Yapılan araştırmada bulunan bilgiler üzerine yorum yaptı. Fikirlerini sundu. Öğrendikleriyle yaptığımız gözlemleri kıyasladı. Bunun sonucunda yorumlar yaptı.
  - Bulut: Görev dağılımı yaptı.
- ***İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)***
- Hira: Organizasyonu sağlayarak.
- ***Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:***
- Hira:
  - Kendisi: Isınma sisteminde ve elektrik enerjisini elde etmede, pencere şekli konusundaki fikirlerim.
  - Eylül: Formları doldurması ve deneyleri gerçekleştirmesi.
  - Bulut: Problemlerin çözümünde yardımcı oldu. Form doldurdu. Deney yaptı.
- ***Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:***
- Hira:
  - Kendisi: İzolasyon.
  - Eylül: Form doldurmada zorlandı. Problemleri çözüm aşamasında zorlandı. Problemlerin alt problemlerini bulmada zorlandı.
  - Bulut: Hipotezleri desteklemek için yaptığı deneyler.
- ***Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)***
- Hira: Bilgi eksikliği ile karşılaştım. Yeterli bilgi bulamadım.
- ***Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)***
- Hira: Sunum şeklim daha farklı ve özenli olurdu. Çizime önem verirdim. Daha çok araştırırdım.

## MASAL

- ***Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?***

- Masal:
  - Kendisi: Bu çalışmada öğretmenimizin verdiği senaryoya göre bir proje çizilmesine yardımcı oldum. Bir takım bilgileri elektronik aletlerden araştırarak katkıda bulundum.
  - Papatya: Çatı ısı yalıtımı, merkezi ısıtma sistemi, hamam-sauna gibi yerlerdeki ısı yalıtımını araştırdı.
  - Tanem: Problemlerde ona düşen görevleri araştırdı. Beyin fırtınası yaparken ilginç fikirler ortaya attı.
  - Ekin: Bu arkadaşımız biraz uyuşuktur. Yani bir işi yaptırmak için en az 3 kere söylemek gerekir. Üzerine düşen görevleri yerine getirdi ama biraz yavaş ☺
- ***Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)***
- Masal: Bir oteli yaparken nelere dikkat edilmeli, ısı yalıtımı nasıl sağlanmalı bunları öğrendim.
- ***Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?***
- Masal:
  - Kendisi: Onlara fikir sundum. Bilgilerimi onlarla paylaştım. Dosyayı yurda götürdüm. Dosya bana emanetti.
  - Papatya: Kendi üzerine düşen görevlerini yaptı. Ona verdiğimiz konuyu araştırdı ve bilgilerini bizle paylaştı.
  - Tanem: Problem doğrultusunda fikir analizi yaptı.
  - Ekin: Stresliyse, stresimizi onun üzerinden attık. O da sağolsun hiç alınmadı. Araştırmalarını da yaptı ama.
- ***İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)***
- Masal: Yine bu çalışmadaki yaptıklarımı ileriki çalışmalarda da yaparım. Tabi bu ihtiyaca göre değişir. Çalışmalara bağlıdır.
- ***Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:***
- Masal:
  - Kendisi: En iyi yaptığım konuları İnternet araştırdım. Arkadaşlarıma sundum. Onlar da düzenleyip çalışmaya sundular.
  - Papatya: Bu çalışmada herkesi destekledi. Güzel, değişik fikirler ortaya attı. Bu fikirler üzerinde düşünmemizi çok kez önerdi.
  - Tanem: Kendine verilen sorumluluğu tam yapmasa da yine de iyiydi.
  - Ekin: Araştırma yapmak. Konu üzerinde ortaya bir laf atmak. Ve bizim o attığı laf üzerinde tartışmamızı sağlamak.
- ***Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:***
- Masal:

- Kendisi: Bu çalışmada sırasında bu işlerle ilgilenen tecrübeli insanlara ihtiyacımız vardı. Onlarla konuşup bilgi almakta biraz zorlandım.
- Papatya: Biraz sessiz kişiliğe sahip olduğu için kendini tam olarak ifade edememiş olabilir.
- Tanem: Konuya hakim olamadı. Problemin dışına çıktı çoğu zaman. Tüm oturumlara devamlı olamaması.
- Ekin: Hızlı hareket etmek. Konuları bulmak.
- ***Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)***
- Masal: Herhangi beklemediğim bir şey olmadı. Sadece bitişinde bu kadar fazla form dolduracağım aklıma gelmezdi.
- ***Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)***
- Masal: Tekrar yapsaydım daha çok araştırır, daha çok bilgi toplardım. Tecrübeli insanlarla işbirliği yapardım.

## EYLÜL

- ***Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?***
- Eylül:
  - Kendisi: Uzman kişilerle görüştim. Araştırmalar yaptım.
  - Hira: Uzman kişilerle görüştü. Araştırma yaptı.
  - Bulut: Uzman kişilerle görüştü. Araştırma yaptı.
- ***Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)***
- Eylül: Grup olarak çalışmayı, ısının tanımını, bilgileri birleştirmeyi.
- ***Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?***
- Eylül:
  - Kendisi: Bildiğim tüm herşeyi paylaşarak yardım ettim.
  - Hira: Çok yeterli değildi.
  - Bulut: Bulduğu bilgileri bize aktardı ve bizi yönlendirdi.
- ***İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)***
- Eylül: Aynı görevi üstlenirdim.
- ***Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:***
- Eylül:
  - Kendisi: Uzman kişilerden aldığım bilgileri sentezlemek.
  - Hira: Sıcak su eldesinde bulduğu sistem.
  - Bulut: Uzman kişilerle görüşmesi.
- ***Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:***

- Eylül:
  - Kendisi: Uzman kişileri bulmada zorlandım.
  - Hira: izolasyon
  - Bulut: Uzman kişilere ulaşmak.
- ***Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)***
- Eylül: Sunum çok iyi olmadı.
- ***Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)***
- Eylül: Bizim çalışmamız tüm gruplardan çok daha iyi olduğunu düşünüyor. Ama sunum çok zayıf olduğu için kendimizi ifade edemedik.

### BULUT

- ***Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?***
- Bulut:
  - Kendisi: Yazılı ve elektronik kaynaklardan araştırmalar yaptım. Otelin şekli ve yalıtım hakkında düşünceler ürettim.
  - Hira: Araştırmalar yaptı.
  - Eylül: Genelde araştırmalar yaptı. Çok az da olsa uzman kişilerin görüşlerinden faydalandı. Problemlerin oluşturulmasında katkıda bulundu.
- ***Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)***
- Bulut: Isı, sıcaklık, ısı enerji kavramlarını, doğal enerji kaynaklarından nasıl yararlanılacağını, ısı yalıtımını öğrendim.
- ***Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?***
- Bulut:
  - Kendisi: Bulduğum bilgileri onlara aktararak.
  - Hira: Ortak çalışma sırasında hocayla sürekli sohbet etti. Üzerine sorumluluk almadı. Dağınık çalıştı.
  - Eylül: Yapılan çalışmalarda bilgilerin doğruluğunu ispatlamak amacıyla yeniden araştırma yaptı. Yaptığımız çalışmaları yorumladı ve kendine göre bir çözüm yolu oluşturdu.
- ***İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)***
- Bulut: -
- ***Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:***
- Bulut:
  - Kendisi: Araştırma.
  - Hira: Isınma sisteminde ve binanın şeklindeki fikirleri.
  - Eylül: Araştırma yapması.

- ***Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu sırasında esnasında en çok güçlük çektikleri:***
- Bulut:
  - Kendisi: Otelin şekli ve yalıtım çeşidini bulmak.
  - Hira: İzolasyon.
  - Eylül: Bilgi toplamada, en iyisini bulmada zorlandı. Uzman kişi bulmada zorlandı. Problemlerin alt sorularını bulmada zorlandı.
- ***Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)***
- Bulut: -
- ***Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)***
- Bulut: Daha çok kaynak araştırırdım. Daha organize çalışabilirdim. Maaliyeti düşürmeye çalışırdım. Ulaşımına önem verirdim.

## KASIM

- ***Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?***
- Kasım:
  - Kendisi: Araştırmalar yaptım. Gerek kişilerle, gerek elektronik ortamda araştırdım. Farklı kişi ve sitelerden bilgiler topladım.
  - Nisan: Bize çok fazla bilgi getirdi. Gerekli kişilerle görüştü. Proje ile ilgili toparlamada çok yardımcı oldu.
  - Damla: Gerekli verileri topladı. Bir çok fikir üretti.
- ***Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)***
- Kasım: ısıнын ve sıcaklığın kavramını, ısıl iletkenlik katsayısı, enerji kaynakları.
- ***Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?***
- Kasım:
  - Kendisi: Edindiğim bilgileri onlara sundum. Çeşitli araştırmalar yaptım ve fikirler öne sürdüm.
  - Nisan: Grup içinde verilen görevleri tamamiyle yaptı. Görev paylaşımı yapmada yardımcı oldu.
  - Damla: Bulunan verileri okuyup değerlendirmede yardımcı oldu.
- ***İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)***
- Kasım: Yine aynı şekilde.
- ***Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:***
- Kasım:
  - Kendisi: Bilgileri sentezlemek. Planlamak. Araştırma yapmak.
  - Nisan: Araştırmaları en iyi yaptı. Yorumlamaları en iyi yaptığı şeylerdendi.
  - Damla: Bulunan verileri değerlendirme.

- ***Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:***
- Kasım:
  - Kendisi: Sunum, bilgilere ulaşmak, tasarlamak.
  - Nisan: Çok zorlandığı bir şey olmadı.
  - Damla: Tam karar almada zorluklar çekti. Birçok fikir vardı. Neyin ne olacağı konusunda zorlandı, hatta zorlandık diyebilirim.
- ***Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)***
- Kasım: Bir çok etkenin göz önünde tutulması. Örneğin basınç, rüzgar, kar, vs...
- ***Bu çalışmayı tekrar yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)***
- Kasım: Önce çok iyi bir çalışma planı yapardım. Eğer mümkünse yeri kendi gözlerimle görüp, otel yetkilileri ile bizzat görüşmek isterdim.

## NİSAN

- ***Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?***
- Nisan:
  - Kendisi: Grup arkadaşlarım ile önce konu hakkında tartıştım. Sonra gerekli olanları çıkardık ve bunlar için grup içinde paylaşım yaptık. Bu paylaşımları iyi yaptığımı düşünüyorum. Gerekli araştırmaları yaptım.
  - Kasım: Araştırmalar yaptı. Bilgileri föylere geçirdi. Planlamada ve görev paylaşımında çok etkiliydi.
  - Damla: Birçok araştırma yaptı, fikirler üretti. Ayrıca yazım işlemlerini de arkadaşım yaptı.
- ***Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)***
- Nisan: Bir fizikçi olarak enerji kaynaklarını nasıl kullanmam gerektiğini öğrendim. Güneşten nasıl yararlanıldığını ve sıcaklıkla ilgili tanımları öğrendim.
- ***Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?***
- Nisan:
  - Kendisi: Görev paylaşımında bana verilen görevleri tamamıyla uyguladım.
  - Kasım: Motive etti. Kişilerle görüştü ve onların fikirlerini getirdi. Genel itibarıyla konulara çok hakimdi.
  - Damla: Bulduğumuz verileri birlikte özümseyerek yardım etti.
- ***İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)***
- Nisan: Yine aynı şekilde üstüme düşen görevleri yaparım.
- ***Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:***
- Nisan:

- Kendisi: Araştırmaları iyi yaptığımı düşünüyorum. Arkadaşlarımla anlaşmada iyi olduğumu düşünüyorum.
- Kasım: Bilgi aktarmak. Sentezlemek. Hipotez kurmak.
- Damla: Güzel cümleler kurup formları doldurması. Araştırmaları, fikirleri.
- ***Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:***
- Nisan:
  - Kendisi: Bazı bilgileri toplamada zorlandım ama sonunda grup olarak hallettik.
  - Kasım: Yazı yazmak. Başka yok...
  - Damla: Fikir ayrımlarında bazı zorlanmalar oldu. Ama genel anlamda çok başarılıydı.
- ***Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)***
- Nisan: -
- ***Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)***
- Nisan: -

### DAMLA

- ***Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?***
- Damla:
  - Kendisi: Bir çok araştırma yaptım ve grup çalışması benim için güzel bir olay oldu.
  - Kasım: Görev paylaşımı sonucunda kendi payına düşen kısmı hakkıyla yerine getirdi. Bilgileri sentezlemede çok iyiydi.
  - Nisan: İnternette araştırmalarla elimize çok bilgi getirdi. Grup içinde çok uyumluydu. Grup içinde dağıtılan görevleri eksiksiz yerine getirdi.
- ***Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)***
- Damla: Bir inşaatın nasıl olduğunu, yalıtım sistemleri şekli. Enerji kaynaklarını ve nasıl kullanılacaklarını öğrendim :)
- ***Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?***
- Damla:
  - Kendisi: Gerekli araştırmayı yapıp kendi düşünce ve fikirlerini ortaya koyarak.
  - Kasım: Bulduğu bilgileri bize aktardı. Araştırmalar yaptı ve beraber planlamalara çok iyi odaklandı.
  - Nisan: Gerek araştırma, gerek moral yönünden yardımcı oldu. Verilen araştırmaları eksiksiz yaptı.
- ***İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)***
- Damla: Aynı şu an yapmış olduğum gibi ☺

- ***Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:***
  - Damla:
    - Kendisi: Araştırma ve değişik fikirler düşünme çabam.
    - Kasım: Araştırma yapmak. Sentez kurmak. Bilgi aktarmak.
    - Nisan: Herşeyi çok iyi yaptı.
- ***Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:***
  - Damla:
    - Kendisi: Zamanın kısıtlı olması ayrıca okulun ve derslerin olması sebebiyle yeterli çalışma yapamamaktan kaynaklanan zorluklar yaşadım. Zamanımın çoğunu bu çalışmaya harcadım, boş vaktim kalmadı.
    - Kasım: Yerinde durmakta çok zorlandı. Sigarasızlığa dayanamadı.
    - Nisan: -
- ***Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)***
  - Damla: Isı ve sıcaklık konusuyla neredeyse hiç ilgilenememiş olmak beni şaşırttı.
- ***Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)***
  - Damla: Aynı şekilde yapacağımı düşünüyorum.

#### TANEM

- ***Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?***
  - Tanem:
    - Kendisi: Her oturum için ön hazırlık yaptım. Oturum sırasında yazılı anlatım yaptım. Oturum sonucu durum değerlendirmesi yaptım.
    - Papatya: Kendisine düşen konuları gayet güzel araştırdı. Hepimize karşı saygılıydı. Pencerelerde yalıtım, otelin coğrafi konumu, jeotermal enerji, radyant ısıtma sistemini muhteşem bir şekilde araştırdı.
    - Masal: Bu çalışmada yeteri kadar yardımı dokundu. Formları doldurmada, dosyayı düzenlemede, bilgileri araştırmada büyük çabası vardı.
    - Ekin: Üzerine düşen görevleri yerine getirdi. Dosya düzenini tuttu. Araştırmalarını güzel yaptı.
- ***Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)***
  - Tanem: Her zaman tüketici değil, üretici de olunabileceğini öğrendim. Isı-sıcaklık hakkındaki tereddütlerim ortadan kalktı.
- ***Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?***
  - Tanem:

- Kendisi: Oturum sırasında yazılı anlatım yaparak. Problemler konusunda çözüm yolları önerdim. Konu hakkında bilgi toplayarak ve ilgili kişilerle görüşerek onlara yol gösterdim.
- Papatya: Bazı materyalleri bulmamızda çok katkıda bulundu. Grup toplantılarını yapmamızı sağladı. Grup içerisinde en çalışkan kişiydi bence.
- Masal: Grup arkadaşlarına araştıracağı konuyu verdi. Onlarla edindiği bilgileri paylaştı. İnternette bilgiler topladı.
- Ekin: Bizim araştıramadığımız yerde, araştırılacak konuyu bulamadığımız yerde bize yardım etti. Fikir alışverişinde bulundu.
- **İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)**
- Tanem: Yine aynı şekilde ve daha etkili yardım ederim.
- **Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:**
- Tanem:
  - Kendisi: Yazılı anlatım. Problem doğrultusunda araştırmalar.
  - Papatya: Bir konuyu her açıdan incelemişti. Elinde birçok belgeyle gelirdi.
  - Masal: Otelin projesinde ne yapılması gerektiği, hangi malzemeyi kullanırsak neler olacağını bu gibi problemleri bizimle paylaştı.
  - Ekin: Saygılı ve hoşgörülü olması. Her soruya gülererek cevap vermesi. Sorumluluklarını yerine getirmesi.
- **Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:**
- Tanem:
  - Kendisi: İnternette pek sağlıklı bilgiler elde edemedim. Direkt şahıslarla görüşmede zorluklar yaşadım.
  - Papatya: Zorlandığı bir şey olmadı. Çünkü bu çalışmayı destekliyordu. O da böyle bir otel kurabileceğimizi hayal etmişti. İsteyerek çalışmaları yapıyordu.
  - Masal: Dosyaya verileri yazma işlemi genelde ona kalıyordu. Bu yüzden zorlanmış olabilir.
  - Ekin: Zorlandığı bir konuyu görmedim.
- **Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)**
- Tanem: Beklemediğim bir olayla karşılaşmadım.
- **Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)**
- Tanem: Daha fazla materyalle sunum yapardım.

## EKİN

- **Bu çalışmada neler yaptım?/Arkadaşınız bu çalışmada neler yaptı?**
- Ekin:

- Kendisi: Bana düşen görevleri yerine getirdim. Sorumluluklarımı yerine getirdim. Isı yalıtımı ile ilgili araştırma yaptım. Enerji çeşitlerini araştırdım.
- Papatya: Otelin ulaşımını, rüzgar enerjisini nasıl kullanabileceğimizi, yerden ısıtma sistemini güzel bir şekilde araştırdı. İlk Erciyes Dağı hakkında bilgileri o getirmişti. Ve bu da bize cesaret vermişti, böylece daha bir zevkle çalıştık.
- Masal: Arkadaşımız bu çalışmada her konuda yardım etmeye çalıştı. Elektronik aletlerden bilgi alma, araştırma vb işleri bizimle paylaştı.
- Tanem: Problem hakkında araştırma. Oturumlarda fikir alışverişi. Sorumluluklarını yerine getirdi.
- ***Bu çalışmada neler öğrendim? (Yalnız ÖDF)***
- Ekin: Isı ve sıcaklığın aynı olmadığını öğrendim. Kayseri'nin coğrafi konumunu, yer altı kaynaklarını öğrendim. Isı yalıtımının nasıl yapıldığını öğrendim.
- ***Bu çalışmada küme arkadaşlarıma nasıl yardım ettim?/Arkadaşınız bu çalışmada küme arkadaşlarına nasıl yardım etti?***
- Ekin:
  - Kendisi: Görevlerimizi zaten paylaşmıştık. Bana düşen görevleri yerine getirdim. Ve araştırma yaptım.
  - Papatya: Edindiği bilgileri bizle her zaman açık sözle gayet girişken bir biçimde paylaştı.
  - Masal: Bir fikir atıldığında ortaya fikrini ve düşüncesini söylerdi. Araştırdıklarını getirerek projeyi daha sağlam hale getirdik.
  - Tanem: Problem doğrultusunda ortaya attığı fikirler. Yaptığı araştırmaları paylaşması.
- ***İleriki çalışmalarda küme arkadaşlarıma nasıl yardım ederim? (Yalnız ÖDF)***
- Ekin: Daha fazla tartıştım. Yani fikir alışverişinde bulunurdum. Araştırmalarımı daha çok yaparım.
- ***Bu çalışma sırasında en iyi yaptıklarım:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en iyi yaptıkları:***
- Ekin:
  - Kendisi: Grup arkadaşlarımla fikir alışverişinde bulunmak. Sorumluluklarımı yerine getirmek ve araştırmak.
  - Papatya: Grup arkadaşlarını güzel motive etti. Sunumda kendi konusu hakkındaki materyalleri getirdi. Görselliğe önem verdi.
  - Masal: En iyi yaptığı yer yalıtımını anlatması için yaptığı maketti.
  - Tanem: Sunumdaki performansı. Aldığı sorumluluklar.
- ***Bu çalışma sırasında en çok güçlük çektiklerim:/Arkadaşınızın bu çalışma sırasında en çok güçlük çektikleri:***
- Ekin:
  - Kendisi: Bazen hocamla görüşme saatlerinde zorlandım. Bazen yetişemedim.

- Papatya: Bazen grup toplantılarına gelmekte zorluk çekti. Ama bu o saatte müsait olmamasından kaynaklandı.
- Masal: Genelde araştırma işleminde biraz zorlandığını düşünüyorum.
- Tanem: Oturumlara devam edememesi.
- ***Çalışma sırasında beklemediğim nelerle karşılaştım? (Yalnız ÖDF)***
- Ekin: Beklemediğim bir şey yoktu. Hatta beklentilerimin üzerinde bir çalışmaydı.
- ***Bu çalışmayı yeniden yapsaydım neleri, nasıl farklı yapardım? (Yalnız ÖDF)***
- Ekin: Enerji çeşitlerini daha fazla araştırırdım. Isı yalıtım işiyle uğraşanlarla konuştuk. Ama daha fazla insanla konuşurdum. Ve okulumuzda inşaat müh. bölümüyle fikir alışverişinde bulunurdum.

## EK G1: YARI-YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

### *Araştırma Sorusu:*

Öğrenci, ısı ve sıcaklık konusuna ait olan kavramları, kavramlar arasındaki ilişkileri ve süreçleri nasıl anlamlandırmaktadır?

Görüşme:

Görüşülen:

Görüşme Yeri:

Tarih:

Başlangıç Saati:

Bitiş Saati:

### GİRİŞ

Merhaba, öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusuna ait olan kavramlarını, kavramlar arası kurdukları ilişkileri ve konuyla ilgili süreçleri algılamalarıyla ilgili bir çalışmanın parçası olarak öğrencilerle görüşüyorum. Bu görüşmelerden birini de sizinle gerçekleştireceğim. Bu çalışmanın sonuçları ile ısı ve sıcaklık konusunun anlaşılmasındaki problemleri ve anlama aşamalarını daha ayrıntılı bir biçimde ortaya koyup, eksik ve hataları belirleyip, uygun biçimlerde düzeltme olanağı sağlamayı amaçlıyorum. Bu nedenle, sorularıma ayrıntılı ve açıklayıcı cevaplar vermeniz, düşüncelerinizi açık ve anlaşılır bir şekilde ortaya koymanız araştırmaya olumlu katkı sağlayacaktır.

- Görüşme sürecinde söyleyeceklerinizin tümü gizlidir ve bir başkasının görmesi ya da öğrenmesinin olanağı yoktur. Sonuçların rapora yansıtılması aşamasında da gerçek adınız kesinlikle kullanılmayacaktır. Görüşme, söyleyeceklerinizden yola çıkılarak sizi kesinlikle yargılama amacı güdülmemektedir.
- Görüşmenin kaydedilmesinin sizce bir sakıncası var mı?
- Görüşmenin yaklaşık 1-1,5 saat süreceğini sanıyorum.
- Başlamadan önce bu söylediklerimle ilgili belirtmek istediğiniz ya da sormak istediğiniz herhangi bir şey var mı?

### GÖRÜŞME SORULARI

1. Isı kavramı sizce tam olarak nedir?
  - 1.1. Isı bir enerji çeşidi midir? (Isıyı tanımlarken enerji ifadesini kullanırsa)
  - 1.2. Isının kaynağı nedir?

- 1.3. Bir cismin ısısından bahsedebilir miyiz?
- 1.4. Bir cismin ısısı nasıl hesaplanır/ölçülür? (Cismin ısısı var derse)
- 1.5. Isının artması ya da azalması, yani değişimi mümkün müdür?
- 1.6. Isının değişmesi ne anlama gelir? (Değişir derse)
- 1.7. Isının maksimum ve minimum bir değeri var mıdır? Varsa nedir?
2. Sıcaklık kavramı sizce tam olarak nedir?
  - 2.1. Bir cismin sıcaklığından bahsedebilir miyiz?
  - 2.2. Sıcaklığın kaynağı nedir?
  - 2.3. Sıcaklık nasıl ölçülür?
  - 2.4. Sıcaklığın artması ya da azalması, yani değişimi mümkün müdür?
  - 2.5. Sıcaklığın değişmesi ne anlama gelir? (Değişir derse)
  - 2.6. Sıcaklığın maksimum ve minimum bir değeri var mıdır? Varsa nedir?
3. Isıl enerji sizce tam olarak nedir?
  - 3.1. Bir cismin ısıl enerjisinden bahsedebilir miyiz?
  - 3.2. Isıl enerjinin kaynağı nedir?
  - 3.3. Isıl enerjinin artması ya da azalması, yani değişimi mümkün müdür?
  - 3.4. Isıl enerjinin değişmesi ne anlama gelir? (Değişir derse)
  - 3.5. Isıl enerjinin maksimum ve minimum bir değeri var mıdır? Varsa nedir?
4. Isı ve sıcaklık kavramları arasında nasıl bir ilişki vardır?
5. Isı ile ısıl enerji arasında nasıl bir ilişki vardır?
6. Isıl enerji ile sıcaklık arasında nasıl bir ilişki vardır?
7. Isı nasıl ve ne şartlarda aktarılır?
  - 7.1. Isı aktarımı hangi yollarla olur?
  - 7.2. Isı kaybı ne demektir?
  - 7.3. Isı aktarılırken enerji korunur mu?
  - 7.4. Isının aktarım yönü nedir?
  - 7.5. Isı aktarımı sırasında moleküler düzeyde neler olur?
  - 7.6. Isıl denge nedir, nasıl ulaşılır?
  - 7.7. Isıl denge anında neler olur?
8. Isının tahmin edebildiğiniz etkileri nelerdir?
9. Hal değişimi nedir ve tam olarak nasıl olur?
  - 9.1. Hal değişimi ile ısı arasında bir ilişki var mıdır? Varsa nasıldır?
  - 9.2. Hal değişimi ile ısıl enerji arasında bir ilişki var mıdır? Varsa nasıldır?
  - 9.3. Hal değişimi ile sıcaklık arasında bir ilişki var mıdır? Varsa nasıldır?
10. Genleşme tam olarak nedir?
  - 10.1. Genleşme ile ısı arasında bir ilişki var mıdır? Varsa nasıldır?
  - 10.2. Genleşme ile ısıl enerji arasında bir ilişki var mıdır? Varsa nasıldır?
  - 10.3. Genleşme ile sıcaklık arasında bir ilişki var mıdır? Varsa nasıldır?

**EK G2: YARI-YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME ANALİZLERİNDEN ELDE  
EDİLEN KODLAR**

| Kategoriler | Temalar                       | Kodlar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F1: Bilgi   | A01: Emin Olma / Bilme Durumu | (Q00) Bilmiyorum. / Kararsızım.<br>(T00) Bilmiyorum. / Kararsızım.<br>(E00) Bilmiyorum. / Kararsızım.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|             | A02: Bilinirlik / Tanınırılık | (E15) Daha önce ısıl/termal enerji kavramını duymuştum.<br>(Q82) Üç çeşit ısı aktarım yolu olduğunu anımsıyorum.<br>(Q79) Isı aktarım yollarından iletim yoluyla ısı aktarımını anımsıyorum.<br>(Q80) Isı aktarım yollarından taşınım yoluyla ısı aktarımını anımsıyorum.<br>(Q81) Isı aktarım yollarından ışıınım yoluyla ısı aktarımını anımsıyorum.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| F2: Kavram  | A03: Varlık/Yokluk            | (T29) Soğukluk diye bir kavram yoktur. / Sıcaklığın azlığı durumu soğukluk biçiminde anlatılır.<br>(Q09) Isı değişimi diye bir kavram vardır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|             | A04: Sınıflama                | (Q01) Isı bir enerji çeşididir.<br>(T01) Sıcaklık enerji değildir.<br>(E19) Isıl enerji, taneciklerin hem kinetik hem de potansiyel enerjilerini ifade eder.<br>(T28) Sıcaklık enerjidir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|             | A05: Tanımlar                 | (Q35) Isı, aktarılan enerjiye verilen addır.<br>(Q07) Sürtünmeden/Çarpışmalardan dolayı açığa çıkan enerjiye ısı denir.<br>(Q10) Cismin taneciklerin toplam kinetik enerjisine ısı denir.<br>(Q36) Cismin taneciklerinin ortalama kinetik enerjisine ısı denir.<br>(T04) Sıcaklık, maddenin içindeki taneciklerin hızı/ortalama kinetik enerjisi ile ilgilidir/göstergesidir.<br>(T42) Sıcaklık, kinetik enerji ile ilgilidir.<br>(T10) Sıcaklık bir maddenin sıcak/ılık ya da soğuk olduğunu belirten/algılanan nitel gözleme dayalı bir kavramdır.<br>(T02) Sıcaklık, ısının göstergesidir/ölçüsüdür.<br>(T07) Sıcaklık, maddenin içindeki taneciklerin ortalama kinetik enerjisidir.<br>(E04) Isıl enerji, maddenin taneciklerinin sakladığı toplam enerjidir.<br>(E35) Isıl enerji, maddenin öteleme veya dönme hareketinden dolayı oluşan bir tür enerjidir.<br>(E16) Isıl enerji, ısının geniş çapta elde edilebilir veya kullanılabilir/yaşama geçirilebilir biçimine verilen addır.<br>(E34) Isıl enerji, kütlesi büyük olan maddelerin ısısına verilen addır. |

|                |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F2: Kavram     | A06: İyelik                             | (Q06) Maddeler ısı saklamaz. / Maddelerin ısısı yoktur.<br>(Q70) Bir maddenin durgun iken sakladığı bir ısısı yoktur.<br>(Q47) Güneş ışınlarının ısısı vardır. / Güneş ışınları sıcaktır.<br>(Q04) Maddeler ısı saklar. / Maddelerin ısısı vardır.<br>(T22) Bir maddenin sıcaklığı her zaman vardır.<br>(E03) Maddelerin bir iç enerjisi vardır. / Maddeyi oluşturan taneciklerin hareketinden kaynaklanan bir iç enerjisi vardır.<br>(E17) Maddelerin ısı enerjisi olmaz.                                                                                                         |
| F3: Nicel Yapı | A07: Sınırlar                           | (Q38) Isının sınırı yoktur.<br>(T17) Sıcaklığın alt sınırı vardır.<br>(T06) Sıcaklığın alt ve üst sınırı yoktur.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                | A08: Birimler                           | (Q02) Isının birimi kaloridir.<br>(Q69) Isının birimi derecedir.<br>(T15) Sıcaklığın birimi santigrat/Kelvin/Fahrenheit/Celcius derecedir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                | A09: Ölçülebilirlik / Hesaplanabilirlik | (Q03) Isı kalorimetre ile ölçülür.<br>(T11) Sıcaklık termometre ile ölçülür.<br>(Q43) Isı hesaplanabilir.<br>(Q45) Isı, sadece alışveriş sırasında ölçülebilir.<br>(Q72) Isı hal değişimi sırasında hesaplanabilir.<br>(Q74) Belli başlı maddelerin ısısı hesaplanabilir.<br>(Q75) Saf olmayan maddelerin ısısı hesaplanamaz.<br>(Q71) Isı hesaplanamaz.                                                                                                                                                                                                                           |
|                | A10: Değer                              | (Q18) $Q = mc\Delta T$ alınan veya verilen ısıdır.<br>(Q73) $Q = mc\Delta T$ bize ısı değişimini verir.<br>(Q37) Maddenin sakladığı ısı, $Q = mc\Delta T$ ile hesaplanır.<br>(Q58) Maddenin sakladığı ısı, suyun donma noktasına (0 °C) göre hesaplanır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                | A11: Özellikler/Etmenler                | (Q76) Bir maddenin ısısın hesaplanmasında kütlesi belirleyicidir.<br>(Q77) Bir maddenin ısısın hesaplanmasında maddenin cinsi belirleyicidir.<br>(Q78) Isı eksi değerde olmaz.<br>(T12) Sıcaklık bir niceliktir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| F4: İlişkiler  | A12: Isı ve Sıcaklık İlişkisi           | (Q05) Isı ve sıcaklık farklıdır.<br>(T38) Isı ve sıcaklık aynı şeydir.<br>(Q19) Isının varlığının nedeni sıcaklık farkıdır.<br>(Q44) Isının varlığının nedeni sıcaklıktır. / Sıcaklık artarsa ısı da artar.<br>(T05) Sıcaklık arttığı için maddenin sakladığı ısısı artar.<br>(T03) Bir madde ısı aldığı anda sıcaklığı artar. / Bir madde dışarıya ısı verdiğinde sıcaklığı azalır.<br>(Q59) Sıcaklığın varlığının nedeni ısıdır. / Isı artarsa sıcaklık da artar.<br>(T19) Isı değişimi/Isı alışverişi olduğu için sıcaklık farkı vardır.<br>(T32) Sıcaklık, ısıdan kaynaklanır. |

|                                  |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F4: İlişkiler                    | A13: Isı ve İç Enerji İlişkisi      | (Q29) Isı ve ısıl enerji başka kavramlardır.<br>(E18) Isı ve ısıl enerji başka kavramlardır.<br>(E32) Isıl enerji ile ısı birbirine yakın kavramlardır.<br>(E07) Isıl enerji, ısıya bağlı olan bir enerjidir. / Isı ile ısıl enerji doğru orantılıdır.<br>(E31) Isıl enerji, suyun ısıyla ilgili bir enerjidir.<br>(E33) Bir binanın ya da evin ısınmasında ısıl enerji kullanılır. |
|                                  | A14: Sıcaklık ve İç Enerji İlişkisi | (E10) Isıl enerji, sıcaklığa bağlı olan bir enerjidir. / Sıcaklıkla ısıl enerji doğru orantılıdır.<br>(T21) Sıcaklık artarsa ısıl enerji de artar. / Sıcaklık azalırsa ısıl enerji de azalır.                                                                                                                                                                                       |
| F5: Isıl Dengenin Olmadığı Durum | A15: Enerji Korunumu                | (Q31) Isı alışverişi sırasında taneciklerin toplam kinetik enerjisi korunur.<br>(Q53) Isı alışverişi sırasında taneciklerin toplam kinetik enerjisi korunmaz.                                                                                                                                                                                                                       |
|                                  | A16: Oluş Biçimi/Süreci             | (Q13) Isı aktarımı, maddesel alışveriş biçiminde gerçekleşmez.<br>(Q21) Isı, değen yüzeylerde aktarılır.<br>(Q15) Isı, taneciklerin yer değiştirmesi ile aktarılır.<br>(Q12) Madde içindeki taneciklerin titreşimi/çarpması yolu ile ısı aktarılır.<br>(Q90) Madde içindeki taneciklerin sürtünmesi yolu ile ısı aktarılır.                                                         |
|                                  | A17: Yönü                           | (Q14) Isı, yalnızca sıcak maddeden soğuk olana doğru aktarılır.<br>(Q16) Isı, hem sıcaktan soğuğa, hem de soğuktan sığa doğru aktarılır.                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                  | A18: Koşulları/Kuralları            | (Q08) Farklı sıcaklıktaki maddeler arasında ısı aktarımı olur.<br>(Q17) Alınan ısı verilen ısıya eşittir.<br>(Q33) Isı aktarımı maddesel ortamda olur.<br>(Q26) Isı aktarımı için maddesel ortam gerekmez.<br>(Q65) Havasız ortamda ısı aktarımı olmaz.<br>(Q20) Isı aktarımı için yalıtılmış ortam gerekir.<br>(T30) Sıcaklık/Soğukluk alınıp verilebilir.                         |
|                                  | A19: Yöntemleri                     | (Q86) İletim ve taşınım yolu ile ısı aktarımı aynı biçimde olur.<br>(Q87) İletim ve ışıınım yolu ile ısı aktarımı aynı biçimde olur.<br>(Q88) Taşınım yolu ve ışıınım yolu ile ısı aktarımı aynı biçimde olur.                                                                                                                                                                      |
|                                  | A20: Taşınım Yolu ile Aktarım       | (Q11) Kalorifer düzeneği taşınım yoluyla ısıtır.<br>(Q83) Kalorifer düzeneği, buharlaşan suyun peteklerden dışarı çıkmasıyla ısıtır.<br>(Q24) Isınan akışkanlar genişler/yükselir.<br>(Q84) Taşınımında bir döngü/hava akımı vardır.<br>(Q22) Taşınım yoluyla aktarım sadece havada olur.                                                                                           |

|                                  |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F5: Isıl Dengenin Olmadığı Durum | A21: Işınım Yolu ile Aktarım | (Q54) Her madde ısı ışıma yapar.<br>(Q66) Maddenin çevresiyle arasında sıcaklık farkı yoksa ışıma yapmaz.<br>(Q25) Görünür ışık kaynakları ısı ışıma yapar.<br>(Q85) Işınım ile ısı aktarımı radyoaktif maddelerle ilgilidir.<br>(Q56) Işınım yoluyla aktarımda sıcaklık farkına gerek yoktur.<br>(Q46) Isı fotonlar üzerinde taşınır/saklanır.<br>(Q27) Isı dalgalar üzerinde taşınır/ saklanır.<br>(Q89) Isı, güneş ışınları ile aktarılır.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| F6: Isıl Denge Durumu            | A22: Dengeye Ulaşma Süreci   | (Q23) Isı aktarımı, maddelerin son sıcaklıkları aynı olana (ısıl dengeye) kadar olur.<br>(Q30) Isı aktarımı, taneciklerin titreşimi aynı olana kadar olur.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                  | A23: Denge Anı               | (T39) Yeterince uzun süre etkileşen maddelerin sıcaklıkları aynı olur.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| F7: Tanecik Düzeyi               | A24: Tanecik Düzeyi          | (T40) Bir maddenin içindeki tanecikler sürekli titreşirler.<br>(T31) Tanecikler, maddelerin sıcaklıkları olduğu için titreşirler. / Sıcaklık artarsa taneciklerin kinetik enerjileri artar.<br>(T09) Sıcak maddelerin daha soğuk olanlara göre taneciklerinin kinetik enerjisi daha çoktur.<br>(T14) Sıcaklık artarsa taneciklerin kinetik enerjisi de artar. / Sıcaklık azalırsa taneciklerin kinetik enerjisi de azalır.<br>(T16) Sıcaklık artarsa, taneciklerin arasındaki uzaklık da artar.<br>(T41) Sıcaklık arttığında taneciklerin titreşim sıklığı değişmez.<br>(T27) Sıcaklık arttığında taneciklerin titreşim sıklığı artar.<br>(Q40) Isı alan maddenin taneciklerinin titreşimi/titreşim enerjileri/enerjileri artar. |

**EK H1: PROBLEMİN ANALİZİ FORMU (PAF)**

| GRUP FORMU (İlk Oturum)<br>(Problemnin Analizi Formu – PAF)     |                          |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Küme Adı:                                                       | Tarih: ...../...../..... |
| Küme Üyeleri                                                    |                          |
| Ad-Soyadı                                                       | Takma Ad                 |
|                                                                 |                          |
|                                                                 |                          |
|                                                                 |                          |
|                                                                 |                          |
|                                                                 |                          |
| Problem                                                         |                          |
|                                                                 |                          |
| Alt Problemler                                                  |                          |
|                                                                 |                          |
| Problemnin Sınırlılıkları                                       |                          |
|                                                                 |                          |
| Problem İle İlgili Öğrenilmesi Gereken Kavramlar ve Bağlılıklar |                          |
|                                                                 |                          |
| Üye Görevleri                                                   |                          |
|                                                                 |                          |
| İncelenecek Kaynaklar                                           |                          |
|                                                                 |                          |

|                              |
|------------------------------|
| Görüşülecek Uzman Kişiler    |
|                              |
| Yapılması Gereken Çalışmalar |
|                              |
| Sonraki Oturum İçin Hedefler |
|                              |
| Oturum Sonucu                |
|                              |

## EK H2: ALT PROBLEM FORMU (APF)

| <b>GRUP FORMU</b><br><b>(Alt Problem Formu – APF)</b> |                          |
|-------------------------------------------------------|--------------------------|
| Küme Adı:                                             | Tarih: ...../...../..... |
| Problem                                               |                          |
|                                                       |                          |
| İncelenen Alt Problem                                 |                          |
|                                                       |                          |
| Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bilgiler             |                          |
|                                                       |                          |
| Grup Tartışması Notları                               |                          |
|                                                       |                          |
| Tartışma Sonuçları                                    |                          |
|                                                       |                          |
| Alt Probleme İlişkin Olası İhtimallerin Listesi       |                          |
|                                                       |                          |
| İhtimallerle İlgili Hipotezler                        |                          |
|                                                       |                          |
| Hipotezlerin Test Sonuçları                           |                          |
|                                                       |                          |
| Grup Tartışması Notları                               |                          |
|                                                       |                          |

|                                                         |
|---------------------------------------------------------|
| Tartışma Sonuçları                                      |
|                                                         |
| Alt Problemden Oluşabilecek Değişiklikler ve Eklentiler |
|                                                         |
| Alt Problemin Çözümü İle İlgili Çözüm Önerileri         |
|                                                         |
| Seçilen Çözüm Önerileri                                 |
|                                                         |
| Çözüm Önerilerinin İçin Uygulama Planları               |
|                                                         |
| Çözüm İçin Görev Dağılımı                               |
|                                                         |
| Uygulanan Çözüm Önerilerinin Değerlendirilmesi          |
|                                                         |
| Başarılı Olan Çözüm Yolları                             |
|                                                         |
| En İyi Çözüm Yolları                                    |
|                                                         |
| Son Kararlar                                            |
|                                                         |
| Oturum Sonucu ve Değerlendirilmesi                      |
|                                                         |

### EK H3: PROBLEMİN ÇÖZÜMÜ FORMU (PÇF)

| GRUP FORMU<br>(Problemın Çözümü Formu – PÇF) |                          |
|----------------------------------------------|--------------------------|
| Küme Adı:                                    | Tarih: ...../...../..... |
| Problem                                      |                          |
|                                              |                          |
| Alt Problemler                               |                          |
|                                              |                          |
| Alt Problemlerin Seçilen Çözüm Yolları       |                          |
|                                              |                          |
| Problemın En İyi Genel Çözüm Yolu            |                          |
|                                              |                          |
| Son Ürün İçin Alınan Kararlar                |                          |
|                                              |                          |
| Son Ürünün Tanıtım Yöntemi ve Planı          |                          |
|                                              |                          |
| Son Ürünün Değerlendirilmesi                 |                          |
|                                              |                          |

**EK H4: BEYİN FIRTINASI FORMU (BFF)**

| BEYİN FIRTINASI FORMU                 |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Küme Adı:                             | Tarih: ...../...../..... |
| Beyin Fırtınası Konusu                |                          |
|                                       |                          |
| Ortaya Atılan Görüşler ve Fikirler    |                          |
|                                       |                          |
| Görüş ve Fikirlerle İlgili Hipotezler |                          |
|                                       |                          |
| Sonuç ve Değerlendirme                |                          |
|                                       |                          |

**EK H5: DENEYSEL ARAŞTIRMA FORMU (DAF)**

| DENEYSEL ARAŞTIRMA FORMU                                      |                          |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Küme Adı:                                                     | Tarih: ...../...../..... |
| Araştırma Konusu                                              |                          |
| Araştırmanın Hipotezi                                         |                          |
| Deneyin Araç ve Gereçleri                                     |                          |
| Deneyin Tasarımı                                              |                          |
| Deneyisel Araştırmayı Etkileyebilecek Değişkenler ve Kontrolü |                          |
| Veriler                                                       |                          |
| Verilerin Değerlendirilmesi ve İlişkilendirme                 |                          |
| Verilerin Yorumlanması                                        |                          |
| Sonuç                                                         |                          |

**EK I: ETKİNLİK İLE İLGİLİ GÖRSELLERE ÖRNEKLER**