



**BİLGİSAYARSIZ BİLGİSAYAR BİLİMLERİ ETKİNLİKLERİNİN
SOYUTLAMA BECERİSİNE ETKİSİ**

Ezgi Gün

**DOKTORA TEZİ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MART, 2020

TELİF HAKKI ve TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren oniki (12) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Ezgi

Soyadı : GÜN

Bölümü: : Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi

İmzası : 

Teslim Tarihi: 24.03.2020

TEZİN

Türkçe Adı : Bilgisayarsız Bilgisayar Bilimleri Etkinliklerinin Soyutlama Becerisine Etkisi

İngilizce Adı: Effect of Computer Science Unplugged Activities on Abstraction Skill

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Ezgi Gün

İmza:



JÜRİ ONAY SAYFASI

Ezgi Gün tarafından hazırlanan “Bilgisayarsız Bilgisayar Bilimleri Etkinliklerinin Soyutlama Becerisine Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Tolga GÜYER



Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi, Gazi Üniversitesi

Başkan: Prof. Dr. Hafize KESER



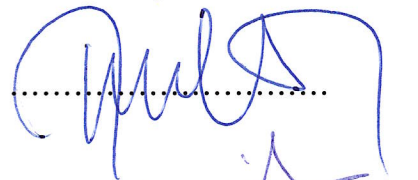
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi, Ankara Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Sibel SOMYÜREK



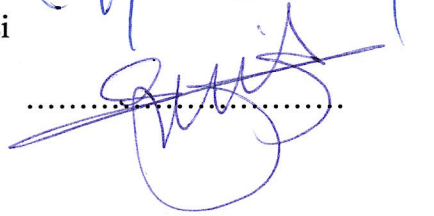
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi, Gazi Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Nurettin ŞİMŞEK



Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi, Ankara Üniversitesi

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Sami ACAR



Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi, Gazi Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 17/03/2020

Bu tezin Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Selma YEL

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

*İlim ilim bilmektir,
İlim kendin bilmektir,
Sen kendini bilmessen,
Ya nice okumaktır...*
-Yunus Emre-

Kızlarıma...

TEŞEKKÜR

Kâh gülerek kâh ağlayarak sonuna geldiğim bu süreçte, cevaplayamadığım her soruda, ihtiyaç duyduğum her anda yanımda olan, disiplinlerarası uzmanlığından çokça faydalandığım, çok kıymetli danışmanım Prof. Dr. Tolga GÜYER’e, tez izleme komitemde bulunan, yapıcı eleştirileri ve nahif kişilikleriyle Doç. Dr. Sibel SOMYÜREK’e, Dr. Öğr. Gör. Halil ERSOY’a ve bilgisini esirgemeyerek vakit ayıran Prof. Dr. Halil YURDUGÜL’e verdikleri destek için sonsuz şükranlarımı sunarım.

Okuma bayramımdan, doktora savunmama kadar ellerini sırtımda her zaman hissettiğim ailem Sevgi-Sezgin TOSİK’e, hayal ortağım, yol arkadaşım Berat GÜN’e, “Sen biraz daha çalış, ben Bilge’yle oynarım” demesi gerektiğini üzümlere hissettirdiğim Ecem’e ve minik motivatörüm Bilgem’e çok teşekkür ederim.

Eğitimim boyunca sağladığı maddi destek için TÜBİTAK’a teşekkürü bir borç bilirim...

Ezgi Gün

Ankara, 2020

BİLGİSAYARSIZ BİLGİSAYAR BİLİMLERİ ETKİNLİKLERİNİN SOYUTLAMA BECERİSİNE ETKİSİ

(Doktora Tezi)

Ezgi Gün

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mart, 2020

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, bilgisayarsız bilgisayar bilimleri etkinliklerinin öğrencilerin soyutlama becerileri üzerindeki etkisini belirlemektir. Yakınsayan paralel desene göre kurgulanan çalışmada nicel veriler soyutlama becerisi testinden, nitel veriler ise, yapılandırılmamış gözlemden ve görev tabanlı görüşmelerden elde edilmiştir. Bu doğrultuda, öncelikle soyutlama becerisini bağımsız olarak ölçmeye imkan verecek alternatif bir değerlendirme aracı oluşturulmaya çalışılmıştır. Genelleme ve modelleme göstergelerine göre oluşturulan taslak 28 madde için uzman görüşleri alınmış, daha sonra 8. sınıfta öğrenim gören 598 öğrenciye uygulanmıştır. Faktöriyel analizler ve madde analizlerinin sonucunda 8 madde çıkarılmıştır. Nihai soyutlama becerisi testi tek faktörlü 20 maddeli bir yapıya sahip olmasının yanı sıra KR-20 güvenirliği 0,79 olarak hesaplanmıştır. Hazırlanan test, deney (N=49) ve kontrol gruplarına (N=53) hem eğitimin öncesinde hem de sonrasında uygulanmıştır. 6 hafta boyunca deney grubu mevcut öğretim programına ek olarak 11 adet bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliğiyle, kontrol grubu ise yalnızca mevcut öğretim programıyla eğitim görmüştür. Her bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliğinden sonra 10 öğrenci ile etkinlik içeriğine benzer görevlerin verildiği görev tabanlı görüşmeler yapılmış, bu esnada gözlem formları doldurulmuştur. Bu formlar rubrikler yardımıyla puanlanmıştır. Yapılan puanlamalar yatay (etkinliklere göre

soyutlama becerisi adımları) ve dikey (soyutlama becerisi adımlarına göre etkinlikler) olmak üzere iki şekilde analiz edilmiştir. Nicel verilerin analizinde ANCOVA ve t testi kullanılmıştır. ANCOVA bulguları, gruplar arasında deney grubunun lehine anlamlı bir fark oluştuğunu ve bu farkın etki büyüklüğünün $\eta^2=0,053$ düzeyinde olduğunu göstermiştir. Yani, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri öğrencilerin soyutlama becerisine orta düzeye yakın büyüklükte etki etmiştir. Yatay analiz sonuçlarından yola çıkarak, öğrencilerin soyutlama becerisinin bazı adımlarında (örüntü tanıma, problemi yapılandırma, formülleştirme, matematiksel model seçme, grafik gösterimleri kullanma, gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme) gözlenen gelişimlerin bu anlamlı farkı ortaya çıkardığı düşünülmektedir. Dikey analiz sonuçlarına göre, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerini düzenlemeye yönelik verilen önerilerin yanı sıra bilgi işlemsel düşünme becerisi kapsamında ele alınan soyutlama becerisinin kavramsal çerçevesiyle ve bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerini uygulayacak öğretmen veya araştırmacılara uygulamayla ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Soyutlama, Bilgisayarsız Bilgisayar Bilimleri Etkinlikleri, Bilgi İşlemsel Düşünme

Sayfa Adedi : xix + 162

Danışman : Prof. Dr. Tolga Güyer

**THE EFFECT OF COMPUTER SCIENCE UNPLUGGED
ACTIVITIES ON ABSTRACTION SKILL**

(Ph.D)

Ezgi Gün

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

March, 2020

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the effect of CSunplugged activities on students' abstraction skill. In the study, which was designed according to the convergent parallel design, quantitative data were obtained from abstraction skill test, and qualitative data were obtained from unstructured observation and task-based interviews. Accordingly, first of all, an alternative assessment tool was created to allow to measure abstraction skills independently. Expert opinions were taken for draft 28 items created according to generalization and modeling indicators, and then applied to 598 8th grade students. As a result of factorial analysis and item analysis, 8 items were removed. The final abstraction skill test has a single factor 20-items structure, as well as KR-20 reliability was calculated as 0,79. This test was applied to the experiment (N = 49) and control groups (N = 53) both before and after the training. For 6 weeks, the experimental group received 11 CSunplugged activities in addition to the standard curriculum, while the control group received only the standard curriculum. After each CSunplugged event, task-based interviews were held with 10 students, in which tasks similar to the content of the activity were given, while observation forms were filled. These forms are scored with the help of rubrics. Scores were analyzed in two ways: horizontal (abstraction skill steps according to activities) and vertical (activities according to abstraction skill steps) analysis. ANCOVA and t test were used in the analysis of quantitative data. The ANCOVA findings showed that there was a significant difference between the groups in favor of the experimental

group and the effect size of this difference was at the level of $\eta^2 = 0,053$. In other words, CSunplugged activities have affected the students' abstraction skills at an about medium effect size. Based on the results of horizontal analysis, the developments observed in some steps of students' abstraction skill steps (pattern recognition, structuring the problem, formulating, choosing a mathematical model, using graphic representations, checking with real life situation) reveal this significant difference. According to the results of vertical analysis, besides the suggestions for reorganizing CSunplugged activities, suggestions were made regarding the conceptual framework of the abstraction skill discussed within the scope of computational thinking skill and application to teachers or researchers who will implement CSunplugged activities.

Keywords : Abstraction, Computer Science Unplugged, Computational Thinking

Page Number : xix + 162

Advisor : Prof. Dr. Tolga Güyer

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	vi
ÖZ	vii
ABSTRACT	ix
İÇİNDEKİLER.....	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xviii
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
Problem Durumu	1
Araştırmanın Amacı	4
Araştırmanın Önemi.....	4
Sınırlılıklar.....	6
Tanımlar	7
BÖLÜM II.....	9
KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	9
Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi ve Kapsamı.....	9
Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Geliştirilmesi.....	12
Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Değerlendirilmesi	16
Soyutlama Becerisi.....	20
Genelleme.....	24
Modelleme.....	29
Soyutlama Becerisinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi	32

Bilgisayarsız Etkinlikler	35
BÖLÜM III	41
YÖNTEM.....	41
Araştırma Modeli.....	41
Çalışma Grubu	43
Veri Toplama Araçları	44
Soyutlama Becerisi Testi.....	44
Görev Tabanlı Görüşme	52
Yapılandırılmamış Gözlem	53
Eğitim Materyalleri	54
Uygulama Süreci	56
Verilerin Analizi.....	57
Nicel Veri Analizi	58
Nitel Veri Analizi.....	59
BÖLÜM IV	63
BULGULAR	63
Nicel Analiz Bulguları.....	63
Nitel Analiz Bulguları	65
BÖLÜM V	89
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	89
Bilgisayarsız Bilgisayar Bilimi Etkinliklerinin Soyutlama Becerisi Üzerindeki Etkisi	89
Öneriler	93
Etkinlik Düzenleme Önerileri	93
Araştırmacılara ve Öğretmenlere Uygulama Önerileri	95
Kuramsal Öneriler	96
Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler	96
KAYNAKLAR.....	99
EKLER.....	119
EK-1. Örnek Katılım Formu.....	120

EK-2. Soyutlama Becerisi Testi ve Cevap Anahtarı	122
EK-3. Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri	131
EK-4. Gözlem Formları	142
EK-5. Araştırma İzin Belgesi	155
EK-6. Rubrikler	156

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. <i>Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Ait Boyutlar</i>	11
Tablo 2. <i>Araştırmaların Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Ait Belirledikleri Bileşenler</i>	12
Tablo 3. <i>SistematiK Alanyazın Taraması Bulguları</i>	18
Tablo 4. <i>Soyutlama Becerisini Modelleme ve Genelleme Süreçlerinde Kullanan Araştırmalar</i>	24
Tablo 5. <i>Araştırmada Kullanılan Genelleme Seviyeleri</i>	27
Tablo 6. <i>Araştırmada Kullanılan Örüntü Tipleri</i>	28
Tablo 7. <i>Araştırmada Kullanılan Matematiksel Modelleme Yaklaşımı</i>	31
Tablo 8. <i>Ayrıştırma, Örüntü Tanıma, Genelleme ve Modelleme Kavramlarını Soyutlamadan Ayrı Bileşen Olarak Ele Alan ve Almayan Bazı Araştırmalar</i>	33
Tablo 9. <i>Deney ve Kontrol Grubu</i>	43
Tablo 10. <i>Her Etkinlikten Sonra Görev Tabanlı Görüşme Yapılan Öğrenci Sayısı</i>	44
Tablo 11. <i>Taslak Soruların Ölçtüğü Kavramlar</i>	45
Tablo 12. <i>Uzman Görüşleri Doğrultusunda Hesaplanan KGO ve KGİ Değerleri</i>	46
Tablo 13. <i>Üç Farklı Modelin Uyum Değerleri</i>	48
Tablo 14. <i>İlişkili İki Faktörlü Modelin Alt Boyutlarının Korelasyonu ve AVE Değerlerinin Karekökü</i>	50
Tablo 15. <i>Madde İstatistikleri</i>	51
Tablo 16. <i>Test İstatistikleri</i>	52
Tablo 17. <i>Araştırmacının Deney ve Kontrol Grubu Öğrencileriyle Etkileşim Süreleri</i>	53

Tablo 18. <i>Bilgisayarsız Bilgisayar Bilimi Etkinlikleri ve Geliştirmesi Öngörülen Soyutlama Adımları</i>	54
Tablo 19. <i>Soyutlama Becerisine Ait Regresyon Doğrularının Eğilimi</i>	59
Tablo 20. <i>Araştırma Yönteminin Nicel ve Nitel Boyutlarının Genel Özellikleri</i>	61
Tablo 21. <i>Gruplara Ait Ön-test Son-test Ortalama ve Standart Sapmaları</i>	64
Tablo 22. <i>Bağımlı Gruplar t Testi Sonuçları</i>	64
Tablo 23. <i>Soyutlama Becerisi Ön-test Puanlarına Göre Son-test ANCOVA Sonuçları</i>	65
Tablo 24. <i>Gözlem Formlarının Puanlanmasından Elde Edilen İşlenmemiş Veri</i>	68
Tablo 25. <i>“Noktaları Say” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları</i>	78
Tablo 26. <i>“Rakamlarla Renk” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları</i>	79
Tablo 27. <i>“Bir Daha Söyle” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları</i>	80
Tablo 28. <i>“Savaş Gemileri” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları</i>	80
Tablo 29. <i>“En Hafif En Ağır” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları</i>	82
Tablo 30. <i>“Çamurlu Şehir” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları</i>	83
Tablo 31. <i>“Hazine Avı” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları</i>	84
Tablo 32. <i>“Yürüyüş Emirleri” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları</i>	85
Tablo 33. <i>“Turistik Şehir” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları</i>	86
Tablo 34. <i>“Sırları Paylaşma” Etkinliğiyle İlgili Gözlenen Ait Rubrik Puanlamaları</i>	86
Tablo 35. <i>“Çikolata Fabrikası” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları</i>	87

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Soyutlama, Genelleme ve Modelleme Kavramlarının İşleyiş Yapısı	23
Şekil 2. Genelleme Örneği Olarak Hayvanlar Alemi Sınıflaması.....	25
Şekil 3. Cebirsel Genelleme.	26
Şekil 4. Modelleme Döngüsünün Aşamaları.....	30
Şekil 5. Matematiksel Modelleme Yaklaşımı	31
Şekil 6. Yakınsayan Paralel Desen Araştırma Prosedürleri Akış Şeması	42
Şekil 7. Tek Faktörlü ve İlişkili İki Faktörlü Ölçme Modelinin Madde-Yapı Özellikleri ...	49
Şekil 8. Araştırmanın Uygulama Süreci.....	57
Şekil 9. Maksimum ve Minimum Puan Örnekleri	67
Şekil 10. Etkinliklere Göre “Örüntü” Adımının Toplam Puanları.....	70
Şekil 11. Etkinliklere Göre “Yakına Genelleme” Adımının Toplam Puanları	71
Şekil 12. Etkinliklere Göre “Uzağa Genelleme” Adımının Toplam Puanları.....	71
Şekil 13. Etkinliklere Göre “Hedefi Sadeleştirme” Adımının Toplam Puanları.....	72
Şekil 14. Etkinliklere Göre “Hedefi Belirginleştirme” Adımının Toplam Puanları	73
Şekil 15. Etkinliklere Göre “Problemi Yapılandırma” Adımının Toplam Puanları.....	73
Şekil 16. Etkinliklere Göre “Değişken ve Sabitleri Belirleme” Adımının Toplam Puanları.....	74
Şekil 17. Etkinliklere Göre “Formülleştirme” Adımının Toplam Puanları.....	75
Şekil 18. Etkinliklere Göre “Matematiksel Model Seçme” Adımının Toplam Puanları	75
Şekil 19. Etkinliklere Göre “Grafik Gösterimleri Kullanma” Adımının Toplam Puanları..	76

Şekil 20. Etkinliklere Göre “Gerçek Hayat Gösterimleri İle Karşılaştırarak Kontrol Etme”

Adımının Toplam Puanları77

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

NCTM	National Council of Teacher of Mathematics
ISTE	International Society for Technology in Education
CSTA	Computer Science Teachers Association
KGO	Kapsam Geçerlik Oranı
KGİ	Kapsam Geçerlik İndeksi

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu kısımda araştırmanın problem durumu, amacı, önemi ve sınırlılıkları yer almaktadır. Ayrıca, araştırmada kullanılan bazı kavramların tanımları bulunmaktadır.

Problem Durumu

Günümüzde yaşanan teknolojik gelişmeler artan bir ivmeyle hız kazanmaktadır. Öyle ki, insanın üretim bandındaki yerini tamamen robotlara bıraktığı karanlık fabrikaların yaygınlaştırılması planlanırken, makinalara öğrenme yeteneğinin edindirilmesi üzerine yapılan çalışmalar da devam etmektedir. Dünya bu gelişmelere tanık olurken, insanı makinadan üstün kılan özelliklerin öneminin arttığı görülmektedir. Bu noktada teknolojiyi kullanarak problem çözme olarak tanımlayabileceğimiz bilgi işlemsel düşünme becerisi dikkatleri çekmektedir (Wing, 2006). ISTE (2014) bilgi işlemsel düşünme becerisini tanımlarken bireylerin başarısını artırmak ve global yarışa hazırlamak için bu becerinin “hayati” nitelikte olduğunu ifade etmektedir.

Önemi birçok kez vurgulanan bilgi işlemsel düşünme becerisini gelecek nesillere kazandırmak amacıyla farklı eğitimler tasarlanmaktadır. Verilen bu eğitimlerin içerikleri incelendiğinde, bilgisayar bilimleri, robotik, kimya, biyoloji gibi farklı disiplinlerin kullanıldığı görülse de (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016; Gouws, Bradshaw ve Wentworth, 2013; Weintrop vd., 2016) alanyazın taramaları yoğun olarak programlama içeriklerinin tercih edildiğini göstermektedir (Hsu, Chang ve Hung, 2018; Shute, Sun ve Asbell-Clarke, 2017). Fakat, Bell ve Roberts (2016) bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirmek için sıklıkla kullanılan programlama ile bu becerinin doğrudan bir ilişki içerisinde olmadığını ifade etmektedir. Programlama sürecinde bireylerin bilgi işlemsel

düşünme becerilerini yalnızca doğru çalışıp çalışmadığını test ettiklerini, bu nedenle de bilgi işlemsel düşünme becerisinin bilgisayar bilimleri ile daha yakın bir ilişkiye sahip olduğunu belirtmektedir. Wing (2006) de bilgi işlemsel düşünme becerisi için “bilgisayar bilimciler gibi düşünme” ifadesini kullanmasıyla bilgi işlemsel düşünme becerisinin bilgisayar bilimleriyle olan ilişkisine değinmektedir. Alanyazının bu görüşlerle fazla çelişmediği ve programlamadan sonra ikinci sırada bilgisayar bilimleri içeriklerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Hsu vd., 2018).

Bilgisayar bilimleri içeriklerinin kullanıldığı eğitimlerde bilgisayarlı veya bilgisayarsız (unplugged) yaklaşımlara başvurulmaktadır. Bilgisayarsız etkinliklerin günümüzde hala teknik altyapı eksikliği yaşayan bölgelerde mecburi olarak kullanılması, bu yaklaşımın kullanım sahasının diğer yaklaşımlardan daha geniş olmasına sebep olmaktadır (Brackmann vd., 2017). Eğitim ortamlarında yaygın olarak kullanılan bilgisayarsız etkinliklerin sınıf ortamlarına getirilmeden önce etkilerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Alanyazında söz konusu bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştireceğini öngören birçok bilgisayarsız etkinlik bulunmasına rağmen (Bell, Witten ve Fellows, 2015; Caldwell ve Smith, 2016; Kubica, 2012; Liukas, 2015), bu etkiyi araştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Brackmann vd., 2017; Brackmann, Barone, Boucinha ve Reichert, 2019; Looi, How, Longkai, Seow ve Liu, 2018; Park, 2019; Rodriguez, 2015).

Verilen eğitimlerin etkisinin tespit edilmesi, geçerli ve güvenilir değerlendirme yöntemlerinin kullanılmasından geçmektedir. Alanyazında sıklıkla vurgulanan bilgi işlemsel düşünme becerisinin değerlendirmesinde kullanılacak geçerli, güvenilir ve kabul gören yöntemlerin oluşmaması bu becerinin gelişimine dair gerçek sonuçlara ulaşılmasının önünde engel teşkil etmektedir (Grover ve Pea, 2013; Shute vd., 2017; Tang, Yin, Lin, Hadad ve Zhai, 2020; Tosik-Gün ve Güyer, 2019). Bilgi işlemsel düşünme becerisinin yeni bir kavram olması ve kavramsal çerçevesinin dahi henüz tam olarak netleşmemesi, değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesini güçleştirmektedir (Chen vd., 2017; Weinberg, 2013). Bu noktada öncelikle, kavramın kapsamına yönelik incelemelerin yapılması oldukça önemlidir.

Bilgi işlemsel düşünme becerisinin kapsamı ile ilgili farklı görüşler bulunsa da, alanyazın taramaları araştırmaların bazı bileşenlerde birbiriyle örtüştüğünü göstermektedir. En çok kullanılan bileşenleri Kalelioğlu, Gülbahar ve Kukul (2016) soyutlama, problem çözme ve algoritmik düşünme, Hsu ve arkadaşları (2018) soyutlama, algoritmik düşünme ve otomasyon, Tosik-Gün ve Güyer (2019) ise; soyutlama, algoritmik düşünme ve ayrıştırma

şeklinde sıralamaktadırlar. Görüldüğü gibi soyutlama bileşeninin bilgi işlemsel düşünme becerisinin kapsamında sıklıkla kullanılması yanı sıra bu bileşenin bilgi işlemsel düşünme becerisini algoritmik düşünme, eleştirel düşünme gibi diğer düşünme becerilerinden ayıran ve üzerinde en fazla fikir birliğine varılan bileşen olduğu birçok araştırmada vurgulanmaktadır (Grover ve Pea, 2013; Hazzan ve Kramer, 2016; Wing, 2006). Araştırmacılar kabul ettikleri bilgi işlemsel düşünme becerisi bileşenleri doğrultusunda verilerini analiz etmelerine karşın, sonuçlar alt bileşenler bazında özelleştirilmeden bütüncül olarak sunulmaktadır (Chen vd., 2017; Román-González, Pérez-González ve Jiménez-Fernández, 2017). Verilen eğitimlerin bilhassa soyutlama bileşenine olan etkilerinin irdelenmesi bu bileşenin sahip olduğu önemden dolayı gerekli görülmektedir.

Soyutlama becerisinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan araçlar incelendiğinde, Hazzan ve Kramer'in (2016) mühendislik öğrencileri için geliştirdikleri görevlerle ve Wechsler'in (1949) küçük yaş grupları için hazırladığı patentli zeka testlerinin bazı bölümleriyle karşılaşılmaktadır. Soyutlamayı bilgi işlemsel düşünme becerisi kapsamında değerlendiren araştırmalarda ise genellikle “gerekli bilgilerin seçilmesi, gereksizlerin atılması” veya “detayların azaltılması” gibi kapsamını yansıtmayan tek göstergeyle analiz edildiği belirlenmiştir (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016). Oysa ki soyutlama becerisi zeka göstergesi ve üst düzey bilişsel bir beceri olarak gösterilmektedir (Jensen, 1980; Johnson ve Christensen, 2014; Ohlsson ve Lehtinen, 1997). Bu bilgiler ışığında, farklı yaş gruplarında, soyutlama becerisinin bağımsız olarak değerlendirildiği daha kapsamlı araçlara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Özetle, bilgi işlemsel düşünme becerisinin üst düzey bilişsel bir beceri olması ve kavramsal çerçevesinin henüz netleşmemiş olması nedenleriyle, bu becerinin değerlendirmesiyle ilgili sorunların yaşandığı belirtilmektedir. Alanyazında bilgi işlemsel düşünme becerisinin bileşenleri hakkında fikir birliği sağlanamazken, soyutlama bileşeni sıklıkla kullanılan ve görüşlerin kesiştiği bir noktada bulunmaktadır. Ayrıca, bilgi işlemsel düşünme becerisinin oldukça önemli bir bileşeni olduğu, birçok araştırmada da vurgulanmaktadır. Bu nedenle kabul gören bileşenlerin değerlendirilmesi ile ilgili araştırmaların yapılmasının, kavramın hem kuramsal çerçevesinin oluşturulmasına hem de değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesine olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, bilgi işlemsel düşünme becerisi ile daha yakın ilişki içerisinde olması sebebiyle bilgisayar bilimleri içeriklerini altyapı eksikliği yaşayan bölgelerde sınırlılıkları

ortadan kaldıran bilgisayarsız yaklaşımla birleştiren ve bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştireceğini öngören bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin kullanılması uygun görülmüştür. Bu etkinliklerin, bilgi işlemsel düşünme becerisinin oldukça önemli bir bileşeni olarak kabul edilen soyutlama becerisi üzerindeki iddia edilen etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda açık erişime izin veren, birçok dile çevrilmiş ve eğitim ortamlarında yaygın olarak kullanılan Bell ve arkadaşlarının (2015) hazırladığı bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri tercih edilmiştir. Ayrıca, bilgisayarsız etkinliklerin etkileri üzerine deneysel çalışmalara ihtiyaç duyulması (Brackmann vd., 2017), bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin bilgi işlemsel düşünme becerisi üzerindeki etkisini inceleyen sınırlı sayıda araştırma bulunması ve bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisine etkisini araştıran herhangi bir çalışmayla karşılaşılmaması bu araştırmayı gerekli kılmaktadır.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırma, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisi üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu ana amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranacaktır.

1. Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin öğrencilerin soyutlama becerileri üzerinde etkisi var mıdır?
2. Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri ile öğrenim gören öğrencilerin soyutlama adımlarındaki gelişimleri nasıldır?
3. Öğrencilerin, her bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliği için hedeflenen soyutlama adımlarını kazanma durumları nasıldır?

Araştırmanın Önemi

Gelişim göstermekte olan ve değerlendirilmesinde eksiklikler yaşanan bilgi işlemsel düşünme becerisini oluşturan bileşenler hakkında farklı görüşler bulunmasına karşın soyutlama bileşeni birçok araştırmada bilgi işlemsel düşünme becerisi kapsamına dahil edilmekte ve oldukça önemli bir bileşen olarak kabul görmektedir. Soyutlama becerisi, matematik, sanat, psikoloji gibi farklı disiplinlerde uzun yıllardır üstünde tartışılan bir kavramdır (Langer, 1964; Mitchelmore ve White, 1995) ve bilgi işlemsel düşünme becerisi

bileşeni olarak açıklanan soyutlama tanımları incelendiğinde, kapsamını yansıtmadığı görülmektedir. Örneğin; bilgi işlemsel düşünme becerisinde soyutlama tanımlanırken “gerekli bilgilerin seçilmesi, karmaşıklığın azaltılması” ifadeleri kullanılmakta ve “örüntü tanıma”, “genelleme” kavramları sıklıkla farklı bir bileşen olarak ele alınmaktadır (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016; Curzon, Dorling, Ng, Selby ve Woollard, 2014; Looi vd., 2018). Oysa ki, bir problemin içerisinde karmaşıklığın azaltılması, örüntülerin yakalanması ve bütün detayları bünyesinde barındıran genellemelerle mümkündür. Yani, örüntü tanıma ve genelleme süreci soyutlamanın doğasında yer almaktadır (Mitchelmore ve White, 1995). Örüntü tanımının yanısıra sadeleştirme, ayrıştırma, modelleme gibi farklı bileşenler için de benzer durum geçerlidir. Bu kavramları farklı bir bileşen olarak soyutlamanın içerisinden çıkarmak, soyutlama becerisinin kapsamını boşaltmakta ve bağımsız olarak değerlendirilebilmesini güçleştirmektedir. Bu araştırmada, bilgi işlemsel düşünme becerisi kapsamında yer alan soyutlamanın sınırları netleştirilmeye çalışılmaktadır. Elde edilen sonuçların bilgi işlemsel düşünme becerisinin bileşenlerinin belirlenmesinde yaşanan fikir ayrılıklarının azaltılmasına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Soyutlama becerisini değerlendirmek amacıyla kullanılan yöntemler incelendiğinde, küçük yaş grupları için oluşturulmuş ve içeriğine erişilemeyen zeka testleriyle, mühendislik öğrencileri için geliştirilmiş görevlere ulaşılmıştır. bilgi işlemsel düşünme becerisi kapsamında yapılan soyutlama değerlendirmelerinde ise, kullanılan göstergelerin soyutlama becerisinin kapsamını yansıtmamasıyla ilgili yetersizliklerin bulunduğu görülmektedir. Bu araştırmada soyutlama becerisini değerlendirebilmek amacıyla ölçme aracı geliştirilmektedir. Geliştirilen aracın hem soyutlama hem de bilgi işlemsel düşünme becerisinin değerlendirilmesiyle ilgili yaşanan eksikliklerin giderilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Soyutlama becerisinin ölçülmesi amacıyla geliştirilen ölçme aracının yanı sıra bu becerinin gözlem formlarının puanlanmasının ve yatay-dikey olarak analiz edilmesinin alanyazın için bir örnek oluşturacağı düşünülmektedir.

Eğitim ortamlarında yaygın olarak kullanılan bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerini oluşturan Bell ve arkadaşları (2015), etkinliklerin bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştireceğini öngörmektedir. Ancak etkinliklerin, bu çalışmanın kapsamında ele alınan soyutlama becerisi üzerindeki etkisine dair herhangi bir araştırmayla karşılaşılmamıştır. Bu araştırma, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisi üzerindeki

etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır. Sonuçlar, hem alandaki eksikliğin giderilmesi hem bilgisayarsız etkinliklerin uygulanması ve düzenlenmesine yönelik kanıta dayalı veriler sunması hem de bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin öngörüsüne netlik kazandırması anlamında önem arz etmektedir.

Sınırlılıklar

Görev tabanlı görüşmelerin analizlerinin güvenilirliğini artırmak amacıyla başka araştırmacılar tarafından da gözlem yapılmasına imkan verecek şekilde görüntülü kaydedilmek istenmiş, fakat gerekli izinler alınamamıştır. Bu nedenle veriler, görüşmeler esnasında araştırmacı tarafından doldurulan gözlem formlarıyla elde edilmiştir.

Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri, öğrencilerin hem öğretmeniyle hem sınıf arkadaşlarıyla etkileşimli olarak çalışmalarını sağlamaktadır. İkili veya grup olarak oynanan oyunlar, öğrencilerin aktif katılımını gerektirmektedir. Bu durum, geleneksel sessiz sınıf ortamını, eğlenceli ve kısmen gürültülü bir ortama dönüştürmektedir. Bu serbest sınıf atmosferi, uygulamada bazı zorlukları da beraberinde getirmiştir. Örneğin, araştırma kurgulanırken her etkinlikten sonra öğrencilerin etkinliği keyifli bulup bulmadıkları ve zorluk seviyeleri hakkında likert tipi veri toplanması planlanmıştır. Fakat serbest çalıştıkları ortamda işaretledikleri seçenekleri sesli ifade ederek birbirlerini etkiledikleri ve uygulama esnasında zorlandığı gözlenen öğrencilerin dahi sınıfta sesli söylenen cevabı işaretlediği gözlenmiştir. Sonuç olarak devam eden derslerde bu veriler toplanamamıştır.

Eğitim materyalleri Bell ve arkadaşları (2015) tarafından hazırlanan 21 adet bilgisayarsız bilgisayar bilimleri etkinlikleri içerisinde soyutlama adımlarına göre seçilmiştir. Bu durum, her soyutlama adımına hitap eden etkinlik sayısında da farklılık oluşturmuştur.

Uygulamanın yapıldığı okulda 9 adet 8. sınıf bulunmaktadır. Araştırmaya dahil edilecek 4 şube, bu şubelerin derslerine giren ve bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin uygulanması için derslerini gönüllü olarak veren öğretmenlere göre seçilmiştir. Deney ve kontrol gruplarının denkleştirilememiştir.

Tanımlar

Bilgi işlemsel düşünme becerisi (comptutional thinking skill): Bilgisayar bilimleri kavramlarını kullanarak problem çözme, sistemler tasarlama ve insan davranışlarını anlama becerisidir (Wing, 2006).

Soyutlama (abstraction): Soyutlama sürecinin (abstracting) sonunda elde edilen üründür (Skemp, 1986). Soyutlama, kavramların gerçek dünya ile bağlantısını keserek soyut hale getirilmesi, yapıları küçük parçalara ayırıştırarak karmaşıklığın giderilmesi (ayırıştırma), gerekli bilgilerin seçilip, gereksizlerin atılması (sadeleştirme), benzerliklerin ve farklılıkların belirlenmesi (örüntü tanıma), belirli bir durumdan yola çıkarak daha genel sonuçlara varılması (genelleme), problemlerin veya durumların daha soyut ve daha basit modellerinin oluşturulması (modelleme) sürecidir (Sabitzer ve Pasterk, 2015; Wing, 2006)

Genelleme (generalization): Bir durumun veya bir dizi ögenin ortak özelliklerinin daha genel kavramlarla ifade edildiği bir tür soyutlamadır (Csizmadia vd., 2015).

Modelleme (modeling): Gerçek dünyanın, problem durumu için gerekli olan detaylarını barındıracak şekilde temsil eden, basitleştirilmiş, karmaşıklıktan kurtarılmış gerçeğin bir soyutlaması olan modelleri üretme, bu modelleri kullanarak ve yorumlayarak olayları açıklamaya çalışma sürecidir (Bukova-Güzel, 2016; Rothenberg, 1989)

Bilgisayarsız etkinlikler (unplugged activities): Eğitim ortamlarında bilgisayarlara veya herhangi bir bilişim altyapısına gerek duymaksızın kullanılabilecek kalem kağıt etkinlikleridir. Bilgisayar bilimleri içeriğine sahip olan etkinlikler ise bilgisayarsız bilgisayar bilimleri ifadesi ile özelleştirilmiştir.

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde bilgi işlemsel düşünme becerisinin ve bu becerinin önemli bir bileşeni olarak kabul edilen soyutlama becerisinin kapsamı, geliştirilmesi ve değerlendirilmesinin yanı sıra bilgisayarsız etkinlikler ile ilgili alanyazında yer alan araştırmalara yer verilmiştir. Ayrıca, soyutlama becerisinin kullanıldığı genelleme ve modelleme süreçlerine ait ilgili alanyazın da bulunmaktadır.

Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi ve Kapsamı

1950’lerde algoritmik düşünme olarak kabul edilen kavram, bilgi işlemsel düşünme olarak ilk defa Papert tarafından 1996 yılında kullanılmaktadır (Denning, 2009). Günümüzde oldukça popüler hale gelmesinde Wing (2006) etkili olmuştur ve bilgi işlemsel düşünme becerisini “bilgisayar bilimlerinin temelini oluşturan kavramları kullanarak problemleri çözme, sistemler tasarlama ve insan davranışlarını anlama” olarak tanımlamaktadır. Wing (2008) bu beceriyi, zihinsel soyutlamaların yapılması ve yapılan soyutlamaların otomatikleştirilmesi olarak açıklamaktadır. Bu işlemlerin tamamının yapılmasında insanların yeterli olabileceğini, fakat uygun güçlerin birleştirilmesi amacıyla insanın soyutlama becerisi ile makinelerin insanları iş yığınınından kurtaracak otomatikleştirme özelliğinin harmanlanmasının daha yüksek performans getireceğini belirtmektedir. Bu görüşü destekler şekilde, Barr, Harrison ve Conery (2011) insan aklının hala açık ara farkla en iyi problem çözücü olduğunu ve insanın düşünce gücünün dijital araçlarla genişletilmesi olan bilgi işlemsel düşünme becerisinin günlük hayatın bir parçası haline getirilmesinin gerekliliğinden bahsetmektedir. Aho (2012) bu beceriyi tanımlamak için, çözümleri bilgi işlemsel adımlar ve algoritmalar olarak sunulan problemlerin formülize edilmesinde

kullanılan düşünme süreçleri, Royal Society (2012) bilgisayar biliminden gelen araç ve teknikleri kullanarak doğal ve yapay sistemleri anlama süreci, ifadesini kullanmaktadır. Özden (2015) ise, problemlerin çözümü için teknolojik araçların kullanılabilmesinde gerekli olan bilgi, beceri ve tutuma sahip olma şeklinde tanımlamaktadır. Alandaki tanımlamalar incelendiğinde farklı noktalara yapılan vurguların bulunmasına karşın Wing'in (2006) açıklamalarındaki ana çerçeveden uzaklaşmadığı görülmektedir (Demir ve Seferoğlu, 2017).

Araştırmacılar mevcut bilgi işlemsel düşünme tanımlarını güçlendirmek, bu becerinin uygulamada göstergelerini belirlemek ve kapsamını ortaya koymak amacıyla operasyonel tanımlamalar getirme ve bu becerinin bileşenlerini oluşturma yoluna gitmektedirler. Bilgi işlemsel düşünme becerisinin operasyonel tanımını ortaya koymak için ISTE ve CSTA işbirliğinde bir çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmanın raporuna göre, bilgi işlemsel düşünme becerisi aşağıdaki özelliklerle sınırlı kalmamak üzere, bu özellikleri içeren bir problem çözme sürecidir (CSTA ve ISTE, 2011).

- Bilgisayarların ve diğer araçların kullanılmasına izin verecek biçimde problemi formüle etme,
- Verileri mantıksal olarak düzenleme ve analiz etme,
- Model ve simülasyon gibi soyutlamalarla veriyi temsil etme,
- Algoritmik düşünme yoluyla çözümleri otomatik hale getirme,
- Belirlenen adımların ve kaynakların en verimli ve etkili bir şekilde bir araya getirilmesi amacıyla olası çözümleri belirleme, analiz etme ve uygulama,
- Bu problem çözme sürecini yaygınlaştırmak ve çok çeşitli problemlere aktarma.

Brennan ve Resnick (2012) ise, bilgi işlemsel düşünme becerisini Tablo 1'de gösterilen üç boyutta ele almış, adımları uygulamalı olarak açıklamış ve her adım için değerlendirme önerilerinde bulunmuşlardır. Bu yapının alanyazında dikkat çekici bir yere sahip olduğu ifade edilmektedir (Zhong, Wang, Chen ve Li, 2016).

Tablo 1

Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Ait Boyutlar

Boyut	Tanım	Alt Kavram
Kavramlar	Bilgisayar bilimi içerik bilgisi	Diziler, döngüler, paralellik, şartlar, operatörler, veri
Uygulamalar	Muhakeme ve problem çözme becerileri	i) Artan ve yinelenen olma, ii) test etme ve hata ayıklama, iii) yeniden kullanma ve düzenleme, iv) soyutlama ve modülerleştirme
Perspektifler	İlgi, motivasyon, öz-yeterlik	i) ifade etme, ii) iletişim kurma (birileriyle veya birileri için üretme), iii) sorgulama

Tablo 1’de bilgi işlemsel düşünme becerisinin açıklanmasında programlama becerisinin temel bileşen olarak taşıdığı önem dikkat çekmektedir. Alanyazında Brennan ve Resnick (2012) ve Özden’in (2015) tanımındaki gibi bilgi, beceri ve tutumları kapsayan kavramsal çerçevelerin yanı sıra bilgi işlemsel düşünme becerisinin kapsamını 21. yy becerileri ile oluşturan araştırmalarla da karşılaşılmaktadır. Örneğin; Korkmaz, Çakır ve Özden (2017) yaratıcılık, algoritmik düşünme, işbirliklik, problem çözme ve eleştirel düşünmeyi, Yağcı (2018) ise, problem çözme, eleştirel düşünme, işbirlikli öğrenme, farklı düşünme ve algoritmik düşünme becerilerini kullanmaktadır. Bu çalışmalara ek olarak, soyutlama, genelleme gibi farklı bileşenlere sahip olmasının yanı sıra bir veya birkaç bileşeninde 21. yy becerilerini kullanan araştırmalar bulunmaktadır (Anistyasari ve Kurniawan, 2018; Moreno-León ve Robles, 2015; Rowe, Asbell-Clarke, Cunningham ve Gasca, 2017; Wang, Wang ve Liu, 2014; Werner, Denner, Campe ve Kawamoto, 2012). Bu noktada alanyazında bilgi işlemsel düşünme becerisinin diğer düşünme becerilerinden ayırt edilemediği yönündeki eleştiriler dikkat çekmektedir (Jones, 2011). Grover ve Pea (2013) ve Wing (2008) ise, bilgi işlemsel düşünme becerisinin problem çözme, eleştirel düşünme, algoritmik düşünme gibi farklı süreçleri barındırmasıyla birlikte diğer düşünme becerilerinden temel olarak “soyutlama” ile ayrıldığına vurgu yapmaktadırlar.

Bilgi işlemsel düşünme becerisinin göstergelerinin belirlenmesi amacıyla, farklı bilim dallarında da çalışılan soyutlama, genelleme gibi kavramlar bu becerinin bileşenleri olarak kullanılmaktadır. Araştırmaların bilgi işlemsel düşünme becerisi kapsamına dahil ettikleri bileşenler tablo 2’de sunulmaktadır.

Tablo 2

Araştırmaların Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Ait Belirledikleri Bileşenler

Araştırma	Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Bileşenleri
Barefoot (2014)	Algoritma oluşturma, ayrıştırma, örüntü tanıma, soyutlama, değerlendirme
Barr ve Stephenson (2011)	Veri toplama, veri analizi, veri gösterimi, ayrıştırma, soyutlama, algoritma ve prosedürler, otomasyon, paralelleştirme, simülasyon
Werner, vd., (2012)	Algoritmik düşünme, soyutlama, modelleme
Selby ve Woollard (2013)	Soyutlama, ayrıştırma, algoritmik düşünme, değerlendirme, genelleme
Angeli vd., (2016)	Soyutlama, genelleme, ayrıştırma, algoritmalar, hata ayıklama

Tablo 2’de bileşenlerin araştırmalara göre değişiklik göstermesine karşın, daha önce bahsedilen soyutlama kavramının bütün çalışmalarda yer aldığı görülmektedir. Kalelioğlu ve arkadaşları (2016) 125 araştırma ile yaptıkları alanyazın inceleme çalışmasında bilgi işlemsel düşünme becerisini tanımlarken en fazla kullanılan kavramların soyutlama, problem çözme ve algoritmik düşünme olduğunu ortaya koymaktadırlar. Hsu ve arkadaşları (2018) da inceledikleri 120 araştırmada, bilgi işlemsel düşünme becerisi kapsamına dahil edilen bileşenleri kullanılma sıklıklarına göre, soyutlama, algoritmik düşünme ve otomasyon olarak sıralamaktadırlar.

Sonuç olarak, alanyazında bilgi işlemsel düşünme becerisinin günümüz ve gelecek zamandaki öneminden sıklıkla bahsedilmektedir. Araştırmacıların fikir birliği sağladığı noktalar bulunmasına rağmen bu kavramın gelişiminin devam ettiği görülmektedir. Grover ve Pea (2013) bilgi işlemsel düşünme becerisi ile ilgili yaşanan belirsizlikleri; kavramın tanımı, değerlendirilmesi ve evrensel fayda iddiaları olmak üzere üç başlıkta özetlemektedir. Lockwood ve Mooney (2017) dünyada bilgi işlemsel düşünme becerisi ile ilgili birçok farklı eğitsel bağlamda çalışmalar yürütülmesine rağmen kavramın hala başlangıç evresinde olduğunu, kuramsal çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu ifade etmektedirler.

Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Geliştirilmesi

Bilgi işlemsel düşünme becerisinin gelişiminden bahsedilebilmesi için, bilimsel süreçlere göre hazırlanmış etkinliklerin bu beceri üzerindeki etkisinin, geçerli ve güvenilir ölçme

araçlarıyla belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla araştırmacılar bilgi işlemsel düşünme becerisini edindirmek veya kavramsal olarak öğretmek amacıyla farklı yaş grupları için farklı disiplinlerde ve farklı bağlamlarda eğitim içerikleri tasarlamışlardır. Kalelioğlu ve arkadaşları (2016) bilgi işlemsel düşünme becerisiyle ilgili inceledikleri 125 araştırmadan yalnızca %16'sının teorik altyapısının bulunduğunu ifade etmektedir. Teorik eksikliklere ek olarak, sıra değerlendirmeye geldiğinde, alanyazında bilgi işlemsel düşünme becerisinin değerlendirilmesiyle ilgili de ciddi sorunların yaşandığı sıklıkla vurgulanmaktadır (Grover ve Pea, 2013; Lockwood ve Mooney, 2017; Shute vd., 2017; Tang vd., 2020). Bu sorun, verilen eğitimlerin objektif sonuçlarının elde edilmesinin önünde engel oluşturmaktadır. Ayrıca, araştırmalar yakından incelendiğinde bazı araştırmaların hazırladıkları öğretim programlarını öneri olarak sunduğu, bazılarının ise, programın tasarımı veya ilgi çekici olması gibi konularda yalnızca görüş aldığı görülmektedir (Tsarava, Moeller, Pinkwart, Butz, Trautwein ve Ninaus, 2017). Bu çerçeveden bakıldığında bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirmeye yönelik mevcut araştırmalardan, bilimsel süreçlere uygun hazırlanan içeriklerin doğrulanmayı, diğerlerinin ise, farklı araştırmacılara ilham verecek tasarımlara dönüşmeyi beklediği söylenebilir.

Bu bölümde, araştırmacıların bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştireceğini düşündükleri eğitimler derlenmiştir. Bu eğitimlerde sıklıkla farklı disiplinlerde senaryolara sahip programlama içeriklerinin tercih edildiği görülmektedir (Hsu vd., 2018). Ruthmann, Heines, Greher, Laidler ve Saulters (2010) içerik önerisi sundukları araştırmalarında, üniversite öğrencilerinin Scratch arayüzünde döngüler, koşullar, diziler gibi programlama bilgilerini kullanarak müzik üretmelerini amaçlamışlardır. Ses dizilerinin oluşturulması için farklı seslerin ve tekrar eden notaların tanımlanmasını, sıralarının düzenlenmesini ve algoritmaların üretilmesini gerektiren sürecin adımlarının hangi bilgi işlemsel düşünme becerisi bileşenine hitap ettiği açıklanmamıştır.

Werner, ve arkadaşları (2012) bireysel ve bir arkadaş eşliğinde (çiftli) oyun programlamanın bilgi işlemsel düşünme becerisini nasıl destekleyebileceğini belirlemek adına Alice© arayüzünde tasarlanmış etkinlikleri kullanmışlardır. Okul sonrası etkinliklere 2 yıl süresince 311 öğrenci katılmıştır. Daha sonra öğrencilerin anlama (görev 1, 2, 3), tasarım (görev 2, 3) ve problem çözme (görev 2) becerilerini kapsayan görevler vererek performans değerlendirmeyi hedeflemişlerdir. Sonuç olarak, yalnızca anlamayı ölçen 1. görevin puanı en yüksek, bütün bileşenleri kapsayan 2. görevin puanı ise en düşük

çıkıştır. Ayrıca çiftli programlama yapan öğrencilerin puanlarının tek başına yapan öğrencilerinkinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Grover (2017) Scratch arayüzü ile hazırlanan görsel programlama eğitiminin öğrencilerin algoritmik düşünme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini değerlendirmek amacıyla bir araştırma gerçekleştirmiştir. Bu araştırma kapsamında eğitimlerin sonunda 7 hafta süresince haftada 4 kez farklı ölçümlerle nitel ve nicel veriler toplanmıştır. 7 ve 8. sınıfta öğrenim gören 28 öğrenciden elde edilen sonuçlar, blok temelli öğrenim gören öğrencilerin bilgilerini metin temelli ölçüm ortamlarına aktarabildiklerini göstermiştir.

Quaye ve Dasuki (2017) bilgisayar bilimleri alanında 15 birinci sınıf öğrencisi ile Alice© programlama ortamında oyun programlatmışlardır. Bu çalışmada, Wing'in (2006) bilgi işlemsel düşünme becerisine dair önemli görülen problem çözme, hata ayıklama, simülasyon, algoritma oluşturma ve iş birliği başlıklarında öğrencilerin görüşleri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, Alice© ile oyun programlamanın öğrencilerin motivasyonunu artırdığı ve bilgi işlemsel düşünme becerisinin belirlenen alt başlıklarını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Rose, Habgood ve Jay (2019) Scratch® arayüzünde tasarlanmış blok temelli bir programlama oyununun bilgi işlemsel düşünme becerisi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 4 hafta süren etkinliklere 91 ilköğretim öğrencisi katılmıştır. Ön-test son-test deneysel desene göre tasarlanmış çalışmada, bilgi işlemsel düşünme becerisi testi sonuçları, deney grubunda yer alan öğrencilerin bu becerilerinin anlamlı ölçüde arttığı, kontrol grubundaki farkın ise istatistiksel olarak anlamsız olduğunu göstermiştir.

Bers, Flannery, Kazakoff ve Sullivan (2014) TangibleK© Robotik programının anaokulu öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerine etkisini incelemişlerdir. Altı dersin yürütüldüğü araştırmada değerlendirme verileri, öğretmenin her ders sonunda görevi tamamladı-tamamlayamadı değerleri arasında likert tipinde yaptığı puanlamalar ve final projesi kullanılarak elde edilmiştir. Veriler hata ayıklama, eşleme, sıralama ve akış kontrol başlıkları altında incelenmiştir. Sonuçlar eşleme, sıralama ve akış kontrolü ile ilgili puanların anlamlı ölçüde artış gösterdiğini ortaya koymuştur.

Atmatzidou ve Demetriadis'in (2016) araştırması Lego™ Mindstorms® eğitsel robotik uygulamalarının etkilerini incelemiştir. Eğitimlere haftada 2 saat, 11 hafta boyunca 15 ve 18 olmak üzere iki ayrı yaş grubundan 164 öğrenci katılmıştır. Sonuçlar, yalnızca 18 yaş grubunun bilgi işlemsel düşünme becerisi toplam skorlarının anlamlı düzeyde arttığını

ortaya koymuřtur. Bilgi iřlemsel dűřűnme becerisi alt boyutlarında incelendięinde ise, soyutlama bileřeni her iki yař grubunda da geliřmemiř, genelleme ve algoritma bileřenleri yalnızca 18 yař grubunda, ayırıştırma ve modűlerlik bileřenleri her iki grupta da anlamlı ۆlçűde yükselme göstermiřtir.

Chen ve arkadaşlarının (2017) arařtırmalarında 5. sınıfta ۆęrenim gۆren 37 ۆęrenciye haftada bir saat olmak űzere altı ay sűreyle robotik eęitimi verilmiřtir. Verilen eęitimin bilgi iřlemsel dűřűnme becerisine olan etkilerini tespit etmek amacıyla çoktan seçmeli testlerle veriler elde edilmiřtir. Yapılan analizler sonucu ۆęrencilerin ۆn-testleri ile son-testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuřtur. Esteve-Mon, Adell-Segura, Nebot, Novella ve Aparicio (2019) űniversite dűzeyinde 118 ۆęrenci ile robotik ve programlama eęitiminin bilgi iřlemsel dűřűnme becerisine etkisini arařtırmıřlardır. MakeyMakey, Arduino kitlerini, Bee-Bots, mBots robotlarını ve Scratch® arayűzűnű kullandıkları eęitimler 7 hafta sűrműřtir. bilgi iřlemsel dűřűnme becerisi testi toplanan verilerin sonuçları, verilen eęitim setinin ۆęrencilerin bilgi iřlemsel dűřűnme becerilerini anlamlı ۆlçűde artırdıęını ortaya koymuřtur.

Figueiredo (2017) ve Lockwood ve Mooney (2017) bilgi iřlemsel dűřűnme becerisini geliřtirmeye yۆnelik tasarlanan eęitimlerde sıklıkla kullanılan programlama, enformatik veya bilgisayar bilimleri içeriklerine sahip farklı araçları ve ortamları derlemiřlerdir. Bunlar; Scratch®, Alice©, Code.org, Khan akademi, CS Unplugged, Tynker, Lightbot, Barefoot, CodeCombat, Kodable, MIT AppInventor, LiveCode, Touch Develop, Blockly, Snap, Greenfoot, Kodu, Cubetto, Bebras, Minecraft, ve Arduino... řeklinde devam etmektedir. Moreno-León, Román-González ve Robles (2018) de eęitimlerde kullanılan teknolojileri i) bilgisayarsız etkinlikler, ii) ok tabanlı gۆrsel ortamlar, iii) blok tabanlı gۆrsel ortamlar, iv) metin tabanlı programlama dilleri ve v) fiziksel dűnya ile baęlantılı etkinlikler olmak űzere beř kategoriye ayırmıřlardır.

Barr ve Stephenson (2011) tarafından bilgi iřlemsel dűřűnme becerisinin temelini oluřturduęunu dűřűndűkleri kavramların bilgisayar bilimleri, matematik, sosyal çalıřmalar, dil bilim gibi farklı disiplinlerdeki ۆęretim programlarına dahil edilmesine iliřkin ۆrnekler sunulmuřtur. Sengupta, Kinnebrew, Basu, Biswas ve Clark (2013) da son yıllarda űzerinde tartıřılan bilgi iřlemsel dűřűnme becerisi bileřenlerinin fen, teknoloji, műhendislik ve matematik eęitimi programında yer almasıyla ilgili gۆrűřlerini ortaya koymuř ve fizik, biyoloji gibi bilimsel konularda bilgi iřlemsel dűřűnme becerisini kazandıracak ۆęrenme ortamlarının geliřtirilmesine yönelik kılavuz ۆnermiřlerdir.

Son olarak yapılan araştırmalara daha geniş bir çerçeveden bakılacak olursa, Hsu ve arkadaşlarının (2018) yaptıkları alanyazın taramasında 2006 ve 2017 yılları arasında yapılmış 120 bilgi işlemsel düşünme becerisi ile ilgili araştırma farklı değişkenler altında ele alınmıştır. Çalışmanın sonuçları bilgi işlemsel düşünme becerisi eğitimlerinde en fazla kullanılan stratejilerin problem temelli, proje temelli, işbirlikli ve oyun temelli öğrenme olduğunu ortaya koymuştur. En fazla tercih edilen öğrenme içeriğı olarak programlamayı, bilgisayar bilimleri, matematik, biyoloji ve robotik takip etmiştir. Kullanılan öğrenme araçlarında ise sırasıyla Scratch®, Alice©, Lego ve MATLAB tercih edildiğı belirlenmiştir. Araştırma grubu olarak sırasıyla ilköğretim öğrencileriyle programlama alanında çalışılırken, üniversite öğrencileriyle bilgisayar bilimleri alanında, oratöğretim öğrencileriyle programlama alanında çalışmaların yapıldığını ortaya koymuştur.

Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Değerlendirilmesi

Alanyazında bilgi işlemsel düşünme becerisinin değerlendirilmesiyle ilgili temel kabul edilen ve bu alanda yapılan çalışmaların birçoğunda değinilen değerlendirme yöntemleri bulunmaktadır. Bu araştırmalar daha detaylı incelenecek olursa, örneğın, Koh, Basawapatna, Benett ve Repenning (2010) bilgi işlemsel düşünme örüntülerinin (Computational thinking pattern analysis-CTPA) belirlenmesi amacıyla oyun tasarımı algoritmalarını farklı değişkenlerde analiz eden bir araç geliştirmişlerdir.

Werner ve arkadaşları (2012) verdikleri eğitimden sonra öğrencilere Alice© programlama arayüzünde tamamlamak üzere üçer görev vermişlerdir. Bu görevler bilgi işlemsel düşünme becerisinin, araştırmacıların belirledikleri üç bileşenini ölçmektedir. Bunlar sırasıyla, anlama (görev 1, 2, 3), tasarım (görev 2, 3) ve problem çözme (görev 2) becerileridir. Bütün görevler birbirleriyle ilişkilidir ve araştırmacılar her görevi 10’ar puan üzerinden rubrik yardımıyla puanlamışlardır.

Brennan ve Resnick (2012) oluşturdukları kavramsal çerçevede yer alan kavramlar, uygulamalar ve perspektifler bazında, proje portfolyo analizi (happyanalysing.com yardımıyla), tasarım senaryoları ve ürün tabanlı görüşme yapılmasını önermişlerdir.

Moreno-Leon ve Robles (2015) tarafından geliştirilen Dr. Scratch®, Scratch® projelerini bilgi işlemsel düşünme becerisini yedi bileşende (akış kontrolü, veri gösterimi, soyutlama,

kullanıcı etkileşimi, seknronizasyon, paralelleştirme, mantık) analiz etmektedir. Her bileşen üç seviyeden oluşmaktadır ve alınabilecek en yüksek puan 21’dir.

González (2015) 28 adet çoktan seçmeli maddeden oluşan bilgi işlemsel düşünme becerisi testi geliştirmiştir. Test maddelerinin içerikleri incelendiğinde Scratch® blokların ve metin tabanlı programlama sorularının kullanıldığı görülmektedir. Bu testin geçerlik ve güvenirliğine ilişkin çalışmalar bulunmaktadır. Kırktan fazla ülkede uygulanan, Türkiye’de Bilge Kunduz olarak bilinen etkinlikler bilgi işlemsel düşünme becerisi değerlendirme yöntemlerinden bir diğeridir. Bu organizasyon tarafından, her yıl katılımcı ülkelerin işbirliğiyle hazırlanan çoktan seçmeli sorular yayımlanmaktadır. Sorular, ön bilgi gerektirmeden 3-4 dakikada çözülebilmektedir. Yapılan çalışmalarda, araştırmacıların verdikleri eğitimlerin bilgi işlemsel düşünme becerisi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla, farklı yıllarda yayımlanmış Bilge Kunduz soruları içerisinden belirledikleri kavramsal çerçevenin bileşenlerine göre, farklı zorluk seviyelerinde sorular seçerek oluşturdukları testleri kullandıkları görülmektedir.

Bilgi işlemsel düşünme becerisinin değerlendirilmesiyle ilgili sistematik alanyazın taramaları bulunmaktadır. Bu araştırmaları incelemek bu becerinin değerlendirilmesinde mevcut durumu görebilmek için faydalı olacaktır. Weinberg (2013) doktora tez çalışmasının bir bölümünde, ortaöğretim öğrencilerine bilgi işlemsel düşünme becerisi öğretimi ve değerlendirilmesiyle ilgili araştırmaları incelemiştir. Bulgular, en fazla kullanılan veri toplama yöntemlerinin sırasıyla anketler, ders notları, öğretmen veya araştırmacıların hazırladıkları testler, öğrenci çalışmaları, görüşme ve gözlem olduğunu ortaya koymuştur.

De Araujo, Andrade ve Guerrero (2016) bilgi işlemsel düşünme becerisinin değerlendirilmesiyle ilgili sistematik literatür taraması yapmışlardır. Ulaştıkları 27 araştırmanın analiz sonuçları, bilgi işlemsel düşünme becerisinin ölçülmesi amacıyla en fazla, öğrencilerin ürettikleri kodların incelenmesi ve çoktan seçmeli soruların kullanıldığını göstermiştir. En fazla değerlendirilen bilgi işlemsel düşünme becerisi bileşenleri ise, problem çözme, algoritmalar ve soyutlama olarak sıralanmıştır.

Tosik-Gün ve Güyer (2019) birbirinden farklı değerlendirme yöntemlerini kullanan 47 araştırmayı belirlemiş ve bu araştırmaları i) değerlendirilen bileşenler, ii) veri toplama yöntemi, iii) veri toplama aracının içeriği, iv) geçerlik ve güvenirlik başlıklarında

incelemişlerdir. Çalışmaların analiz başlıkları ve elde edilen bulgular görülme sıklıklarına göre tablo 3’te özetlenmiştir.

Tablo 3

Sistemik Alanyazın Taraması Bulguları

Analiz Başlığı	Bulgu
Değerlendirilen Bileşen	Soyutlama, algoritmik düşünme, ayrıştırma, test etme ve hata ayıklama, veri okuryazarlığı, sıralama, akış kontrol yapıları, mantıksal düşünme, paralelleştirme, otomasyon, örüntü tanıma, modelleme, işlevsel yapılar, genelleme, değişkenler, problem çözme becerisi
Veri toplama yöntemi	Görev, çoktan seçmeli soru, proje, açık uçlu soru, görüşme (geleneksel, sesli düşünme, ürün tabanlı, tasarım senaryosu, etkileşimli), sistem kayıtları, gözlem, anket
Veri toplama aracının içeriği	Programlama (geleneksel, oyun, robotik), algı/tutum, matematik, günlük hayat, genel yetenek, standartlaştırılmış psikolojik testler, bilgisayar bilimleri, bilim
Geçerlik ve güvenilirlik	2 yöntemin geçerlik, 2 yöntemin güvenilirlik, 6 yöntemin hem geçerlik hem güvenilirlik çalışması

Tablo 3’te görüldüğü gibi bilgi işlemsel düşünme becerisi hakkında ayrıntılı bilgiler elde etmek amacıyla görüşmeler uygulanmaktadır. Yapılan görüşmeler incelendiğinde kullanılan tekniklerin farklılaştığı görülmektedir. Örneğin, “ürün tabanlı görüşme” tekniğinde, öğrencilerin kendi oluşturdukları ürünler üzerinde hem kullandıkları teknik bilgiler, hem de bütün süreç hakkında sorular sorulmaktadır (Brennan ve Resnick, 2012). Ayrıca, görüşme esnasında problem durumlarının veya görevlerin verildiği “tasarım senaryoları”, çözüm sürecinde öğrencilerin düşündükleri herşeyi sesli olarak ifade ettikleri “sesli düşünme” ve araştırmacıların verilen cevapları daha açıklayıcı hale getirmek amacıyla sorular sordukları “etkileşimli görüşme” kullanılan diğer görüşme teknikleridir (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016; Brennan ve Resnick, 2012; Games ve Kane, 2012)

Diğer bir bulgu, bilgi işlemsel düşünme becerisiyle ilgili görev, proje, görüşme, açık uçlu sorulardan elde edilen bilgilerin analizi için rubriklerin sıklıkla kullanılmasıdır (Bilbao, Bravo, Garcia, Varela ve Rebollar, 2017; Werner vd., 2012; Yeh, Xie ve Ke, 2011). Alanyazında yer alan rubrikler genellikle kullanılan ortamın özelliklerini de içermektedir (Grover vd., 2017). Örneğin; Alice© ortamında tamamlanan görevlerin, yine Alice© özelliklerini de kapsayacak şekilde değerlendirilmesi. Bu noktada, Ling, Saibin, Naharu, Labadin ve Aziz (2018) herhangi bir programlama ortamına bağlı kalmaksızın bilgi

işlemsel düşünme becerisi bileşenlerine göre bir puanlamanın yapılabilmesi için geliştirdikleri rubrik, yaşanan sınırlılıkları ortadan kaldırma açısından faydalı görülmektedir.

Tang ve arkadaşları (2020) seçtikleri 96 araştırmada kullanılan bilgi işlemsel düşünme becerisini değerlendirme yöntemlerini incelemişlerdir. Bulgularda, veri toplama yöntemi olarak en fazla geleneksel testler, portfolyo, görüşme ve anketlerin kullanıldığı, bu araçların yoğunlukla programlama,-bilgisayar bilimleri ve robotik-oyun tasarımı içeriklerine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, hedef kitle olarak sırasıyla ilköğretim, ortaöğretim, lise, üniversite ve öğretmenlerle hazırlanan değerlendirme yöntemlerinin uygulandığı belirlenmiştir.

Araştırmalarda kullanılan veri toplama ve analiz yöntemlerinin güçlü yönleri bulunmasına karşın, bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Ürün tabanlı görüşmeler, öğrencilerin ürünü oluştururken yaşadıkları süreci ortaya koymaya elverişli olmasına rağmen, çok zaman gerektirmesi ve sürecin yeterince hatırlanmamasına bağlı eksik bilgi sağlaması gibi sınırlılıkları bulunmaktadır. Tasarım senaryolarında ise, öğrencilere verilen problemler veya senaryoların çözümü esnasında incelemeler yapıldığı için ürün tabanlı görüşmelerde yaşanan hafızayla ilgili sınırlılık giderilebilmektedir. Bu yöntemde de senaryoların veya problemlerin ilgi çekici olmaması durumunda öğrenci isteksizlik yaşayabilmekte veya belirli bir aşamada çıkış yolu bulamaması durumunda sürecin tıkanması söz konusudur. Ayrıca, tasarım senaryolarının uygulanması fazla zaman gerektirmektedir (Brennan ve Resnick, 2012). Romero, Lepage ve Lille (2017) Dr. Scratch®'in tekrarlanan ve çalışmayan kodların belirlenmesinde etkili fakat, bilgi işlemsel düşünme becerisinin ölçülmesinde yeterli olmadığını vurgulamışlardır. Sebep olarak Scratch® ile oluşturulmuş bir projenin uygun bloklarla hazırlanmasına karşın kullanışsız olmasının Dr. Scratch® ile tespit edilmesinin güçlüğüne göstermişlerdir. Happyanalyzing.com öğrencilerin gelişen portfolyolarının incelenmesinde kullanışlı olmasına rağmen süreç hakkında bilgi vermemektedir. Ayrıca öğrenciler projelerini yaparken yardım almış veya başkalarından etkilenmiş olabilir, bu araç öğrencilerin bireysel olarak ne yapabildiklerinin ortaya çıkarılmasında yeterli görülmemektedir. Grover (2015) bilgi işlemsel düşünme becerisinin birbirinin sınırlılıklarını ortadan kaldıran, birden fazla veri toplama yönteminin kullanıldığı “değerlendirmeler sistemi” ile ölçülmesinin mümkün olabileceğinden bahsetmektedir. Yapılan tarama çalışmalarında Tosik-Gün ve Güyer (2019) inceledikleri araştırmaların

%51'inin, Tang ve arkadaşları (2020) ise, %68'inin tek bir veri toplama yöntemiyle veri topladıklarını ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirmek amacıyla verilen eğitimlerin gerçek etkilerinin tespit edilebilmesi için geçerli ve güvenilir ölçme araçları gerekmektedir. bilgi işlemsel düşünme becerisini ölçmek amacıyla birçok yöntem kullanılmasına rağmen, sınırlı sayıda ölçme aracına ait geçerlik ve güvenirlik çalışmalarının bulunduğu görülmektedir (Bati, Yetişir, Çalışkan, Güneş ve Gül Saçan, 2018; Chen vd., 2017; Korkmaz vd., 2017; Pérez-Marín, Hijón-Neira, Bacelo ve Pizarro, 2018). Bu alanda yaşanan eksikliğe vurgu yapan birçok çalışma mevcuttur (Rose, 2019; Tang vd., 2020; Tosik-Gün ve Güyer, 2019). Alanyazında yer alan çalışmalara bakıldığında, bilgi işlemsel düşünme becerisinin değerlendirilmesinin henüz olgunlaşma döneminde olduğu, araştırmalarda kullanılan yöntemlerin öneri boyutunda kaldığı (Grover ve Pea, 2013; Lockwood ve Mooney, 2017; Shute vd., 2017; Tang vd., 2020) ve bu becerinin değerlendirilebilmesi için farklı yaklaşımların birleştirildiği, geçerli ve güvenilir ölçme yöntemlerine duyulan ihtiyacın devam ettiği görülmektedir.

Soyutlama Becerisi

Soyutlama, çok yönlü, karmaşık ve geçmişi 1796 yılına ait kaynaklara kadar uzanan eski bir kavramdır (Von Glasersfeld ve Richards'dan aktaran Mitchelmore ve White, 1995). Psikoloji, dil, sanat gibi farklı disiplinlerde de kullanılmasına karşın hepsinin ortak felsefesi objeden elde edilen, daha sonra objeden sıyrılan fikirlere dayanmaktadır. Bu kavrama ait şu tanımlamalar yapılmaktadır:

- Bilgisayar bilimleri - Örüntüleri tanıma, örneklerden yola çıkarak genellemeler yapma, gereksiz detaylar gizlenerek bir grup varlığın ortak ve gerekli özelliklerinin yakalanması (Wing,2006)
- Bilgisayar bilimleri - Spesifik örneklerin genelleştirilmesi, gerekli bileşenlerin belirlenmesi, gereksiz detayların atılması (Muller ve Haberman, 2008)
- Bilgisayar bilimleri – Sorunları veya karmaşık yapıları araştırmak, tanımlamak ve planlamak için en sık kullanılan yöntem (Sabitzer ve Pasterk, 2015)

- Matematik - Farklılıkların filtrelenmesi, benzerliklerin farkına varılması, bu benzerlikleri barındıran kavramı tanıtmak, bu kavramın kendi başına bir nesneye dönüşmesi, şeyleşmesi (reification) (Mitchelmore ve White, 1995)
- Matematik - Belirli özellikleri bir nesneden ayırma işlemi ve bu özelliklere isim verme (Sierpinska, 1994)
- Psikoloji - Somut-soyut kavramları arasındaki geçişte yaşanan zihinsel süreçler, belirli bir varlıktan alınan fikirlerin, aynı türün bütün üyeleri için genellenmesi (Locke, 1979)
- Psikoloji - Algılanan varyasyonun ortak noktalarının fark derecelerini ayırt etme noktasından, bu fark algısının yeni zihin durumuna dönüşmesi arasında yaşanan bilişsel süreç (Livingston, 1998)
- Sanat - Bir sanatçının eserlerini oluştururken soyutlama yaptığı iddiası bir şeyin özünü çıkardığı anlamına gelmektedir. Sanatçının bir objenin veya sahnenin her şeyini atarak özüne varmakta yani evrensel özelliklerini ortaya çıkarmaktadır (Morgan, 1994)

Yapılan tanımlamalar incelendiğinde soyutlamanın, farklı eylemleri barındıran bir süreç olduğu görülmektedir. Skemp (1986) soyutlama süreciyle sonucunun birbirinden ayrılması gerektiğine dikkat çekmektedir. Yani, soyutlama yapmanın (abstracting) sonunda son ürün olarak sadeleştirilmiş soyutlamaların (abstraction) elde edildiğinden bahsetmektedir. Ferrari (2003) bu süreci işlemlerden (process) kavramlara (concept), Mitchelmore (2002) ise, bağlamlardan (context) kavramlara (concept) dönüşüm olarak ifade etmektedir. Bu dönüşümü Dubinsky (1991) enkapsülasyon, Sfard ve Linchevski (1994) şeyleşme (reification) olarak isimlendirmektedir. Daha anlaşılır hale getirmek gerekirse, örneğin; soyutlama yapma sürecinde (abstracting) aritmetik saymayı bir elma, iki elma, bir kalem, iki kalem şeklinde “işlem adımları” olarak öğreniriz, bir süre sonra sayılar kendi başlarına “kavramlara” dönüşür, yani şeyleşir ve soyutlamalara (abstraction) ulaşmış oluruz (Ferrari, 2003).

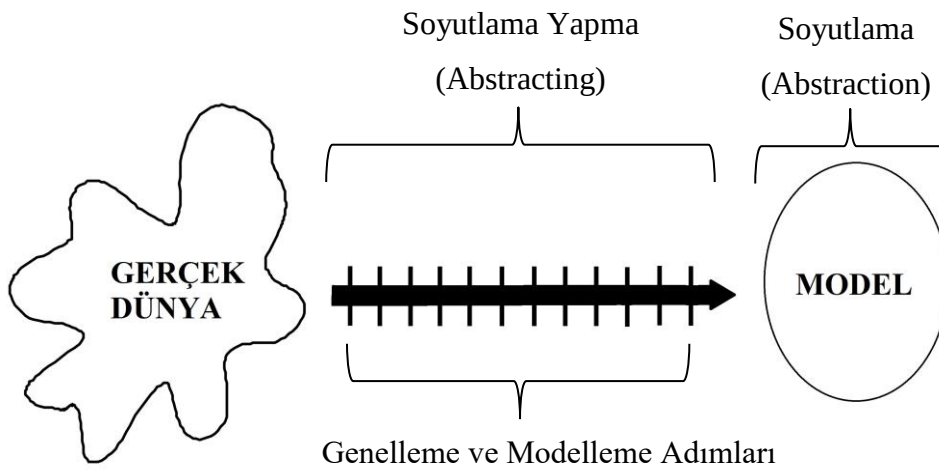
Sürecin sonunda ulaşılan, şeyleşen kavramlar spesifik özellikleri indirgemiş olmasına rağmen detayın bütün özelliklerini barındırmaktadır (Dubinsky, 1991; Ferrari, 2003). Şöyle ki, farklı geometrik şekilleri inceleme sürecinin sonunda kare, üçgen, dikdörtgen gibi genellenmiş kavramlara ulaşılmıştır ve dört kenarı bulunması, bu kenarların eşit uzunlukta

olması, iç açıları toplamının 360 derece olması gibi özellikleri indirgenmiş olarak kullanılan “kare” kavramı detayda bahsedilen bütün özellikleri bünyesinde taşır.

Soyutlama kavramının tanımları ve genel yapısına dair yapılan açıklamaların bilişsel düzeyde olduğu görülmektedir. Yani, bir kişide bu becerinin varlığını gözlemlemeye dair yeterince ipucu vermemektedir. Tanımlamalardan yola çıkarak bir öğrenciye veri setinden probleme uygun verileri seçmesi, gereksizleri elemesi, benzerlikleri (örüntü) tanınması gibi görevler vererek soyutlama becerisini gözlemlediğimizi söylersek, soyutlama gibi zeka göstergesi sayılan (Jensen, 1980; Johnson ve Christensen, 2014; Ohlsson ve Lehtinen, 1997) kompleks yapıya sahip bir beceri için oldukça basit seviyede kalacaktır (Lowe ve Brophy, 2017).

Söz konusu bireyin soyutlama becerisini kullandığı süreçler olduğunda, genelleme ve modelleme kavramlarıyla karşılaşılmaktadır. Soyutlama, genelleme ve modelleme kavramları birbirlerine girişik bir yapı oluşturmaktadır ve bu kavramları birbirlerinden keskin çizgilerle ayırmak mümkün değildir (Denning, 2007; Hill, Houle, Merritt ve Stix, 2008; Kramer, 2007; Sabitzer ve Pasterk, 2015). Temel olarak bu karmaşık yapıda şöyle bir işleyiş görülmektedir. Soyutlama bir beceridir ve bütün becerilerde olduğu gibi kendi alanına hitap eden durumlarda kullanılır. Genelleme ve modelleme ise, problemin çözümüne yönelik işlem adımları olan süreçlerdir ve iki sürecin de ihtiyaç duyduğu temel beceri soyutlamadır (Barker, 2005; Karataş ve Güven, 2010; Kramer, 2007; Kramer, 2008). Mitchelmore (2002) genelleme ve soyutlama arasındaki ilişkinin yakınlığından dolayı alanyazında bu kavramların birbirinin yerine dahi kullanıldığını belirtmektedir. Barker (2005) soyutlamaların modellemeler yoluyla ve genellemeler yoluyla yapıldığını açıklamaktadır. Kramer (2008) soyutlama ve modellemenin birbirini tamamlayıcı bir ortaklığa sahip olduğunu, modellemenin ihtiyaç duyduğu temel becerinin soyutlama olduğunu ve modellemenin soyutlama becerisinin pratiğinin yapılmasında sağlam bir araç olduğunu vurgulamaktadır. Dreyfus (2002) da karmaşıklığın yönetilmesinde modellemenin çok güçlü bir sürece sahip olduğunu ifade etmektedir. Genelleme kavramının modelleme tanımlarında sıklıkla geçtiği görülmektedir. Modellemeler yoluyla yeniden kullanmaya elverişli ve genellenebilir çözümlere ulaşmaya çalışılmaktadır. Basit bir örnekle, A sayısı ile B sayısı arasında kaç sayının olduğunu belirlemek için modelleme süreci başlatılır ve 4 ile 7 gibi daha küçük sayılarla çalışılır. 4 ile 7 arasındaki sayı adedinin 7-4-1 olduğunun fark edilmesiyle A ve B sayıları için B-A-1 genellemesine ulaşılır. Sonuç olarak genellemeye varmak için modelleme süreci başlatılabilir veya modelleme yaparken

genellemelerin yardımıyla modelleme adımlarına devam edilebilir ve genelleme süreç içerisinde kullanılmış olur. Nihai olarak ulaşılan model veya çözümler ise, genellenmiş çözümlerdir (Olkun, Şahin, Akkurt, Dikkartin ve Gülbağcı, 2009). Sonuç olarak, birey genelleme ve modelleme adımlarının her birinde farklı tür soyutlamalar yaparak (ayrıştırma, sadeleştirme, benzerlik tanıma, gerçek dünyayla ilişik kesme, sembolizasyon, temsil etme, genelleme...gb) problemin çözümüne katkı sağlamaktadır. Soyutlama, genelleme ve modelleme kavramlarının genel yapısı araştırmacı tarafından oluşturulan şekil 1’de şematize edilmiştir



Şekil 1. Soyutlama, Genelleme ve Modelleme Kavramlarının İşleyiş Yapısı

Bireyin modelleme ve genelleme süreçlerinde soyutlama becerisini ortaya koyması nedeniyle bu araştırmada modelleme ve genelleme kavramlarının işlem adımları soyutlama becerisi göstergeleri olarak kabul edilmiştir. Soyutlama becerisiyle ilgili yapılan incelemelerden sonra ulaşılan bütün kavramlar şu altı maddeyle özetlenebilir:

1. Kavramların gerçek dünya ile bağlantısını keserek soyut hale getirilmesi
2. Problemi küçük parçalara ayırarak karmaşıklığın giderilmesi (ayrıştırma)
3. Gerekli bilgilerin seçilip, gereksizlerin atılması (sadeleştirme)
4. Benzerliklerin ve farklılıkların belirlenmesi (örüntü tanıma)
5. Belirli bir durumdan yola çıkarak daha genel sonuçlara varılması (genelleme)
6. Karmaşık problemlerin veya durumların daha soyut ve daha basit modellerinin oluşturulması (modelleme)

Bu kavramlardan ayrıştırma, sadeleştirme ve örüntü tanıma, genelleme ve modelleme süreçlerinin içerisinde mevcut olmasına rağmen, bazı araştırmalarda soyutlamadan ayrı bir

başlık olarak ele alındığı görülmektedir. Bütün kavramların soyutlama, modelleme ve genelleme yapısı içerisindeki yerini açıklamadan önce, bu kavramlara şekil 1’de de gösterilen yapıya benzer şekilde yer veren çalışmalar tablo 4’te derlenmiştir.

Tablo 4

Soyutlama Becerisini Modelleme ve Genelleme Süreçlerinde Kullanan Araştırmalar

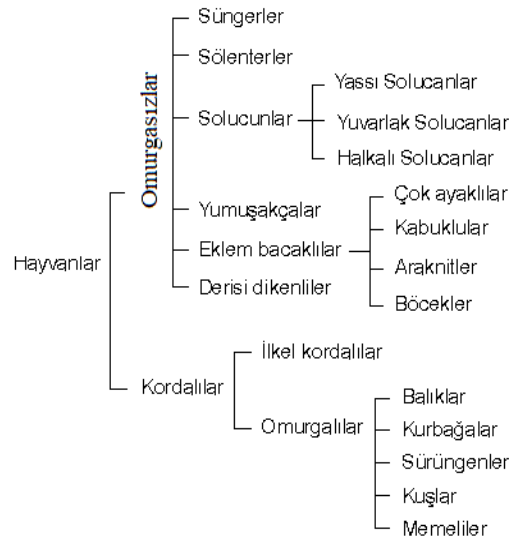
	Araştırma
Sadeleştirme	Barker, 2005; Kramer, 2007; Muller ve Haberman, 2008; Son, Smith ve Goldstone, 2008; Sabitzer ve Pasterk, 2015; Atmatzidou ve Demetriadis, 2016; Basogain vd., 2016; Lowe ve Brophy, 2017
Ayrıştırma	Anderson, Sheffler ve Ward, 1991; Wing, 2008; Computing at School, 2012; Basogain vd., 2016; Turchi ve Malizia, 2016; Computational Thinker, 2017; Lowe ve Brophy, 2017; Rose, 2019
Örüntü	Bellman, Kalaba ve Zadeh, 1966; Mitchelmore, 2002; Wing, 2008; Kramer, 2007; Muller ve Haberman, 2008; Grover ve Pea, 2013; Atmatzidou ve Demetriadis, 2016; Cross, Hamnerr, Zito ve Nourbakhsh, 2016; Lowe ve Brophy, 2017; Rose, 2019
Modelleme	Barker, 2005; Kramer, 2008; Wing, 2008; Computing at School, 2012; Dede, Mishra ve Voogt, 2013; Grover ve Pea, 2013; Voogt, Fisser, Good, Mishra ve Yadav, 2015; Sabitzer ve Pasterk, 2015; Cross vd., 2016; Sullivan ve Heffernan, 2016; Yadav, Hong ve Stephenson, 2016; Computational Thinker, 2017;
Genelleme	Bellman vd., 1966; Harel ve Tall, 1991; Mitchelmore, 2002; Ferrari, 2003; Barker, 2005; Muller ve Haberman, 2008; Wing, 2008; Computing at School, 2012; Grover ve Pea, 2013; Sabitzer ve Pasterk, 2015; Yadav vd., 2016; Computational Thinker, 2017; Lowe ve Brophy, 2017; Rose, 2019

Tablo 4’te görülen örüntü tanıma, genelleme sürecinde, sadeleştirme ve ayrıştırma modelleme sürecinde yer almaktadır. Genelleme ve modelleme başlıklarında bu kavramların ne olduğu, soyutlamayla olan ilişkisi ve örüntü tanıma, sadeleştirme, ayrıştırmayı kapsama durumları detaylı olarak açıklanmaktadır.

Genelleme

Genelleme, belirli durumlardan çıkarımlarla elde edilen daha genel kavramlardır (Wing, 2008). Bu süreçte düzensiz olan veriler belirli kurallara göre özetlenerek detaylardan arındırılmış ve karmaşıklıktan kurtulmuş hale getirilmektedir. (Computing at School, 2012). Başka bir ifadeyle soyutlaştırılmaktadır. Doğru genellemelerin yapılabilmesi için benzerliklerin keşfedilmesi ve spesifik örneklerin özelliklerinin soyutlanması gerekmektedir (Son vd., 2008). Barker (2005) yeterince detay gizlenirse, çok çeşitli özel

durumlar için uygulanabilecek genellemelere ulaşılabileceğini belirtmektedir. Örnek olarak, hücre zarı, mitokondri ve çekirdeki gibi ortak bulunan organeller kalacak şekilde soyutlanmış bir hücre genellemesini vermektedir. Bu genellemenin kas, sinir veya kan hücresi gibi daha spesifik hücre tiplerinde de uygulanabileceğinden bahsetmektedir. Başka bir örnekle, şekil 2’de de gösterilen kedi-memeliler-omurgalılar-kordalılar-hayvanlar hiyerarşisinde yapılan genellemeler, kediden itibaren her seviyede spesifik özelliklerin biraz daha uzaklaştırılmasıyla elde edilmektedir ve her sınıf, bireyleri arasındaki benzerliklerin fark edilmesiyle oluşturulmaktadır.



Şekil 2. Genelleme Örneği Olarak Hayvanlar Âlemi Sınıflaması

Csizmadia vd., (2015) genellemeyi, önceki deneyimlerden veya önceki çözümlerden yararlanarak bir çeşit hızlı problem çözme yolu veya benzerlikleri, ilişkileri, örüntüleri tanıma ve bu özelliklerden faydalanma olarak tanımlamaktadır. Benzerlikleri fark etme ve örüntü tanıma genellemenin ilk basamağı olarak görülmektedir (NCTM, 2000; Orton ve Orton, 1999). Örüntü; sayı, şekil veya seslerin belirli bir düzende dizilmesidir (Tanışlı ve Özdaş, 2009). Alanyazın incelendiğinde farklı örüntü tiplerinin olduğu fark edilmektedir. Olkun ve Yeşildere (2007) tekrarlanan ve değişen örüntülerden bahsetmektedir. Örüntüler sayısal, geometrik, somut veya figür gibi farklı bağlamlarda da sunulabilmektedir (Barbosa, Vale ve Palhares, 2009). Gardner (1993) bazı bireylerin örüntüleri uzamsal veya görsel, bazı bireylerin ise mantıksal veya analitik olarak yakalayabildiklerine ifade etmektedir.

Genelleme yapmanın ilk basamağı olan örüntülerin farklı türlerinin bulunmasının yanı sıra araştırmacılar genellemelerin de farklı seviyelerde görülebileceğini belirtmişlerdir. Örneğin, Garcia-Cruz ve Martinon (1998) üç seviyeye ayırmışlardır. Bunlar; prosedürel aktiviteler, prosedürel anlama (yerel genelleme) ve kavramsal anlama (evrensel genellemedir). Birinci seviyede öğrenciler birinci derece doğrusal örüntülerin sabit farkları belirler fakat kuralları bulamaz genelleyemezler. İkinci seviyede verilen soru üzerinde şekil veya sayılar üzerinde örüntüleri yakalayabilirler. Üçüncü seviyede ise; terimler arası kuralı yansıtan ifadelerle genellemeler yapabilirler. Ellis (2007), genelleme eylemleri ve refleksiyon genellemeleri olarak ikiye ayırmaktadır. Genelleme eylemleri, bireylerin hareketleri ve konuşmalarından çıkarılan bilişsel davranışlardır. İlişkilendirme, araştırma ve genişletme olarak üç alt başlığı bulunmaktadır. Refleksiyon genellemeleri, bireylerin örüntüyü, ortak özellikleri veya ilişkileri açıklamak için kullandıkları ifadelerdir. Belirleme veya açıklama, tanımlama ve etki olmak üzere üç alt başlığa sahiptir. Harel ve Tall (1991) genellemeyi ikiye ayırmaktadır. Bunlar; Piaget (1952)'ye benzer şekilde geniş (expansive) genelleme ve yeniden yapıcı (reconstructive) genellemedir. Birey bir durumu mevcut zihinsel şemalarından biriyle genelliyorsa geniş, genelleme yapmak için yeni bir zihinsel şema oluşturuyorsa yeniden yapıcı genelleme yapıyor demektir. Stacey (1989) ise; bir dizinin yakın terimindeki değere sayma, çizme yoluyla ulaşılmasını yakına genelleme, dizinin her terimi için geçerli olacak kuralın belirlenmesini uzağa genelleme başlığında ele almaktadır.

Bireyin genelleme sürecini bilişsel olarak nasıl yapılandığıyla ilgili yapılan açıklamaların yanı sıra Radford (2008) bu sürecin gözlemlenebilir adımlarını oluşturmaya çalışmıştır. Radford'a göre birey, bir dizinin bütün değil belirli elemanları arasındaki ilişkiye odaklanıyorsa aritmetik genelleme, bütün elemanlarıyla ilgileniyor ve genel kuralı cebirsel olarak ifade etmeye çalışıyorsa cebirsel genelleme yapmaktadır. Cebirsel genelleme süreci şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Cebirsel Genelleme. Radford, L. (2008). Iconicity and contraction: A Semiotic investigation of forms of algebraic generalizations of patterns in different contexts. *ZD Mathematics Education*, 40, 83-96.

Şekil 3'ün ilk üç adımı aritmetik genellemeyi, son adımın eklenmesi ile şeklin tamamı cebirsel genellemeyi ifade etmektedir. Radford ilk adımdan son adıma, ara adımlar olmaksızın geçilmesini, doğrulama olmadığı için hatalara imkân verdiğinden dolayı olgunlaşmamış tümevarım olarak ifade etmektedir. Cebirsel genelleme adımlarını kullanarak öğrencilerin genelleme süreçlerini inceleyen birçok araştırma bulunmaktadır.

Bu araştırmalara yakından bakıldığında öğrencileri cebirsel genelleme sürecine göre izleyebilmek için gözlem ve görüşme tekniklerini kullandıkları görülmektedir (Barbosa vd., 2009; Rivera, 2010; Tanışlı ve Özdaş, 2009; Zazkis ve Liljedahl, 2002). Bu araştırma deneysel desene göre kurgulanmıştır ve daha fazla kişiden veri toplanmasına imkân veren çoktan seçmeli soruların kullanılmasına karar verilmiştir. Fakat bu yöntem, kabul gören cebirsel genelleme sürecinin üçüncü adım gibi bazı adımların değerlendirilmesine imkân vermemektedir. Sonuç olarak Stacey'e (1989) göre, öğrencilerin yakın hedef sorularında, verilen dizideki benzerlikleri fark edip etmedikleri, uzak hedefte ise, P_n ifadesini oluşturup oluşturamadıkları kontrol edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan genelleme seviyeleri Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 5

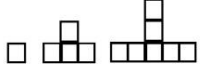
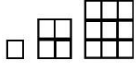
Araştırmada Kullanılan Genelleme Seviyeleri

Yakına genelleme	Dizinin yakın terimlerine, sayma, çizme gibi yöntemlerle ulaşma
	Örnek: $P_1 P_2 P_3 P_4$ dizisinde P_{10} 'u bulma
Uzağa genelleme	Dizinin her terimi için geçerli olacak genel kuralı bulma
	Örnek: $P_1 P_2 P_3 P_4$ dizisinde P_{1000} 'i bulma

Bu çalışmada bir dizinin yakın veya uzak hedefindeki terimin belirlenmesine yönelik hazırlanan sorular, farklı tür örüntülere sahip olacak şekilde planlanmıştır. Olkun ve Yeşildere'nin (2007) ifade ettiği ve tablo 6'da açıklanan örüntü türlerinden yalnızca “diğer” kategorisinin uzak hedef sorularına ilişkin 2 uzman, araştırmanın çalışma grubunu oluşturan 8. sınıf düzeyi için zor olacağını ifade etmiştir. Bu nedenle “diğer” örüntü türüyle ilgili yalnızca yakın hedef sorusu hazırlanmıştır.

Tablo 6

Araştırmada Kullanılan Örüntü Tipleri

* Örüntü (tekrarlanan)	Belirli bir dizilimin sırayla birbirini takip etmesi
	Nümerik örnek: ABCABC Sembolik örnek: ☆△○☆△○
*Örüntü (sabit değişen) ($ax \pm b$)	Bir sonraki terime aynı miktarda ekleme veya çıkarma yapılması
	Nümerik örnek: 3 9 15 21 ... Sembolik örnek: 
*Örüntü (artarak değişen) ($ax^2 \pm bx \pm c$)	İlerleyen terimlerle beraber farkların da artış veya azalış göstermesi
	Nümerik örnek: 8 16 32 64 ... Sembolik örnek: 
* Örüntü (diğer)	Sabit veya artan değişimler olmasa da, bir düzeni takip etmesi
	Örnek: 1 2 3 5 8 13

*Örüntü tanıma kavramı genelleme sürecinin ilk koşulunu oluşturmaktadır.

Örüntü genelleme çalışmaları incelendiğinde, öğrencilerin genelleme yapma süreçlerinde hangi kural bulma stratejilerini kullandıklarını belirlemeye odaklanan nitel araştırmaların çoğunlukta olduğu görülmektedir (Yeşildere-İmre, Akkoç ve Baştürk-Şahin, 2017). Yakut-Çayır (2013) farklı araştırmaların sonuçlarına göre öğrencilerin genelleme süreçlerinde oran, yinelemeli, fark ile çarpma, tahmin etme, ilişkileri arama stratejilerini kullandıklarını ifade etmektedir. Ayrıca, örüntü genelleme problemlerinin, öğrencileri cebirsel düşünmeye yönlendirilmesi ve sembolize etme becerilerinin ortaya çıkarılmasında oldukça etkili olduğunu gösteren birçok araştırma sunmaktadır. Steele (2008) de 7. sınıfta öğrenim gören ve öğretmenleri tarafından başarılı görülen 8 öğrencinin örüntü genelleme problemleriyle çalışırken örüntü tanımada ve genelleme becerilerinde gelişme gözlemlediğini açıklamaktadır.

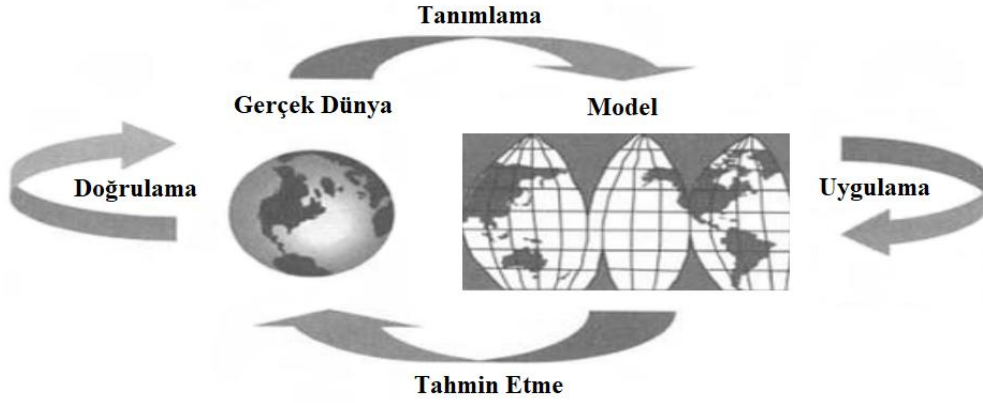
English ve Warren (1995) öğrencilerin bu problemleri çözerken örüntü bulmakta değil, cebirsel ifadeleri oluşturmakta zorlandıklarını belirtmektedir. Bu sonuca benzer olarak, Barbosa ve arkadaşlarının (2009) çalışmasında 6. sınıf öğrencileriyle yaptıkları araştırmalarında yakına genelleme başarılarının uzağa genelleme başarılarından daha yüksek olduğu ortaya koyulmaktadır. Tanışlı ve Özdaş (2009) da 5. Sınıf öğrencilerinin genelleme stratejilerine dair elde ettikleri bulguların yanı sıra öğrencilerin uzağa genelleme yaparken zorlandıklarını ifade etmektedirler.

Alanyazında örüntü genelleme araştırmalarından elde edilen diğerk bir bulgu, öğrencilerin genelleme başarıları ile öğrenim gördükleri eğitim seviyesinin paralellik göstermesidir. Jurdak ve El Mouhayar'ın (2014) araştırmasında da 4. sınıftan 11. sınıfa kadar bütün seviyelerdeki öğrencilerin genelleme becerileri incelenmiş ve bu becerinin giderek yükseldiğı sonucuna ulaşılmıştır. Lin ve Yang (2004) 7. ve 8. sınıfta öğrenim gören öğrencilerle yaptıkları araştırmalarında, her iki grubun da artarak değışen örüntüleri tanımakta daha başarılı oldukları ve 8. sınıftaki öğrencilerin genelleme başarılarının 7. sınıftakilere göre daha yüksek olduğı ortaya koyulmuştur. İlköğretim birinci ve ikinci kademedeki öğrencilerle çalışan Stacey (1989) de benzer bulgulara ulaşmasının yanı sıra birinci kademedeki öğrencilerin genelleme yapmaktan kaçındıklarına ve isteksiz olduklarına dair gözlemlerini de aktarmıştır.

Modelleme

Lesh ve Doerr (2003) model kavramını “öğeler, ilişkiler, operasyonlar ve kurallardan oluşan, gösterim sistemleri kullanılarak ifade edilen ve diğerk sistemlerin davranışlarını oluşturmak, tanımlamak veya açıklamak için kullanılan kavramsal sistemler” olarak tanımlamaktadır. Araştırmacılar, mimari modellerden, biyolojik simülasyonlara, oyuncak arabalardan, moda kalıplarına kadar kullanım alanı oldukça geniş olan modelleri, fiziksel yapılarına, kullanım alanlarına ve işleyişlerine göre, somut, soyut, ölçeklendirme, teorik, matematiksel, zihinsel, simülasyon...vb farklı sınıflamalar yapmışlardır (Harrison ve Treagust, 2000). Modellerin bir diğerk önemli özelliğı, gerçeğink yeterli seviyede sadeleştirmiş temsilleri olmalarıdır. Modellerde detay arttıkça gerçeklik gelişirken, karmaşıklık artar ki, bu durum analizleri de karmaşıklştırır. Diğerk taraftan modelin fazla sade olması da, gerçek dünya için geçerli sonuçlar üretmesini engelleyebilir (Lingefjård, 2004).

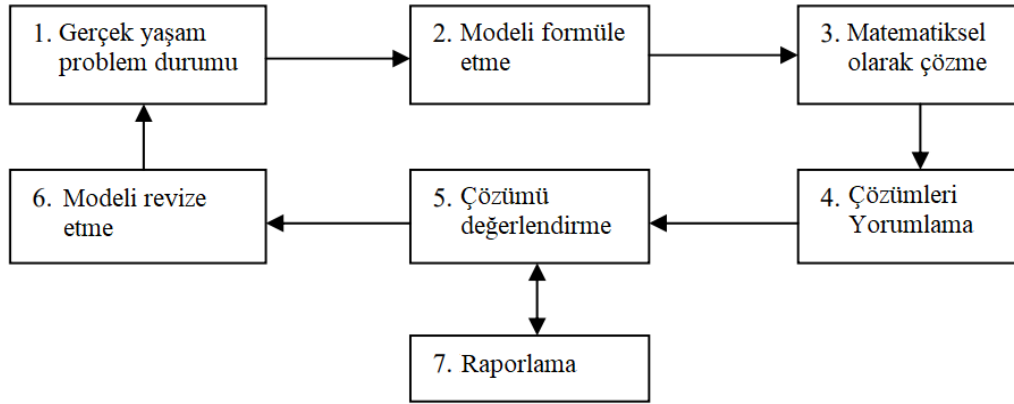
Modelleme ise, yalnızca model üretme süreci değilk, modelleri kullanarak ve yorumlayarak durumları ve olayları açıklamaya çalışma sürecidir (Bukova-Güzel, 2016). Lingefjård (2004) bütün modelleme eylemlerinin iki ortak yönünün bulunduğunu belirtmektedir. Bunlar; modellerin aslında i) bir gerçekliğink üzerinde düşünmek veya onu tanıtmak, ii) gerçekliğı az ya da çok idealleştirmek veya basitleştirmek amacıyla kurgulanmalarıdır. Lesh ve Doerr (2003) modelleme sürecinin gerçek dünya ile model arasında şekil 4'te görüldüğü gibi dört aşamalı bir döngüye sahip olduğunu açıklamaktadır.



Şekil 4. Modelleme Döngüsünün Aşamaları. Lesh , R.A., & Doerr, H. (2003). Foundations of model and modeling perspectives on mathematic teaching and learning. R.A. Lesh, & H. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning, and Problem Solving* içinde (ss. 465-478). Mahwah, NJ: Lawrance Erlbaum.

Van Driel ve Verloop (1999) doğrudan gözlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi edinmek için araştırma aracı olarak kullanılan modelleri bilimsel model olarak ayırmıştır. Harrison ve Treagust (2000) bu modellerin bilimsel olarak düşünmenin ve çalışmanın temelini oluşturmaları noktasında, Van Driel ve Verloop (1999) da bilim insanları arasındaki iletişimi sağlamaları noktasında çok önemli bir yere sahip olduğunu vurgulamışlardır. Yani, modelleme ve modeller bütün bilim dalları için temel prensip niteliğindedir. Bu bakış açısının ötesinde Lingefjärd (2006) tıp, spor, tarım, ekonomi, politik, küresel olaylar, iletişim ve daha birçok çalışma alanında matematiksel modellemenin vazgeçilmez yerinden bahsetmiştir. Crouch ve Haines (2004) matematiksel modellemenin gerçek yaşam problemleri ile modeller arasındaki geçişin ve diğer disiplinlerin özünü oluşturduğunu vurgulamış ve matematiksel modellemeyi gerçek bir problemi daha sonraki problemlerin anlaşılması ve çözülmesi için matematiksel süreçlere transfer etme olarak tanımlamıştır. Blum ve Pollak (2018) da bu kavramı benzer şekilde tanımlamış, problemlerin matematiksel olarak çözümlendiği, ulaşılan çözümlerin gerçek dünyayla teyit edildiği döngüsel süreç olduğunu ifade etmiştir. Disiplinler arası kesişim gösteren rolü ve soyutlamanın ortaya çıkarılmasında güçlü bir yol olmasından dolayı, bu araştırmada da matematiksel modelleme sürecinin adımlarından faydalanılmıştır. Alanyazında matematiksel modelleme süreçlerine dair farklı yaklaşımların oluşturulduğu görülmektedir (Berry ve Houston, 1995; Galbraith ve Stillman, 2006; Pollak, 1979; Voskoglou, 2006). Hem matematiksel modelleme sürecini netleştirmek hem de genel modelleme sürecinden farklılaşan noktalarını belirginleştirmek amacıyla alanyazında kabul

gören yaklaşımlardan biri olan Berry ve Davies'in (1996) yaklaşımı şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Matematiksel Modelleme Yaklaşımı. Berry, J., & Davies, A. (1996) Written reports. C.R. Haines, & S. Dunthorne (Eds.), *Mathematics Learning and Assessment: Sharing Innovative Practices* içinde (ss.3-11). London: Arnold.

Bütün yaklaşımların ortak özelliği, genel modelleme sürecine benzer şekilde döngüsel olmalarıdır. Bu araştırmada Haines, Crouch ve Davis'in (2000) matematiksel modelleme yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşımın adımları ve adımlara ait açıklamalar tablo 7'dedir.

Tablo 7

Araştırmada Kullanılan Matematiksel Modelleme Yaklaşım

Adım	Açıklama
*Hedefi sadeleştirme	Çözüme katkıda bulunmayacak verileri, varsayımları göz ardı etme.
Hedefi belirginleştirme	Çözüm ile ilgili olan bilgileri, varsayımları seçme.
*Problemi yapılandırma	Çözüm üretmek için problemi alt problemlere ayırma
Değişken ve sabitleri belirleme	Bir gerçek hayat probleminin matematiksel modelini çıkarmak için değişkenleri, sabitleri ve parametreleri belirleme.
Matematiksel ifadeleri formülleştirme	Problem durumu içerisinde sözel olarak belirtilen matematiksel ifadelerin cebirsel olarak ifade edilmesi
Bir matematiksel model seçme	Mevcut modellerden problem durumunu ifade edebilecek en uygun matematiksel ifadeyi, fonksiyonu seçme.
Grafik gösterimleri kullanma	Problemin çözümünde grafik ve diyagram gösterimlerinden yararlanma.
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	Çözümün doğru veya uygun olup olmadığını gerçek hayat durumu üzerinde teyit etme ve bunun sonucunda süreci yeniden gözden geçirme.

* Ayrıştırma ve sadeleştirme kavramları modelleme sürecinin adımlarında yer almaktadır.

Tablo 7’de görüldüğü gibi alanyazında ayrıştırma olarak ayrı bir bileşende ele alınan kavram modelleme sürecinin kısaca problemin küçük parçalara ayrılması şeklinde tanımlayabileceğimiz “problemi yapılandırma” adımının kapsamına girmektedir. Yine sadeleştirme kavramı isim olarak da bir değişikliğe uğramadan modelleme adımlarında yer almaktadır. Lingefjärd (2004) bu başlıkları kullanarak lisans düzeyindeki öğrenciler için matematiksel modelleme testi geliştirmiştir. Geliştirilen testin geçerlik ve güvenirlik çalışmaları bulunmamaktadır.

Alanyazında modelleme sürecinin kendi adımlarının içerik olarak öğretildiği “matematiksel model öğrenme” ve başka becerilerin geliştirilmesinde bir araç olarak kullanıldığı “matematiksel modellemeyle öğrenme” araştırmalarıyla karşılaşılmaktadır (Bukova-Güzel, 2016; Galbraith, 2012; Haines ve Crouch, 2013). Her iki araştırma çerçevesinde de model oluşturma etkinliklerinin kullanıldığı vurgulanmaktadır. Model oluşturma etkinlikleri, farklı çözüm yolları bulunan, disiplinlerarası ilişkiler içeren, gerçek hayat durumlarını içeren, grup çalışmasına imkân veren rutin olmayan problemlerdir (Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post, 2000). Örneğin, halı sahanın sulanmasının yapılması için 360° dönen kaç adet sprej sprink kullanılmasının gerektiği veya insanların adımları arasındaki mesafeden boyunun tahmin edilmesi...vb (Bukova-Güzel, 2016). Bu etkinlikler ezbere alınan yöntemlerle değil duruma özel akıl yürütmeyi farklı bakış açılarıyla problem çözme gerektirmektedir (Olkun vd., 2009).

Soyutlama Becerisinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi

Kramer (2007) soyutlama becerisinin matematik, bilgisayar bilimleri ve mühendislik alanlarında sahip olduğu kritik öneme vurgu yapmış ve bu becerinin nasıl geliştirilebileceğini ve bu gelişimin takip edilebilmesi için nasıl değerlendirilebileceğini tartışmıştır. Soyutlama becerisini değerlendirmek için ölçme araçlarının henüz oluşmadığını, bu nedenle bu beceriyi geliştirilebilecek bütün eğitimlerin öngörü olarak kaldığını ifade etmiştir. Daha sonra çalışma hayatında edindiği deneyimlerden yola çıkarak matematik ve modelleme içeriklerinin soyutlama becerisinin ortaya çıkarılmasında, geliştirilmesinde ve değerlendirilmesinde mükemmel bir araç olabileceğini belirtmiştir.

Soyutlama becerisini değerlendirilmesinde kullanılan ölçme araçlarına yönelik alanyazın araştırması yapıldığında, Hazzan ve Kramer (2016) mühendislik öğrencileri için geliştirdikleri ve teknik bilgi içeren görevlerle karşılaşılmıştır. On adet olan bu görevlerin

soyutlama becerisini ölçüp ölçemeyeceğine yönelik 31 alan uzmanının görüşleri alınmıştır. Görüşler doğrultusunda görevler yüksek, orta ve düşük düzeyde uzlaşılan görevler şeklinde ayrılmıştır. Ayrıca, görevlerin pedagojik açıdan öğrencilerin aktif katılım gösterdikleri ve kendilerinin şekillendirdikleri cevaplar ile yapılandırmacı yaklaşım için uygun olduğu ifade edilmiştir. Diğer bir araç olarak, Wechsler'in (1949) küçük yaş grupları için geliştirdiği zeka testinin bir bölümünün de soyutlamaya yönelik olduğu ifade edilmesine karşın testin içeriğine erişilememiştir. Soyutlama becerisini değerlendirme yöntemlerine dair alanyazın incelemesine devam edildiğinde bu iki çalışmanın yanı sıra, karşılaşılan araştırmaların iki başlıkta toplandığı düşünülmektedir. Bunlar: i) soyutlama becerisini bilgi işlemsel düşünme becerisi bileşenlerinden biri olarak ele alan çalışmaların ve ii) soyutlama becerisini herhangi bir beceri olarak ele alan çalışmaların bu beceriyi geliştirme ve değerlendirme önerileri şeklindedir.

İlk olarak soyutlama becerisini bilgi işlemsel düşünme becerisi kapsamında ele alan çalışmalar “bilgi işlemsel düşünme becerisinin geliştirilmesi” ve “bilgi işlemsel düşünme becerisinin değerlendirilmesi” başlıklarında paylaşılmıştır. Bu araştırmaları soyutlama becerisi bazında incelemek gerekirse, soyutlama becerisinin işleyişinde yer aldığı belirlenen ayırıştırma, örüntü tanıma, genelleme ve modelleme kavramlarını bu beceriden ayrı bir bileşen olarak ele alan tablo 8’de de örnekleri verilen çalışmalar dikkat çekmektedir.

Tablo 8

Ayırıştırma, Örüntü Tanıma, Genelleme ve Modelleme Kavramlarını Soyutlamadan Ayrı Bileşen Olarak Ele Alan ve Almayan Bazı Araştırmalar

	Games ve Kane (2012)	Gouws vd., (2013)	Selby ve Woollard (2013)	Atmatzidou ve Demetriadis (2016)	Soleimani, Green, Herro ve Walker (2016)	Ling vd., (2018)	Lee, Mauriello, Ahn ve Bederson (2014)	Angeli vd., (2016)
Ayırıştırma	x		x	x	x	x	x	x
Örüntü tanıma	x	x		√	x	x	x	
Genelleme	√		x	x			√	x
Modelleme		√						

√: soyutlamayla birlikte x: soyutlamadan ayrı bir bileşen olarak araştırmaya dahil edilen

Tablo 8’de de görülen soyutlama becerisinin kapsamını yansıtmayan bu durum, bu becerinin çerçevesinin belirlenmesini ve bağımsız olarak değerlendirilmesini güçleştirmenin yanı sıra araştırmalardan elde edilen bulguların doğru biçimde yorumlanmasının da önünde engel teşkil etmektedir.

İkinci başlıkta, soyutlama becerisini herhangi bir beceri olarak kabul eden ve bağımsız geliştirme, değerlendirme yoluna giden araştırmalar yer almaktadır. Örneğin, Bennedsen ve Caspersen (2006) programlama becerisi ile soyutlama becerisi arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla 145 öğrencinin katılımıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu doğrultuda Adey ve Shayer tarafından geliştirilen bilişsel gelişim testi olan “sarkaç testi” soyutlama becerisini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Araştırmanın bulguları programlama becerisi ile soyutlama becerisi arasında bir ilişki olmadığını göstermiştir. Hill ve arkadaşları (2008) bilgisayar bilimleri öğrencilerinin soyutlama becerilerinin diğer disiplinlerde öğrenim gören öğrencilerden farklılaşıp farklılaşmadığını araştırmışlardır. Bu doğrultuda, çoktan seçmeli sorulardan oluşan 23 maddelik soyutlama testi geliştirilmiştir. Maddeler kavramsal, biçimsel ve tanımlayıcı soyutlama başlıklarına göre hazırlanmış ve uzman görüşüne sunulmuştur. 215 öğrencinin katılımından elde edilen veriler, bilgisayar bilimleri öğrencilerinin soyutlama becerilerinin diğer disiplinlerdekilere göre yüksek olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada kullanılan veri toplama aracına ait herhangi bir geçerlik güvenirlik çalışmasının bulunmamasına ek olarak, ölçme aracının içeriğine de erişilememektedir.

Darwish (2014) temel bilimlerde öğrenim gören lisans düzeyinde birinci ve dördüncü sınıf öğrencilerinin soyut düşünme becerileri arasındaki farklılıkları araştırmıştır. 133 öğrencinin katılım gösterdiği çalışmada öğrencilerin bu becerileri CSMS (The Concepts of Secondary Mathematics and Science) projesi kapsamında yayınlanan bilim muhakemesi görevleri (Science Reasoning Tasks) ile değerlendirilmiştir. Görevlere verilen cevaplar doğru ise 1, yanlış ise 0 şeklinde puanlanmış ve toplam puanlar Piaget’in bilişsel gelişim kuramına göre sınıflandırılmıştır. Yapılan analizlerin sonucu, birinci sınıftaki öğrencilerin yarısından fazlasının somut düşünme eğilimindeyken dördüncü sınıfta soyut düşünme eğilimine geçtiklerini ortaya koymuştur.

Rijke, Bollen, Eysink ve Tolboom (2018) 7- 11 yaş aralığında bulunan 115 öğrenciyi 8’den küçük, 8-10 arası ve 10’dan büyük olmak üzere yaşlarına göre üç gruba ayırmışlardır. Yaşa göre soyutlama becerisinin değişimini incelemek istedikleri araştırmalarında öğrencilere okul, lamba gibi somut nesnelerin olduğu 16 adet kart verilmiş ve bu kartları arkadaşına

çizerek anlatmaları istenmiştir. Öğrencilere ait soyutlama becerisi puanları, doğru bilinen kart sayısının süreye oranlanmasından elde edilmiştir. Bu puanların karşılaştırılması sonucunda, soyutlama becerisinin yaşla doğru orantılı olarak yükseldiği ifade edilmiştir.

Rose ve arkadaşları (2019) ise; ilköğretim seviyesindeki 91 öğrencinin katılımıyla yürüttükleri araştırmalarında Scratch® tabanlı oyun tasarımının öğrencilerin soyutlama becerileri üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlanmaktadır. Veriler, Scratch® bloklarıyla hazırlanmış çoktan seçme sorulara sahip olan soyutlama testinden ve eğitim öncesinde ve sonrasında verilen Scratch® görevlerinden elde edilmiştir. Görevlerin Dr. Scratch® ile analiz edildikten sonra, araştırmanın bulguları, soyutlama becerisine dair hem testlerden hem de görevlerden alınan puanların verilen eğitimden pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı ölçüde etkilendiğini göstermiştir.

Sonuç olarak, kompleks bir yapıya sahip olan soyutlama becerisinin hem öğretilmesi hem de öğrenilmesi oldukça zordur ve bu becerinin değerlendirilebilmesiyle ilgili ölçme araçlarının eksikliği, verilen eğitimlerin gerçekçi etkilerinin belirlenmesinin önünde engel oluşturmaktadır (Hill vd., 2008; Kramer, 2007; Rose, 2019).

Bilgisayarsız Etkinlikler

Günümüzde hala teknolojik altyapı eksikliği yaşayan birçok eğitim ortamının bulunduğu bilinmektedir. Araştırmacılar, bu eksikliğin öğrenci kazanımlarını etkilemesini engelleyebilecek birçok bilgisayarsız etkinlik (unplugged) tasarlamışlardır. Bu etkinlikler programlama, enformatik veya bilgisayar bilimleri gibi içeriklere sahip olmasına karşın bilgisayarlara veya herhangi bir bilişim altyapısına gerek duymaksızın kullanılabilir. Farklı dillere çevrilmiş ve dünya çapında sıklıkla kullanılan bilgisayarsız etkinliklere barefootcomputing.org, bebras.org, cs4fn.org, csunplugged.org ve code.org, Türkiye’de ise, kesfetprojesi.org örnek olarak gösterilebilir. Tasarımcı organizasyonlar ve içerikleri değişmesine rağmen bu etkinliklerin ortak özelliklerini, öğrencilerin deneme yanılma yoluyla kendi bilgilerini inşa etmesine izin vermeleri, grup çalışmasına teşvik etmeleri, kinestetik katılımı sağlamaları ve oyun temelli ilgi çekici senaryolara sahip olmaları şeklinde sıralamak mümkündür (Brackmann vd., 2017; Curzon, 2013; Feaster, Segars, Wahba ve Hallstrom, 2011; Rodriguez, 2015).

Ortak özelliklerinin yanı sıra bilgisayarsız etkinlikleri hazırlayan araştırmacılar bu etkinliklerin bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirebileceğine dair görüş bildirmişlerdir

(Bell vd., 2015; Caldwell ve Smith, 2016; Curzon, 2013; Liukas, 2015). Bu düşüncenin doğruluğunu ortaya koyan araştırmalar araştırıldığında öncelikle bilgisayarsız etkinliklerin alanyazında çalışılma durumu incelenmiştir. Kalelioğlu ve arkadaşları (2016) bilgi işlemsel düşünme becerisiyle ilgili yapılan araştırmalarda genellikle bilgisayarlı etkinliklerin tercih edildiğini, bilgisayarsız yaklaşımların ikinci planda kaldığını ortaya koymuşlardır. Martins-Pacheco, von Wangenheim ve da Cruz Alves (2019) de K-12 düzeyinde verilen bilgi işlemsel düşünme becerisi eğitimlerinde bilgisayarsız yaklaşımların ikinci sırada tercih edildiğini ifade etmişlerdir. Bilgi işlemsel düşünme becerisinin yanı sıra farklı değişkenler üzerindeki etkileriyle ilgili araştırmaların sayıca azlığı, mevcut araştırmaların ise, niteliğinin zayıf olduğu sıkça ifade edilmektedir (Taub, Armoni ve Ben-Ari, 2012; Rodriguez, Rader ve Camp, 2016; Brackmann vd, 2017; Brackmann vd., 2019; Delal, 2019). Alanyazında bilgisayarsız yaklaşımların kullanıldığı araştırmaların yakından incelenmesi faydalı olacaktır.

Nishida, Idosaka, Hofuku, Kanemune ve Kuno (2008) lise öğrencileriyle yürüttükleri araştırmalarında bilgisayar bilimleri içeriğine sahip bilgisayarsız etkinlikler kullanılmıştır. Yapılan gözlemler esnasında karşılaştıkları öğrenci ifadelerinden yola çıkarak, bu etkinliklerin öğrencilerin motivasyonlarını, düşünme becerilerini, hayal güçlerini olumlu yönde etkilediğini ve öğrencilerin etkinliklerde zorlanmalarına karşın, eğlenceli bulduklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca, bir grup öğrenciyle bilgisayarlı etkinlikler de uygulanmış ve bu etkinliklerden hangi türü daha çok sevdikleri sorulmuştur. Cevap olarak öğrencilerin %60'ı bilgisayarsız, %7'si bilgisayarlı, %33'ü ise her iki türünü de sevdiklerini söylemişlerdir. Taub ve arkadaşları (2012) tarafından, bu araştırmadan elde edilen nicel ve nitel bulguların yeterince detaylı olmadığı, bu nedenle sonuçların doğrulanmasının ve genellenmesinin güç olduğu ifade edilmiştir.

Lambert ve Guiffre (2009) Tim Bell'in etkinliklerinin öğrencilerin bilgisayar bilimlerine karşı ilgilerine, matematiğe karşı kaygılarına ve matematiğe karşı ilgilerine olan etkilerini belirlemek amacıyla bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. ilköğretim 4. sınıfta öğrencilerinin katılım gösterdiği araştırmanın sonuçları, öğrencilerin matematiğe karşı ilgileri haricinde bütün başlıklarda anlamlı ölçüde bir artış olduğunu göstermiştir. Taub ve arkadaşları (2012) bu araştırmanın da birçok eksiğinin bulunduğunu belirtmişlerdir.

Feaster ve arkadaşlarının (2011) araştırmasında lise öğrencileri ile 10 hafta süresince Tim Bell'in bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin kullanıldığı bir eğitim planlanmıştır. Bu etkinliklerin öğrencilerin bilgisayar bilimlerine karşı tutumları ve algıladıkları içerik

bilgileri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar, her iki başlıkta da herhangi bir değişim yaşanmadığını ve etkinliklerin lise düzeyinde ilk ve ortaöğretim seviyeleri kadar ilgi çekici olmadığını ortaya koyulmuştur. Araştırmacılar bu durumun, öğrencilerin yaşlarının büyük olmasından, kinestetik etkinliklere katılmaktan hoşlanmamalarından ve zaten bilgisayar bilimleri sınıflarında öğrenim görüyor olmalarından kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Taub ve arkadaşları (2012) Tim Bell'in bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin 7. sınıfta öğrenim gören öğrencilerin lise öğrenimlerinde bilgisayar bilimlerine yönelme istekleri ve bilgisayar bilimlerinin temellerini anlama düzeyleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Eğitimler iki dönem boyunca haftada iki saat süreyle verilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında likert tipi anket ile toplanan verilerden elde edilen sonuçlar, öğrencilerin bilgisayar bilimlerinin temellerini anlama düzeylerinin kısmi olarak arttığını, bu alanda kariyer yapma isteklerinin ise azaldığını göstermiştir.

Kim, Kim ve Kim (2013) öğretmen okulu öğrencilerinin katılımıyla yürütülen araştırmada bilgisayarsız programlama ve LOGO programlama eğitimleri verilmiştir. 15 hafta boyunca haftada 2 saat süren eğitimlerin öncesinde ve sonrasında mantıksal düşünme ölçeği (The Group Assessment of Logical Thinking) ve bilgisayar bilimlerini öğrenmeye karşı ilgi öz-değerlendirme ölçeği uygulanmıştır. 110 öğrenciye ait verilerden elde edilen bulgular, öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerinde bilgisayarsız programlama etkinliklerinin LOGO programlama kadar etkili olduğunu hatta bazı alt bileşenlerde daha başarılı olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak, bilgisayarsız etkinliklerin öğrencilerin bilgisayar bilimini öğrenmeye karşı ilgilerini de anlamlı ölçüde artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

AlAmer, Doweesh, Al-Khalifa ve Al-Razgan (2015) ortaokul ve lisede öğrenim gören 26 öğrenci 2 haftalık bir eğitim planlamışlardır. Birinci hafta bilgisayarsız programlama etkinlikleriyle temel programlama kavramları, ikinci hafta App Inventorda proje tasarımı gösterilmiştir. Araştırmanın sonucu olarak, proje sürecinde öğrencilerin bilgisayarsız etkinliklerle öğrendikleri programlama kavramlarını başarılı bir şekilde kullandıkları ve bilgisayarsız etkinlikleri eğlenceli buldukları belirlenmiştir.

Rodriguez (2015) bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin bilgi işlemsel düşünme becerisi üzerindeki etkilerini ortaya koyan çalışmaların yetersiz olduğunu vurgulamaktadır. Alandaki bu eksikliği gidermek amacıyla gerçekleştirdiği araştırmasında 7. sınıf öğrencileri altı gün boyunca bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleriyle eğitim görmüşlerdir. Her gün yapılan etkinliklere ait çalışma kağıtları ve final projesi kapsamında verilen problemler iyi yapılandırılmış rubrikler ile değerlendirmiştir. Araştırmanın

sonuçları bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin bilgi işlemsel düşünme becerisini anlamlı düzeyde geliştirdiğini göstermiştir.

Wohl, Porter ve Clinch (2015) çalışmalarında, cubelet kiti, Scratch® ve bilgisayarsız etkinliklerin farklı kombinasyonlarıyla üç farklı gruba eğitim verilmiştir. 5-7 yaş aralığında 28 ilköğretim öğrencisinin algoritma kurma, mantıksal tahminlerde bulunma ve hata ayıklama süreçleri incelenmiştir. Veriler öğrencilerin modellerinden ve görüşmelerden elde edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, öğrencilerin algoritma kavramını en kolay bilgisayarsız yaklaşımla öğrendiği, Scratch®'in süreci daha karmaşık hale getirdiği ifade edilmiştir. Mantıksal tahminlerde bulunma süreci bu yaş grubu için bütün yöntemlerde zorlayıcı bulunmuş, cubelet ve Scratch®'in keşfederek öğretmeye teşvik ettiği belirtilmiştir. Son olarak hata ayıklama kavramı cubelet kiti ve bilgisayarsız etkinliklerle eğitime başlayan gruplarda ikinci oturumda öğrenilmiştir. Görüşmelerin analizinden elde edilen bulgular ise, en fazla katılımın bilgisayarsız etkinliklerde sağlandığını göstermiştir.

Brackmann ve arkadaşları (2017) 5. ve 6. sınıfta öğrenim gören 73 öğrenciyle kendi geliştirdikleri bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin kullanıldığı deneysel bir araştırma tasarlamışlardır. Verilen eğitimin bilgi işlemsel düşünme becerisi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla veriler bilgi işlemsel düşünme becerisi testinden elde edilmiştir. Bu verilerin analiz edilmesiyle ulaşılan bulgular, deney grubunun puanlarının kontrol grubundakilerden anlamlı düzeyde yüksek olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar bilgi işlemsel düşünme becerisinin gelişiminde bilgisayarsız yaklaşımların kullanılmasıyla ilgili araştırmaların yetersizliğine dikkat çekmişlerdir.

Hermans ve Aivaloglou (2017) 8-12 yaş aralığındaki 35 öğrenciyi iki gruba ayırmıştır. Bir grup önce dört ders bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleriyle eğitim gördükten sonra Scratch®'le çalışmaya başlamış, diğer grup ise, bütün eğitimleri boyunca Scratch® ile çalışmıştır. Çoktan seçmeli testle elde edilen verilerin analiz sonuçlarında, grupların programlama kavramlarını anlama düzeyleri arasında herhangi bir fark görülmezken, öz-yeterlik inançları bilgisayarsız etkinliklerle başlayan grubun lehine anlamlı ölçüde yüksek çıkmıştır.

Delal (2019) bilgisayarsız etkinlikler olarak Bebras tarafından yayınlanan 10 etkinliği 6. sınıfta öğrenim gören 53 öğrenciyle uygulamıştır. Kolay, orta, zor seviyelerde seçilen etkinliklerin bilgi işlemsel düşünme becerisi üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmak için aynı seviyelerde farklı Bebras soruları seçilerek iki paralel test hazırlanmıştır. Uygulama

öncesinde ve sonrasında toplanan veriler, bilgisayarsız etkinliklerin bilgi işlemsel düşünme becerisini istatistiksel olarak anlamlı seviyede geliştirdiğini göstermiştir.

B. Tonbuloğlu ve İ. Tonbuloğlu (2019) Keşfet projesinin bilgisayarsız programlama etkinliklerinin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine olan etkisini araştırmışlardır. 5. sınıfta öğrenim gören 113 öğrenci ile yürütülen eğitimlerin öncesinde ve sonrasında bilgi işlemsel düşünme becerisi ölçeği uygulanmıştır. Araştırmanın bulguları, ölçeğin alt boyutlarından problem çözme dışında kritik düşünme, işbirlik, algoritmik düşünme ve yaratıcılık boyutlarında anlamlı düzeyde artış olduğunu ortaya koymuştur.

Herhangi bir sistem gereksinimi olmadığı için geniş kullanım alanına sahip olan ve eğitim ortamlarında sıklıkla kullanılan bilgisayarsız eğitimlerin etkilerini belirlenmesi önem arz etmektedir. Alanyazında yer alan araştırmalar için bilgisayarsız etkinliklerin öğrencilerin bilgisayar bilimleri hakkında görüşlerini almaya yönelik olduğu, etkinliklerin farklı değişkenlerde etkilerini değerlendiren çalışmalara ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır (Delal, 2019; Rodriguez vd., 2016; Taub vd., 2012). Son yıllarda deneysel çalışmaların arttığı, farklı araştırma tasarımlarının yapıldığı belirlenmesine karşın bu etkinliklerin etkilerini netleştirmek amacıyla araştırmalara duyulan ihtiyaç devam etmektedir (Aranda ve Ferguson, 2018).

Bu araştırmanın kavramsal çerçevesi ve ilgili araştırmaları özetlenecek olursa, son yıllarda popüler hale gelen bilgi işlemsel düşünme becerisinin kavramsal çerçevesiyle ilgili araştırmalar devam etmektedir. Bu beceriyi oluşturan bileşenler hakkında farklı görüşler bulunmasına rağmen soyutlama bileşeni fikir birliğine varıldığı bir noktada görünmektedir. Bilgi işlemsel düşünme becerisi kapsamında soyutlamanın kavramsal çerçevesi incelendiğinde yine eksikliklerin bulunduğu dikkat çekmektedir. Soyutlamayla ilgili yapılan tanımlamalar incelendiğinde örüntü, ayırıştırma, sadeleştirme, genelleme, modelleme kavramlarına ulaşılmaktadır. Bu kavramların da içerikleri incelendiğinde ise, örüntünün genelleme, ayırıştırma ve sadeleştirmenin modelleme sürecinin içerisinde yer aldığı görülmektedir. Sonuç olarak soyutlamanın genelleme ve modelleme süreçleri içerisinde kullanıldığı belirlenmiştir. Soyutlamanın değerlendirilmesiyle ilgili araştırmalar yapıldığında kavramsal çerçevesine benzer şekilde eksiklikler yaşandığı vurgulanmaktadır. Bilgi işlemsel düşünme becerisini ve dolayısıyla soyutlama becerisini etkileyeceği düşünülen birçok etkinlik geliştirilmiştir. Araştırmacılar bu etkinlikleri farklı bakış açılarıyla sınıflandırırken, bilgisayarlı ve bilgisayarsız olmaları bunlardan biridir.

Bilgisayarlı etkinlikler Scratch, Lego Mindstorm, Alice gibi araçları kullanırken, bilgisayarsız etkinlikler code.org, Bebras, cs4fn gibi farklı organizasyonlar tarafından hazırlanmaktadır. Programlama, enformatik ve bilgisayar bilimleri gibi içeriklerden oluşan bilgisayarsız etkinliklerin kullanıldığı araştırmalar incelendiğinde deneysel çalışmaların genellikle programlama içerikleriyle, nitel araştırmalarda ise bilgisayar bilimleri içeriklerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu nitel araştırmalar da, bilgisayarsız bilgisayar bilimleri etkinliklerinin öğrencilerin bilgisayar bilimine karşı tutumlarına ve gelecek dönemde meslek seçimlerine etkisi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Sonuç olarak, soyutlamanın kavramsal çerçevesinin netleştirilmesi ve değerlendirilmesi amacıyla yapılacak araştırmalara ve bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştireceği öngörülen bilgisayarsız bilgisayar bilimleri etkinliklerinin kullanıldığı deneysel araştırmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

BÖLÜM III

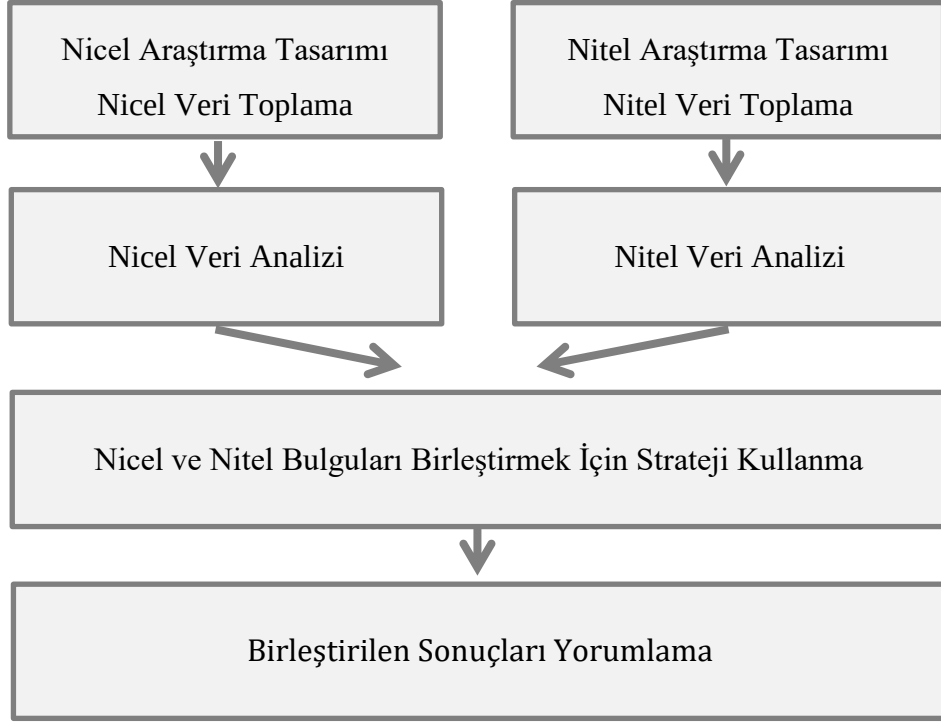
YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın deseni, çalışma grubu, uygulama süreci ve bu süreçte kullanılan etkinlikler açıklanmaktadır. Ayrıca verilen eğitimin soyutlama becerisine olan etkisini ve sürecin etkililiğini belirlemek amacıyla kullanılan veri toplama araçlarına ve elde edilen verilerin analiz yöntemlerine yer verilmektedir.

Araştırma Modeli

Bu çalışmada, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisi üzerindeki etkilerini detaylı bir biçimde irdelemek amacıyla farklı veri türlerinden faydalanılmıştır. Araştırma sorularından bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla nicel araştırma tasarımı, bu etkinin soyutlama becerisinin her bir bileşeni bazında daha detaylı olarak ele alınması ve soyutlama becerisi bileşenlerinin kazanılma durumlarına göre her bir etkinliğin incelenmesi amaçlarıyla ise nitel araştırma tasarımı yapılmıştır. Böylelikle, nicel yöntemlerin geniş örneklem ve genellenebilirlik, nitel yöntemlerin ise ayrıntılı ve derinlemesine inceleme yapma gibi güçlü yönleri birleştirilmiştir (Patton,1990). Bu doğrultuda karma araştırma yöntemlerinden biri olan yakınsayan paralel desen kullanılmıştır. Creswell ve Plano Clark (2015) bu desenle kurgulanmış çalışmaların birinci adımında birbirinin sonuçlarına dayanmaksızın aynı süreç içerisinde farklı yöntemlerle toplanan nicel ve nitel verilerin ikinci adımda birbirinden bağımsız olarak analiz edildiğini ifade etmişlerdir. Ayrı süreçlerin sonunda elde edilen bulguların üçüncü adımda birtakım stratejilerle birleştirilmesini ve son adımda bütüncül bir yorumlama yapılması gerektiğini

açıklamışlardır. Yakınsayan paralel desen araştırma yönteminin işlem adımlarını gösteren akış şeması şekil 6’da gösterilmektedir.



Şekil 6. Yakınsayan Paralel Desen Araştırma Prosedürleri Akış Şeması

Araştırmanın nicel bölümü bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini belirlemeye elverişli olan ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre kurgulanmıştır. Bağımlı değişken olan soyutlama becerisi üzerinde yalnızca bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin etkisinin daha net olarak anlaşılabilmesi amacıyla kontrol gruplu tasarım kullanılmıştır.

Nitel bölümü ise; bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin nicel araştırma ile belirlenen etkisine dair detaylı bilgilere ulaşmayı hedeflediği için durum çalışmasına göre tasarlanmıştır. Durum çalışmaları katılımcılar, ortam, süreç gibi etkenlerin incelenen durumu ne şekilde ve ne ölçüde etkilediğini bütüncül bir bakış açısıyla ele alarak, durumu derinlemesine irdelemeyi amaçlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu araştırma, soyutlama becerisinin bileşenlerine göre iki durumu (bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri ve soyutlama becerisi) incelediği için durum araştırması türlerinden bütüncül

çoklu durum deseninin kapsamına girmektedir. Bu desende birden fazla durum aynı alt boyutlarda analiz edilmektedir (Yin'den aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubu Ankara ili Yenimahalle ilçesinde bulunan bir devlet okulunun 2018-2019 eğitim öğretim yılında öğrenim gören 8. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Uygulama okulu araştırmaya hız ve pratiklik sağlayacak şekilde kolay ulaşılabilir durum örnekleme ile seçilmiştir (Patton, 1990).

Yakınsayan paralel desenin kullanıldığı bu karma yöntem araştırmasında nicel ve nitel bölümlere katılım gösteren öğrenci sayıları farklılık göstermektedir.

Nicel verilerin elde edildiği soyutlama testini tamamlayan 114 öğrencinin cevapları incelenmiştir. 5'inin rastgele işaretleme yaptığı belirlenmiş, 7'sinin ise son-testlerine ulaşamamıştır. Nihai olarak 102 öğrenciye ait veriler analiz edilmiştir. Araştırmanın nicel bölümüne katılım gösteren öğrencilere ait bilgiler tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9

Deney ve Kontrol Grubu

				Toplam
Deney Grubu	Şube	8-H	8-B	49
	n	30	19	
Kontrol Grubu	Şube	8-İ	8-C	53
	n	31	22	
				102

Tablo 9'da görüldüğü gibi deney ve kontrol grupları ikişer şubeden oluşmaktadır. Bu şubeler, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin uygulanması için derslerini gönüllü olarak veren öğretmenlere göre seçilmiştir. Katılımcıların öğrenim gördükleri şubelerin değiştirilmesi mümkün olmadığı için, şubeler deney ve kontrol gruplarına iç geçerliği artırmak amacıyla rastgele atanmıştır.

Araştırmanın nitel bölümünde görüşmelerin yapıldığı öğrenciler amaçlı rastgele örnekleme tekniği ile seçilmiştir. Bu teknik evrenden rastgele seçilen örneklem içerisinde daha zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen bir çalışma grubunun belirlenmesi olarak açıklanabilir (Tashakkori ve Teddlie, 2010). Bu çalışmada her şubeden 5'er öğrenciyle

görüşme yapılmıştır. Bu 5 öğrenciden 3'ü sabit, 2'si ise her görüşmede değişiklik göstermektedir. Bütün etkinliklerde görüşülen sabit 3 öğrenci, genel başarı durumu yüksek, orta ve düşük olmak üzere sınıf öğretmenlerinin tavsiyelerine göre seçilmiştir. Her görüşmede farklılaşan 2 öğrenci ise, etkinlikler esnasında EK-1'de örneği yer alan katılım formlarında doğru ve yanlış cevaplar veren öğrenciler arasından seçilmiştir. Böylece rastgele seçilen araştırma okulu içerisinde etkinliklerde başarılı/başarısız olan ve bütün seviyeleri temsil edebilecek öğrenci grubuna ulaşılmaya çalışılmıştır. Araştırmanın nitel bölümüne katılım gösteren öğrencilere ait bilgiler tablo 10'da sunulmuştur

Tablo 10

Her Etkinlikten Sonra Görev Tabanlı Görüşme Yapılan Öğrenci Sayısı

		Şubeler		
		H	B	
Sabit öğrenci	n	3	3	6
Değişen öğrenci	n	2	2	4
Toplam	n	5	5	10

Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin her birinden sonra deney grubunda yer alan 10 öğrenciyle görüşmelerin yapıldığı tablo 10'da görülmektedir. 11 adet bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliği olmasından dolayı toplamda 110 görev tabanlı görüşme yapılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Bu başlıkta çalışmanın nicel ve nitel verilerini elde etmek amacıyla, araştırmacı tarafından geliştirilen soyutlama becerisi testi ve görev tabanlı görüşme hazırlama süreçleri açıklanmaktadır.

Soyutlama Becerisi Testi

Soyutlama becerisini daha kapsamlı ve bağımsız olarak değerlendiren ölçme araçlarına ihtiyaç duyulduğu belirlenmiş ve bu doğrultuda bu çalışmada soyutlama becerisi testi geliştirilmiştir. Soyutlama becerisi testi hazırlanırken belirlenen kapsam doğrultusunda sırasıyla i) göstergeler belirlenmesi, ii) madde havuzu oluşturulması ve ilk düzenlemelerin yapılması, iii) uzman görüşleriyle son düzenlemeler yapılması, iv) uygulanması ve v)

analizler doğrultusunda maddeler seçilmesi ve geçerlik, güvenirlik çalışmalarının yapılması adımlarını izlemiştir.

Göstergelerin Belirlenmesi ve Madde Havuzunun Oluşturulması

Skemp (1986) soyutlama yapmayı (abstracting) bir süreç, soyutlamayı (abstraction) ise bu sürecin sonucu olarak açıklamıştır. Soyutlama sürecinin kapsamının belirlenmesi “ilgili literatür” başlığında ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Özetle, bireyin genelleme ve modelleme süreçlerinde soyutlama becerisini ortaya koyduğu, genelleme ve modelleme süreçlerinin birbirine girişik bir yapı gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, soyutlama adımları olarak tek boyutta genelleme ve modelleme kavramlarının basamaklarının kullanılmasına karar verilmiş ve bu doğrultuda uzman görüşü alınmıştır. Genelleme kavramı için Stacey’in (1989), modelleme kavramı için ise Haines ve arkadaşlarının (2000) göstergeleri kullanılarak 28 adet beş seçenekli çoktan seçmeli soru ile madde havuzu oluşturulmuştur. Taslak 28 sorudan hangi soruların hangi kavramları ölçmeye yönelik olduğu tablo 11’dedir.

Tablo 11

Taslak Soruların Ölçtüğü Kavramlar

	Modelleme	Genelleme
Madde	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24	8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 20, 25, 26, 27, 28

Bu sorular uzman görüşüne gönderilmeden önce anlaşılmayan kısımların belirlenmesi veya öngörülemeyen problemlerin tespit edilmesi amacıyla 8.sınıfta öğrenim gören sekiz öğrenciye uygulanmıştır. Öğrenciler, bazı soruların tam olarak neyi sorduğunu anlamadıklarını ve yazıların çok fazla olduğunu, okumaktan sıkıldıklarını belirtmişlerdir. Bunun üzerine soru metinleri düzenlenmiş, kısaltılmış ve sorulara metinlerle ilişkili görseller eklenmiştir.

Daha sonra testin uygulama süresini belirlemek amacıyla yine 8. sınıfta öğrenim gören 35 öğrenciyle ön uygulama yapılmıştır. Matematik testlerinde her soru için 1,5 dakika önerildiği için (Atılgan, 2017) ilk süre bir ders saati yani 40 dakika ile sınırlandırılmıştır. Fakat ön uygulama sonrasında öğrencilerin yaklaşık son 15 soruyu yetiştiremedikleri ve boş teslim ettikleri görülmüştür. Bu nedenle test, göstergelerine göre 14 sorudan oluşan iki

eş test haline getirilmiştir. Son olarak her bir test için 30 dakika sürenin ideal olacağına karar verilmiştir.

Uzman Görüşleri Doğrultusunda Düzenlenmesi ve Uygulama

Ön uygulamalarda görülen aksaklıkları gidermeye yönelik yapılan düzenlemelerden sonra taslak soruların kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Uzmanlar, taslak maddeleri göstergeleri ölçme durumları, hedef kitleye uygunlukları, zorluk seviyeleri, metinlerin anlaşılması gibi farklı başlıklarda değerlendirmişlerdir. 7 Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünde görev yapmakta olan öğretim üyesi ve 2 matematik öğretmeni olmak üzere toplam 9 uzmana mail yoluyla görüş formları gönderilmiştir. Değerlendirmeleri için formda yer alan “madde uygun- düzenleme gerekmiyor, düzenleme gerekiyor, madde kazanımı ölçmüyor- çıkartılmalı” seçeneklerinden birini işaretlemeleri ve maddede düzenleme yapılması gerektiğini düşünüyorlarsa yine aynı formda önerilerini açıklamaları istenmiştir.

Uzmanlardan alınan görüşlerin uyumu Lawshe (1975) tekniği olarak bilinen kapsam geçerlik oranı (KGO) ve kapsam geçerlik indeksi (KGİ) ile analiz edilmiştir. Bu teknikte KGO değeri, maddeye dair olumlu görüş bildiren uzman sayısının, görüş alınan toplam uzman sayısının yarısına bölünmesinden 1 çıkartılarak hesaplanmaktadır. KGİ ise; KGO değerlerine göre madde atımı yapılmasından sonra kalan maddelerin KGO değerlerinin ortalamasının alınmasıyla elde edilmektedir. Tablo 12’de uzman görüşleri doğrultusunda hesaplanan KGO ve KGİ değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 12

Uzman Görüşleri Doğrultusunda Hesaplanan KGO ve KGİ Değerleri

Madde	KGO	Madde	KGO	Madde	KGO	Madde	KGO
1	1,00	8	1,00	15	1,00	22	1,00
2	1,00	9	1,00	16	1,00	23	1,00
3	1,00	10	1,00	17	0,77	24	1,00
4	0,77	11	1,00	18	0,77	25	1,00
5	1,00	12	0,77	19	0,77	26	1,00
6	1,00	13	1,00	20	1,00	27	1,00
7	1,00	14	1,00	21	1,00	28	1,00
Uzman sayısı: 9		Kapsam geçerlik ölçütü: 0,75			Kapsam geçerlik indeksi:0,95		

Görüşü alınan uzman sayısının 9 olması durumunda $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde en düşük KGO puanının 0,75 ve $KGI > KGO$ olması beklenmektedir (Veneziano ve Hooper'dan aktaran Yurdugül, 2005). Bu doğrultuda bütün maddelerin beklenen değerlerde olduğu tablo 12'de görülmektedir. Bu nedenle bu aşamada herhangi bir madde atılmamıştır. Uzmanlar 23 maddenin içeriğini uygun bulmuş, birer uzman beş maddenin göstergeleri ölçme konusunda uygun olmadığını belirtmiştir. Düzeltme önerileri ise genellikle soru metinlerinin ifade biçimleri, seçenekler ve kullanılan görsellerle ilgilidir.

Uzman görüşleri doğrultusunda düzenlemeler yapıldıktan sonra son haline getirilen test, 8. sınıfta öğrenim gören 4 farklı devlet okulunda toplam 744 öğrenciye uygulanmıştır. İkiye ayrılmış testten birine ait cevapları bulunmayan veya işaretlemeleri rastgele yaptığı fark edilen 146 öğrencinin cevapları iptal edilmiş ve 598 öğrencinin verileri elektronik ortama geçirilerek analiz edilmiştir. Comrey (1988) 500 ve üzeri örnekleme çok iyi düzeyde sınıflandırmaktadır.

Maddelerin Seçilmesi, Geçerlik ve Güvenirlik

Uygulamadan elde edilen verilerle ölçme aracının faktöriyel ve yapı geçerliğini sağlayıp sağlamadığını incelemek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi ve ayrışma analizleri yapılmıştır. Bu süreçte çıkarılması gereken maddeler belirlenmiş, test ve maddelerine ait istatistikler hesaplanmıştır.

Ölçme Modeli

Soyutlama becerisini ölçmek amacıyla soyutlama süreci incelenmiş, modelleme ve genelleme yapılarına ait göstergelerin soyutlama adımları olarak kullanılmasına karar verilmiştir. Bu yapılar ile bireylerin soyutlama davranışlarının ölçülmesi arasındaki bağıntı ölçme modeli olarak adlandırılmaktadır. Tek boyutlu 11 göstergeli olarak ortaya koyulan soyutlama becerisinin ölçme modelinin kestirilmesi amacıyla boyut analizi ve ayrışma analizi sonuçları incelenmiştir. Analizlerden önce maddelerin normallik değerleri incelenmiş, ± 2 aralığında normal dağılım gösterdikleri belirlenmiştir (Field, 2000; Trochim ve Donnelly, 2006).

Boyut Analizi - Faktöriyel Geçerlik

Soyutlama becerisini değerlendirmek amacıyla tek boyutlu ve 11 göstergeli olarak oluşturulan ölçme modelinin faktöriyel geçerliği doğrulayıcı faktör analizi ile test edilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi, yapısal eşitlik modellemesine dayalı bir faktör analizi türüdür (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu analizde araştırmacının oluşturduğu kavramsal yapı veri üzerinde test edilmektedir (Alpar, 2017). Yani, kuramsal çerçeveye göre hazırlanan ölçeklerin sahip olduğu düşünülen faktör yapısıyla olan uyumunu sınamak amacıyla kullanılmaktadır (Matsunaga, 2010; Pohlmann, 2004). Bu araştırmada üç farklı ölçme modelinin veri ile uygunlunun test edilmesi için uyum indisleri karşılaştırılmıştır. Bunlar; I) araştırmanın önerdiği tek faktörlü model, II) genelleme ve modelleme yapılarının ilişkili olarak faktörleştiği ilişkili iki faktörlü model ve III) genelleme ve modelleme yapılarının ilişkisiz olarak faktörleştiği ilişkisiz iki faktörlü modeldir.

Mevcut verinin ölçme modelleriyle olan uyumunun incelendiği doğrulayıcı faktör analizi LISREL yazılımıyla gerçekleştirilmiştir. LISREL, veri matrislerini kullanarak analiz yapan bir programdır. Bazı durumlarda yazılımda yer alan matrislerden farklı veri matrislerinin kullanılması gerekmektedir. Böyle durumlarda syntax oluşturularak uygun matris yazılıma entegre edilebilir. Bu araştırmada da veriler 1-0 şeklinde puanlanan dikotom veri türündedir ve bu verilerle yapılan analizlerde tetrakorik korelasyon matrisinin kullanılması önerilmektedir (Alpar, 2017; Bonett ve Price, 2005). Bu araştırmada tetrakorik korelasyon matrisi Statistica yazılımında üretilmiştir. Daha sonra LISREL’de syntax oluşturularak matris yazılıma entegre edilmiş ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda ulaşılan model uyum indisleri tablo 13’te yer almaktadır.

Tablo 13

Üç Farklı Modelin Uyum Değerleri

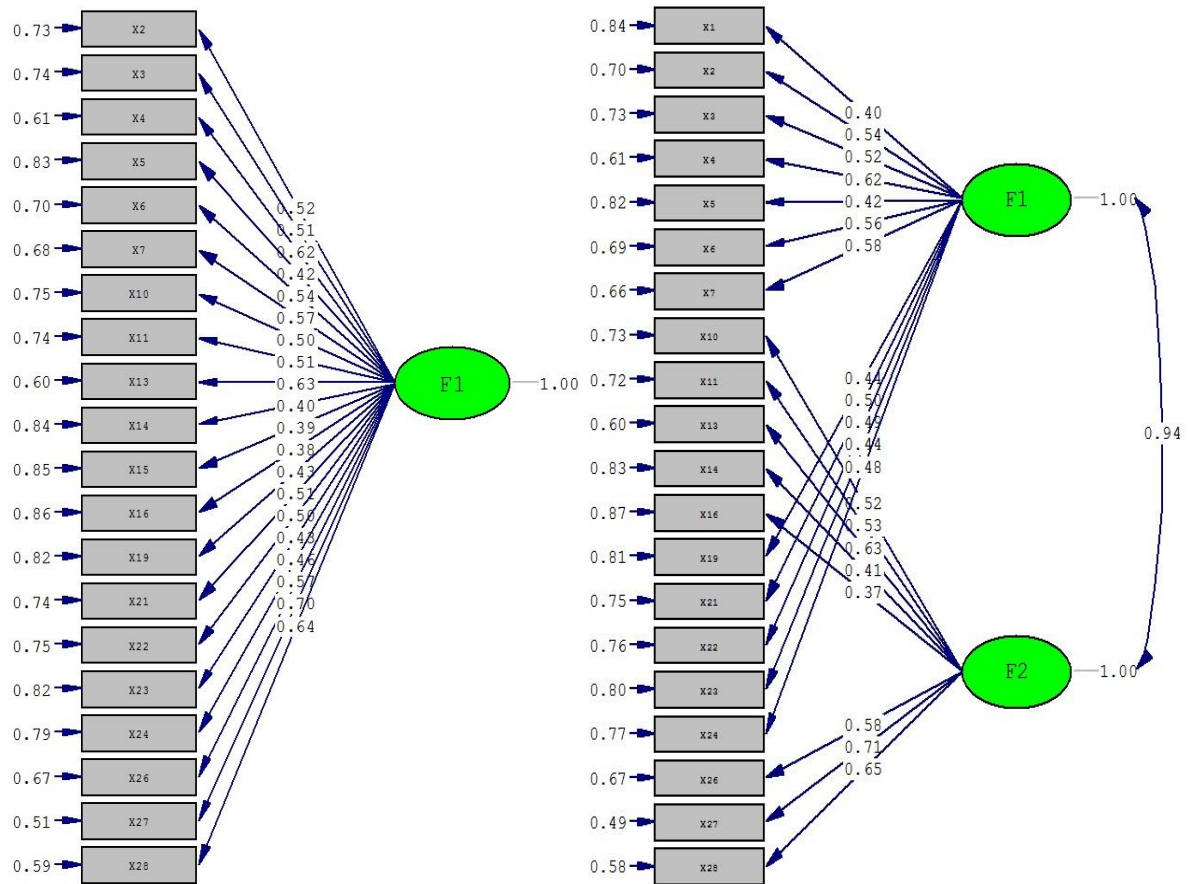
Model	X2/sd	RMSEA	NFI	NNFI	CFI	GFI	RMR
I, Tek faktörlü model	4,70	0,079	0,90	0,90	0,91	0,88	0,05
II, İlişkili iki faktörlü model	5,04	0,082	0,89	0,90	0,91	0,88	0,05
III, İlişkisiz iki faktörlü model	6,83	0,099	0,83	0,83	0,85	0,84	0,19

Jöreskog’un (1993) ifade ettiği veri ve model arasındaki uyumun iyi düzeyde olduğunu gösteren bazı indisler şu şekildedir; $RMSEA \leq 0,08$, $NFI \geq 0,90$, $NNFI \geq 0,90$, $CFI \geq 0,90$, $GFI \geq 0,90$, $RMR \leq 0,05$. Diğer yandan, Anderson ve Gerbing (1984) 0,85’ten büyük GFI değerlerinin kabul edilebilir olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, 250 ve daha büyük

örnekleme sahip araştırmalarda gözlenen değişken sayısının 12 ile 30 arasında değişmesi durumunda $X^2/sd < 5$ olabileceği belirtilmektedir (Byrne'dan aktaran Yaşlıoğlu,2017).

Tablo 13'te yer alan model uyum indisleri bu kriterler temelinde incelendiğinde, ilişkisiz iki faktörlü yapının uygun bir ölçme modeli olmadığı anlaşılmaktadır. Diğer yandan, tek faktörlü ölçme modeline ait bütün uyum değerlerinin iyi düzeyde, bir değer kabul edilebilir düzeyde olduğu, ilişkili iki faktörlü ölçme modelinde ise uyum indislerinin çok küçük farklılıklarla ideal değerlerin altında kaldığı görülmektedir. Sonuçlar tek faktörlü modeli işaret etmesine rağmen bu modelin uygunluğunu destekleyen farklı incelemeler yapılmıştır.

Faktör yükleri 0,40'tan küçük olan sekiz madde (m1, m8, m9, m12, m17, m18, m20, m25) çıkarılmıştır (Tabachnick ve Fidell, 2013). İki madde (m15= 0,39 m16=0,38) bütün göstergelere ait en az bir maddenin bulunmasını sağlamak amacıyla ve maddelerin değerleri de 0,40'a yakın oldukları için faktör yükleri 0,40'ın altında olmasına rağmen testte kalması uygun görülmüştür. Her iki modelde kalan 20 maddenin madde-yapı özellikleri şekil 7'deki gibidir.



Şekil 7. Tek Faktörlü ve İlişkili İki Faktörlü Ölçme Modelinin Madde-Yapı Özellikleri

Şekilde 7’de görüldüğü gibi ilişkili iki faktörlü modelde faktörler arası ilişkinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum genelleme ve modelleme yapılarının tek faktörlü model ile ölçülmesinin uygun olacağını desteklemektedir.

Ayrıca 1-0 şeklinde puanlanan ölçmeler için önerilen KR-20 güvenirlik değerleri her iki model için hesaplanmıştır (Atılğan, 2017). İlişkili iki faktörlü ölçme modelinde faktörlerin güvenirliklerinin 0,69 ve 0,63 olduğu ve yeterli kabul edilen 0,70 seviyesinin altında kaldığı belirlenmiştir (Nunnally ve Bernstein, 1994). Tek faktörlü modelin KR-20 güvenirliği ise 0,79 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, tek faktörlü 20 maddelik modelin oldukça güvenilir değerleri aralığında olduğunu göstermektedir (Kalaycı, 2016).

Tek faktörlü modelde güvenirlik değerlerinin de daha yüksek çıkmasından sonra son olarak genelleme ve modelleme yapıları için ayırışma analizi yapılmıştır.

Ayırışma Analizi - Yapı Geçerliği

Model uyum indisleri ve güvenirlik katsayısı tek faktörlü modelin lehine çıkmıştır. İlişkili iki faktörlü modelin ayırt edici geçerliği incelendiğinde, bu sonucu desteklediği belirlenmiştir.

Ayırt edici geçerlik analizi için genelleme ve modelleme alt boyutlarının korelasyon değerleri ve AVE değerinin karekökü kullanılmaktadır. Bu değerler tablo 14’te yer almaktadır. Fornel ve Larcker (1981) AVE değerinin karekökünün alt boyutlar arası korelasyondan büyük olması durumunda ayırt edici geçerliğin sağlanabileceğini ifade etmektedir.

Tablo 14

İlişkili İki Faktörlü Modelin Alt Boyutlarının Korelasyonu ve AVE Değerlerinin Karekökü

	Genelleme	Modelleme
Genelleme	0,56*	
Modelleme	0,94	0,50*

*AVE değerinin karekökü

Tablo 14’te görüldüğü gibi genelleme ve modelleme alt boyutları arasındaki korelasyon her bir boyutun AVE değerlerinin karekökünden daha büyüktür. Bu durum genelleme ve modelleme yapılarının ayırışmadığını göstermektedir.

Sonuç olarak, model uyum indislerinin, madde-yapı özelliklerinin, güvenirlik katsayılarının ve ayırt edici geçerlik değerlerinin incelenmesi ile soyutlama becerisi testinde tek faktörlü ölçme modelinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Madde ve Test İstatistikleri

Doğrulamalı faktör analizinden sonra kalan 20 sorunun madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksleri incelenmiştir. 1-0 şeklinde dikotom veri türündeki maddelerin madde ayırt edicilik indeksleri için nokta çift serili veya çift serili korelasyon katsayılarının kullanılması önerilmektedir (Atılgan, 2017). Belirtilen madde istatistiklerine ait bulgular tablo 15’te yer almaktadır.

Tablo 15

Madde İstatistikleri

Madde*	Madde güçlük	Ayırt edicilik (nokta çift serili)	Madde*	Madde güçlük	Ayırt edicilik (nokta çift serili)
1	0,54	0,47	11	0,53	0,38
2	0,34	0,45	12	0,63	0,37
3	0,63	0,53	13	0,28	0,38
4	0,46	0,40	14	0,47	0,46
5	0,84	0,41	15	0,53	0,46
6	0,54	0,51	16	0,50	0,40
7	0,77	0,42	17	0,43	0,42
8	0,51	0,47	18	0,78	0,45
9	0,67	0,52	19	0,70	0,56
10	0,49	0,40	20	0,54	0,53

* Madde numaraları EK-2’de yer alan nihai soyutlama becerisi testindeki gibidir.

Tablo 15’te yer alan madde güçlük indeksleri incelendiğinde maddelerin 0,28 ile 0,84 arasında değerler aldığı görülmektedir. Tekin (2008) 0-0,20-0,35-0,65-0,80-1 değerleri aralığındaki maddeleri sırasıyla çok zor, zor, orta, kolay ve çok kolay madde olarak nitelendirmektedir. Buna göre, 2 maddenin zor, 13 maddenin orta, 4 maddenin kolay, 1 maddenin çok kolay olduğu, orta zorlukla soruların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Madde ayırt edicilik indeksleri ise 0,37 ile 0,56 arasında değişmektedir. Yine Tekin (2008) 0,40 ve üzeri değerleri çok iyi madde, 0,30 ile 0,39 arası değerleri oldukça iyi madde

olarak kabul etmektedir. Buna göre maddelerin tamamının yüksek ayırt ediciliğe sahip olduğu görülmektedir.

Doğrulamalı faktör analizine ve madde istatistiklerine göre incelenen 20 soruluk nihai soyutlama becerisi testine ait genel test istatistiklerine yer verilmiştir. Kullanılan istatistikler ve değerleri tablo 16’da sunulmaktadır.

Tablo 16

Test İstatistikleri

Test İstatistiği	Değer
Alınabilecek en yüksek puan	20
Alınan en yüksek / En düşük puan	20 / 1
Ortalama	11,17
Standart sapma	4,26
Ortalama güçlük	0,56
Çarpıklık / Basıklık	0,07 / 0,76
KR-20	0,79

Tablo 16’dan soyutlama becerisi testinden elde edilen puanların normal dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca KR-20 değeri ile testin ortalama bir güçlükte ve yüksek güvenilirlik düzeyine sahip olduğu görülmektedir. Standart sapma değeri ise, öğrencilerin soyutlama becerisi puanlarının birbirlerinden büyük ölçüde farklılaşmadığını ortaya koymaktadır.

Görev Tabanlı Görüşme

Her etkinlikten sonra öğrencilere verilen görevlerin araştırmacı tarafından gözlemlendiği görüşmeler yapılmıştır. Bu doğrultuda, her etkinliğin içeriğine benzer görevler ve öğrencilerden bu görevlerin hangi basamağında hangi soyutlama adımını ortaya koyacaklarına dair gözlenmesi beklenen davranışlar belirlenmiştir. Görevler ve gözlenmesi beklenen göstergeler 3 uzman tarafından incelenmiş, verdikleri öneriler doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır. Görevlerin nihai hali EK-3’te yer almaktadır.

Öğrenciler görevleri yaparken araştırmacı göstergeler doğrultusunda Ek-4’te sunulan gözlem formlarını doldurmuştur. Görüşme esnasında öğrencilerin takıldıkları adımlarda notlar alınmış, o adıma ilişkin ipuçları verilerek öğrencinin diğer adıma geçmesi sağlanmıştır. Örneğin; ortalama formülünü bilmediği için matematiksel model seçme

basamağında takılan öğrenci hakkında modeli seçemediğine dair not düşülmüştür. Daha sonra ortalama formülü verilmiş ve formülleştirme adımıyla verilen problemin değişkenlerine göre düzenleme yapıp yapmadığı gözlenmiştir. Görevleri tamamlarken problem yaşayan öğrencilere nerelerde sorun yaşadıkları hakkında yapılandırılmamış sorular sorulmuş, sorular ve cevapları not edilmiştir.

Yapılandırılmamış Gözlem

Araştırma boyunca önceden planlanmış beceri testi, görüşme, yapılandırılmış gözlem gibi araçlarla toplanan verilerin yanı sıra araştırmacının yapılandırılmamış gözlemlerinden de bazı veriler elde edilmiştir. Tablo 17’de de detaylandırıldığı üzere, araştırmacı toplamda yaklaşık 104 ders saati gibi uzun bir süre öğrencilerle etkileşim halinde olmuş ve süreç içerisinde dikkatini çeken noktaları not etmiştir.

Patton (1990) yapılandırılmamış gözlem çeşitlerini birbirinden farklılaştıran boyutları, araştırmacının katılım durumu, araştırmayı yürütenler, gözlem süresi, gözlem odağı olarak sıralamıştır. Bu boyutlara göre bu çalışmada araştırmacı, kısmen katılımcı/kısmen gözlemci rolüyle uygulama boyunca ortaya çıkan durumları bütüncül olarak ele almıştır.

Tablo 17

Araştırmacının Deney ve Kontrol Grubu Öğrencileriyle Etkileşim Süreleri

DENEY GRUBU				KONTROL GRUBU			
H Şubesi		B Şubesi		G Şubesi		İ Şubesi	
Süre	Uygulama	Süre	Uygulama	Süre	Uygulama	Süre	Uygulama
2 ders	Ön-test	2 ders	Ön-test	2 ders	Ön-test	2 ders	Ön-test
11 ders	Bilgisayarsız etkinlikler	11 ders	Bilgisayarsız etkinlikler	-	-	-	-
33 ders	Her etkinlikten sonra 5 öğrenci ile toplam 55 görev tabanlı görüşme	33 ders	Her etkinlikten sonra 5 öğrenci ile toplam 55 görev tabanlı görüşme	-	-	-	-
2 ders	Son-test	2 ders	Son-test	2 ders	Son-test	2 ders	Son-test

Tablo 17’de görüldüğü gibi araştırmacı 8 haftalık süreçte ön-test ve son-test uygulamalarında 16 ders, bilgisayarlı bilgisayar bilimi etkinliklerinin eğitim sürecinde 22 ders ve 110 görev tabanlı görüşme için 66 ders olmak üzere toplam 104 ders uygulama gruplarıyla etkileşimde bulunmuştur.

Eğitim Materyalleri

Bell ve ekibi (2015) altı bölümde 21 adet bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliği tasarlamışlardır. Bu etkinliklerden soyutlama becerisini geliştirmesi öngörülen 11'i araştırmacı tarafından her bölümden en az bir tane olmasına dikkat edilerek genelleme ve modelleme göstergelerine göre seçilmiştir. Daha sonra doktorasını bilgi işlemsel düşünme becerisi üzerine tamamlamış iki uzman, etkinlikleri ve göstergelerini incelemiştir. Uzmanların önerileri de göz önüne alınarak, etkinlikler ve göstergelerinin netleştirilmesi amacıyla farklı üç uzman ile grup görüşmesi yapılmıştır. Kararlaştırılan bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri ve geliştirmesi öngörülen genelleme ve modelleme göstergeleri Tablo 18'dedir.

Tablo 18

Bilgisayarsız Bilgisayar Bilimi Etkinlikleri ve Geliştirmesi Öngörülen Soyutlama Adımları

		ETKİNLİKLER	1- Noktaları Say	2- Rakamlarla Renk	3- Bir Daha Söyle!	4- Savaş Gemileri	5- En Hafif En Ağır	6- Çamurlu Şehir	7- Hazine Avı	8- Yürüvüs Emirleri	9- Turistik Şehir	10- Sırları Pavlasma	11- Çikolata Fabrikası
GENELLEME	Örüntü		X		X	X	X		X				
	Yakına genelleme		X				X						
	Uzağa genelleme		X				X		X				
	Hedefi sadeleştirme			X	X	X	X		X	X			
	Hedefi belirginleştirme		X			X		X	X	X			X
MODELLEME	Problemi yapılandırma		X	X		X	X			X	X		X
	Değişken ve sabitleri belirleme		X				X					X	
	Formülleştirme		X				X	X				X	
	Matematiksel model seçme		X				X					X	
	Grafik gösterimleri kullanma			X	X			X	X		X		
	Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Seçilen etkinliklerde bütün göstergeleri geliştirmeye yönelik bölümlerin bulunduğu tablo 18’de görülmektedir. Ayrıca, etkinlik kitapçığında 1., 2. ve 3. etkinlikler birinci bölümde (veriyi temsil etme), 4.,5. ve 6. etkinlikler ikinci bölümde (algoritmalar), 7. ve 8. etkinlikler üçüncü bölümde (prosedürleri temsil etme), 9. etkinlik dördüncü bölümde (sürdürülebilirlik), 10. etkinlik beşinci bölümde (kriptografi) ve 11. etkinlik altıncı bölümde (insan-bilgisayar arayüzü) yer almaktadır.

Geliştirmesi beklenen gösterge sayısı en fazla olan 5. etkinliğin kısa özeti ve hangi genelleme-modelleme göstergesinin, etkinliğin hangi aşamasında ortaya çıktığı örnek olarak bu bölümde açıklanmaktadır.

Örnek Etkinlik: 5. En Hafif ve En Ağır

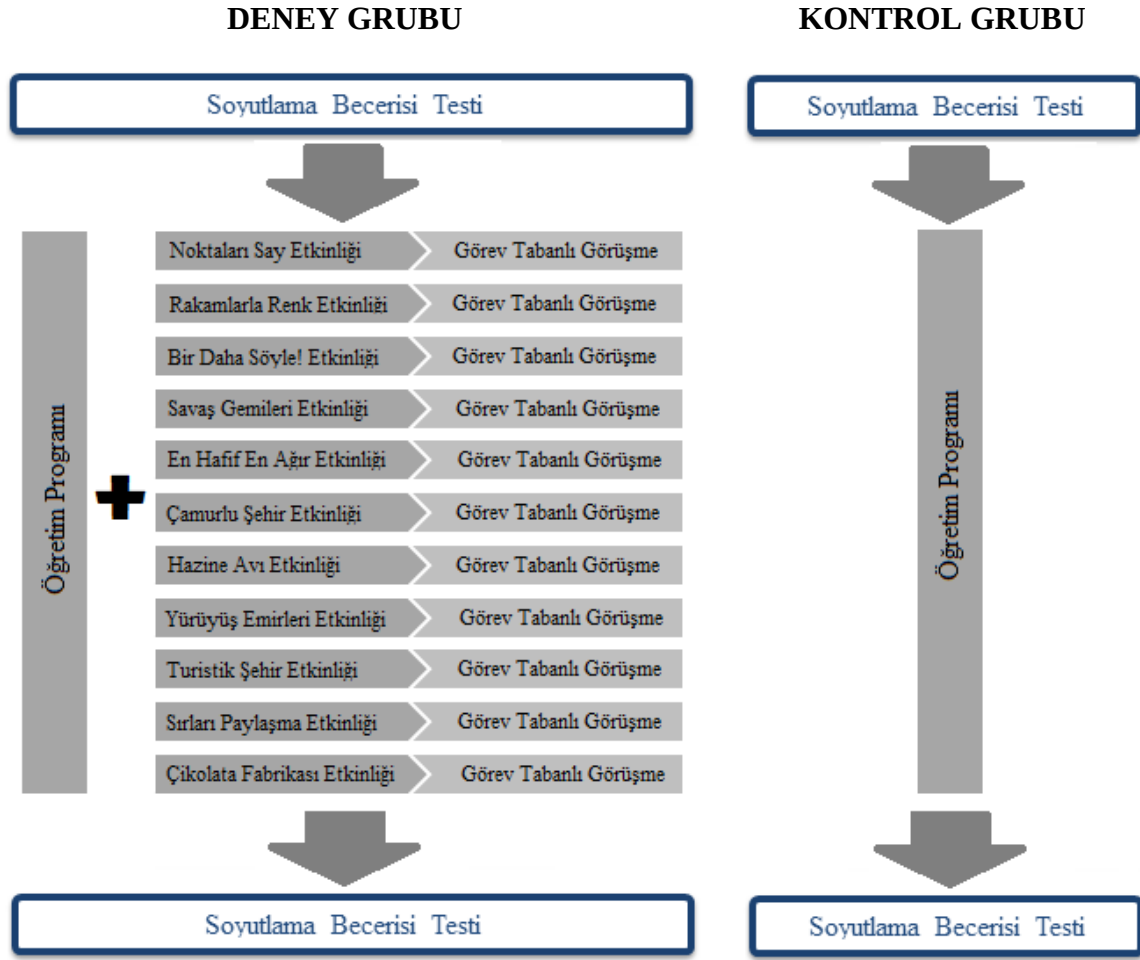
Etkinlik özeti: Sekiz kapalı kutuya rastgele miktarlarda su veya kum koyulur. Öğrencilerden çift kollu terazi yardımıyla kutuları hafiften ağıra doğru dizmeleri ve bu sıralamayı yaparken en hızlı yöntemin ne olabileceği hakkında da düşünmeleri istenir. Başlangıç olarak rastgele üç kutuyu sıralamaları söylenir, daha sonra sekiz kutuya geçeceklerdir. Öğrenciler bir süre uğraşıp denemeler yaptıktan sonra iki çeşit yöntemden bahsedilir. Birincisi, bilgisayarların kullandığı “seçerek sıralama” yöntemidir. Buna göre, bütün kutular ikili olarak kıyaslanır, hafif kutu sola yerleştirilir ve kalanlar dizilim sonlanana kadar tekrar ikili olarak kıyaslanır. Daha sonra bu yöntemi kullanarak sırasıyla 8, 9 veya sonsuz sayıda kutuyu sıralamak için kaç kıyaslama yapılması gerektiği sorulur. İkinci yöntem ise; “hızlı sıralamadır”. Bu yöntemde rastgele bir kutu seçilir ve diğer kutular ağırlıklarına göre seçilen bu kutunun sağına veya soluna yerleştirilir. Seçilen kutunun sağında ve solunda oluşan gruplar için de aynı işlem tekrarlanır ve bütün kutuların sıralaması tamamlanana kadar süreç devam eder. Öğrenciler ellerindeki kutuları hızlı sıralama yöntemini kullanarak tekrar sıralamaya çalıştıktan sonra, bu yöntemde rastgele seçilen kutunun en hafif olması durumunda kaç kıyaslama yapılması gerektiğini düşünmeleri istenir.

Göstergeler: Öğrencilerin ağırlıkları sıralayabilmeleri için birçok ikili kıyaslama yapmaları gerekir. Yapılacak her kıyaslama bir alt problemi temsil eder ve öğrenciler bütün ikili ihtimalleri tekrar etmeyecek şekilde “*problemi yapılandırılmaları*” beklenir. Üç, dört kutu ile yapılan denemelerin sonucunda işlem sayıları ile ilgili “*örüntüyü tanımları*” istenir. 8, 9 kutuyla çalışırken yakaladıkları örüntüyü (üç kutu için $2+1$, 4 kutu için $3+2+1$, beş kutu

için 4+3+2+1 kıyaslama yapılması) devam ettirerek “*yakına genellemiş*” olurlar. Sonsuz sayıda kutunun sıralanmasında “*uzağa genelleme*” yapabilmeleri için mevcut bilgilerinde yer alan ve işlem sayısının artma miktarını gösterecek uygun “*matematiksel modeli seçmeleri*” (1’den n’e kadar olan sayıların toplamı) ve seçtiği matematiksel modeli kendi problemlerinin “*sabit ve değişkenlerine*” (n yerine “n-1” yazma) göre düzenleyerek “*formülleştirmeleri*” gerekir. Çözümlerinin doğruluğunu daha küçük sayılarda deneyerek ve sıralamalarını teyit ederek “*gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etmiş*” olurlar.

Uygulama Süreci

Araştırmanın uygulama süreci 2018- 2019 eğitim öğretim yılının bahar yarısında Milli Eğitim Müdürlüğü’nden alınan araştırma izni (Ek-5) ile bir devlet okulunda yürütülmüştür. Eğitimlerden önce, deney ve kontrol gruplarına soyutlama becerisi testi uygulanmıştır. Öğrencilerin ön seviyeleri belirlendikten sonra eğitim sürecine geçilmiştir. Bu süreçte, deney grubu, mevcut öğretim programına ek olarak 11 adet bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliğini kullanırken, kontrol grubu yalnızca mevcut öğretim programıyla eğitim görmüştür. Etkinlik kitapçığındaki tahmini sürelerle göre, bir derste birden fazla etkinliğin kullanılması planmasına karşın, her bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliği bir ders saati sürmüştür. Derslere başlamadan önce öğrencilerin derse katılımını artırmak ve görüşme yapılacak öğrencilerin belirlenmesinde kullanmak amacıyla katılım formları dağıtılmıştır. Bu formlarda uygulama esnasında öğrencilere yöneltilen bütün sorular yazılı şekilde bulunmaktadır ve öğrencilerden, etkinlik esnasında sorulan her soru için düşündükleri ilk cevabı formdaki ilgili maddeye yazmaları istenmiştir. Her bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliğinden sonra katılım formlarındaki durumlarına göre seçilen 10 öğrenci ile görev tabanlı görüşmeler yapılmıştır. Görüşme esnasında araştırmacı tarafından gözlem formları doldurulmuştur. Eğitim sürecinin sonunda deney ve kontrol gruplarına tekrar soyutlama becerisi testi uygulanmıştır. Uygulama, bir hafta ön-testler, altı hafta etkinlikler ve bir hafta da son-testler olmak üzere toplam sekiz hafta sürmüştür. Şekil 8’de araştırmanın uygulama süreci özetlenmiştir.



Şekil 8. Araştırmanın Uygulama Süreci

Nicel veriler soyutlama becerisi testi ile nitel veriler ise görev tabanlı görüşmeler ile toplanmıştır. Şekil 8’de görüldüğü gibi nicel ve nitel veriler birbirlerinin sonuçlarına bağlı olmaksızın, araştırma süreci içerisinde aynı zaman diliminde toplanmıştır.

Verilerin Analizi

Creswell ve Plano Clark (2015) karma desen araştırmalarında nicel ve nitel verilerin veri toplama, analiz veya yorumlama aşamalarından herhangi birinde birleştirilebileceğini açıklamışlardır. Bu araştırmada nicel ve nitel veriler ayrı ayrı analiz edilmiş ve elde edilen bulgular tartışma-sonuç aşamasında birleştirilmiştir. Bu bölümde ise, verilerin birbirinden ayrı olarak analiz edilirken hangi yöntemlerin kullanıldığı açıklanmaktadır.

Nicel Veri Analizi

Araştırmanın nicel bölümünde ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmaktadır. Büyüköztürk (2016) bu desenle kurgulanmış araştırmalarda, elde edilen verilerin analizi için dört yaklaşımın uygulandığını ifade etmektedir. Araştırmaların temel sorusu, deney ve kontrol gruplarında bağımlı değişkenin farklılaşıp farklılaşmadığıyla ilgili ise yani deneysel işlemin etkisinin belirlenmesi ise bu yaklaşımlardan biri olan tek faktörlü kovaryans analizinin (ANCOVA) kullanılmasını önermektedir. ANCOVA, düşük hata varyansı üreten ve iç geçerliği tehdit eden ön-test etkisinin kontrol altına alınmasını sağlayan, yorumlanması kolay olmakla beraber istatistiksel gücü yüksek olan bir analiz yöntemidir (Schafer, 1992).

Önerilen analiz yöntemi kullanılmadan önce varsayımları ve araştırma verilerinin bu varsayımları karşılama durumları test edilmiştir. Büyüköztürk (1998) ANCOVA'nın etkili bir şekilde kullanılabilmesi için şu varsayımlarından bahsetmektedir:

- 1- Deney ve kontrol gruplarının bağımlı değişkenle ilgili ölçümleri normal dağılmaktadır.
- 2- Ortak ve bağımlı değişken arasında $r \geq 0,30$ düzeyinde doğrusal korelasyon bulunmaktadır.
- 3- Grupların varyanslarının homojenliği sağlanmıştır.
- 4- Grupların regresyon katsayıları eşittir.

Birinci varsayım için grupların ön-test ve son-test puanlarına Shapiro Wilks testi uygulanmıştır. Sonuçların, deney grubu ön-test puanları için ($w=0,98$, $p=0,58>0,05$), deney grubu son-test puanları için ($w=0,97$, $p=0,31>0,05$), kontrol grubu ön-test puanları için ($w=0,99$, $p=0,85>0,05$), kontrol grubu son-test puanları için ($w=0,98$, $p=0,44>0,05$) olduğu belirlenmiştir. Yani, deney ve kontrol gruplarının hem ön-test hem de son-test puanları $p<0,05$ 'e göre normal dağılım göstermektedir. İkinci varsayım, grupların ön-test ve son-testleri arasında $r_{(\text{ön-test, son-test})}=0,612>0,30$ düzeyinde doğrusal bir ilişki olduğunun belirlenmesiyle sağlanmaktadır. Üçüncü varsayım Levene testiyle kontrol edildiğinde sonuçlar ($F_{(1,100)}=0,59$, $p=0,81>0,05$) varyansların homojenliğinin sağlandığını ortaya koymaktadır. Dördüncü varsayımın test edilmesi için yapılan analiz sonuçları tablo 19'da verilmektedir.

Tablo 19

Soyutlama Becerisine Ait Regresyon Doğrularının Eğilimi

Kaynak	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p.
Grup	8,04	1	8,04	1,18	,280
Ön-test	421,69	1	421,69	61.95	,000
Grup * Ön-test	22,82	1	22,82	3,35	,070
Hata	667,10	98	6,81		
Toplam	19165,0	102			
Düzeltilmiş Toplam	1164,76	101			

Tablo 19’da görüldüğü gibi grup regresyon doğrularının eğilimlerinin yani regresyon katsayılarının ($F_{(1, 99)}=3,35$, $p=0,07>0,05$) eşit olması varsayımı da sağlanmaktadır. Bütün varsayımların karşılanması sebebiyle, bu araştırmada soyutlama becerisi testinin ön-test ve son-test puanlarının karşılaştırılması için analiz yöntemi olarak ANCOVA’nın kullanılabileceğine karar verilmiştir.

Soyutlama becerisinin deney ve kontrol gruplarındaki grup içi değişimlerini incelemek amacıyla bağımlı gruplar t-testi yapılmıştır. Bu analizin varsayımları, grupların normal dağılım göstermesi ve bağımlı değişkenin sürekli olmasıdır (Büyüköztürk, 2016). Grupların normal dağılıma sahip olduğu ANCOVA varsayımlarını doğrularken gösterilmiştir ve bağımlı değişken olan soyutlama becerisi testi puanları sürekli değişkendir. Böylece bağımlı gruplar t-testinin kullanılmasının uygun olmadığını gösteren herhangi bir durumun bulunmadığı görülmüştür.

Nitel Veri Analizi

Karma desen araştırmalarında nitel verilerin sayısallaştırılarak veri dönüşümünün sağlanabileceği vurgulanmaktadır (Creswell ve Plano Clark, 2015). Bu doğrultuda bu araştırmada, bahsedilen dönüşüm rubrik dereceli puanlama anahtarları ile yapılmıştır. Araştırmacı, görüşmeler esnasında doldurduğu gözlem formlarını verilen her göreve göre değişiklik gösteren bu rubriklerle puanlamıştır. Nicelleştirilmiş bu verilerin analizinde betimsel istatistikler kullanılmıştır. Araştırmacı gözleminden elde edilen bulgular ise, işlenmemiş haliyle sunulmuş, nicel ve nitel bulguların desteklenmesinde kullanılmıştır.

Rubrik Geliştirme Süreci

Soyutlama becerisi görevlerini değerlendirmek amacıyla rubrikler geliştirilirken Andrade'nin (1997) önerilerine benzer bir süreç kullanılmıştır. Öncelikle puanlama kriterleri ve puanlama türü belirlenmiş, daha sonra geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Bu sürecin adımları daha detaylı olarak açıklanmaktadır.

Bu araştırmada görev tabanlı görüşme yapılmasının amacı, soyutlama becerisinin değişimi ile ilgili elde edilen ve daha genel olan nicel bulguları, soyutlama adımlarına göre yapılan detaylı incelemelerle desteklemektir. Dolayısıyla öğrencilerin görüşme sonunda teslim ettikleri görevlerin niteliği ile ilgili değil, süreç içerisinde soyutlama adımlarını kullanabilme durumları ile ilgili incelemeler yapılmıştır. Bu noktada, geliştirilen rubrikler süreç odaklı ve bütün adımların puanlandığı analitik rubrik türüne girmektedir (Popham, 1997).

“Görev tabanlı görüşme” başlığında da açıklandığı gibi, görevler her bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliğinden sonra görüşmelerde kullanılmak üzere aynı etkinliğin göstergelerini kapsayacak biçimde tasarlanmıştır. Bu süreç ve aşamaları üç uzman ile yapılan grup görüşmesinde incelenmiştir. Yani, ilgili bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliğinin göstergeleri, aynı zamanda görevleri puanlama kriterleri olarak da kullanılmıştır ve kriterlerin görevleri ölçme durumları uzmanlarca değerlendirilmiştir. Daha sonra kriterlerin oldukça küçük birimlerden oluşması sebebiyle puanlama kriterlerinin üçlü puanlanmasına (1-önemli eksiklikleri var, 2-geliştirilmesi gerek, 3-iyi) karar verilmiş ve kriterlerin her puanlama birimi için göstergeleri yazılmıştır.

Taslak rubriğin tamamlanmasıyla, geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarına geçilmiştir. Rubriğin geçerliğini ortaya koymak amacıyla içerik ve kriterler daha önce üç uzmanla yapılan görüşmede değerlendirilmiştir. Kriterlerin puanlama birimlerinin uygunluğunun ve metinlerin anlaşılabilirliğinin kontrol edilmesi için bir matematik öğretmeni ile görüşülmüştür. Araştırmacı ve bu öğretmen ayrı olarak taslak rubrik ile gözlem formlarını analiz etmiş, daha sonra yapılan puanlamalar karşılaştırılmıştır. Farklı puanlamaların yapıldığı durumların nedenleri tartışılmış ve gerekli görülen düzenlemeler yapılmıştır. Moskal ve Leydens (2000) geliştirilen rubriğin güvenilir olduğunun ispatlanması için kodlayıcılar arası güvenilirlik hesaplaması yapılmasını önermektedir. Farklı bir matematik öğretmeni ve araştırmacı gözlem formlarını, düzenlenmiş bu rubrikler ile yeniden puanlamışlardır. Kodlayıcılar arası uyum, kategorik değişkenlerde iki veya daha fazla gözlemci arasındaki

uyuşmanın belirlenmesi amacıyla kullanılan Kappa güvenilirlik katsayısı ile sınanmıştır (Karagöz, 2010). SPSS yazılımı yardımıyla yapılan analiz sonucu uyum katsayısı 0,88 çıkmıştır. Bu değer, Şencan’a (2005) göre çok iyi uyuşma olduğunu göstermektedir. Bu sürecin sonunda, her görevin puanlanması için geliştirilen nihai rubrikler EK-6’da yer almaktadır.

Araştırma Yöntemine Genel Bakış

Bu çalışma nicel ve nitel boyutları bulunan bir karma yöntem araştırmasıdır. Araştırma yöntemine ait bütün bileşenler kapsamlı ve detaylı olarak ilgili başlıklarda açıklanmıştır. Bu bölümde, tablo 20’de de verilen daha genel özet bilgilerin sunulması amaçlanmıştır.

Tablo 20

Araştırma Yönteminin Nicel ve Nitel Boyutlarının Genel Özellikleri

	NİCEL	NİTEL
Desen	Ön-test son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen	Bütüncül çoklu durum araştırma deseni
Çalışma grubu/ seçim yöntemi	102 8. Sınıf öğrencisi/ kolay ulaşılabilir durum örnekleme	110 görüşme/ amaçlı rastgele örnekleme
Veri toplama aracı/ uygulama zamanı	Soyutlama testi/ uygulama öncesi ve uygulama sonrası	Görev tabanlı görüşme/ her etkinlikten sonra
Ölçme araçlarının geçerlik-güvenirliği	KGO, doğrulayıcı faktör analizi, KR-20, madde analizleri	Uzman görüşü, Kappa uyum katsayısı
Veri analizi	ANCOVA, t-testi	Analitik rubrik, betimsel istatistik
Araştırmanın geçerlik-güvenirliği	ANCOVA	Uzun süreli etkileşim, uzman incelemesi, ayrıntılı betimleme, amaçlı örnekleme

Tablo 20’de bulunan “araştırmanın geçerlik-güvenirliği” başlığı ile ilgili olarak, Büyüköztürk (2016) deneysel desenlerde deneklerin seçiminin rastgele yapılmamasının ve ön-test etkisinin araştırmanın iç geçerliğini tehdit ettiğini belirtmektedir. Bu noktada *ön-testin etkisini* kontrol altına alan ANCOVA analizinin tercih edilmesiyle iç geçerliğin artırılması amaçlanmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda ise, iç geçerliği artırmak için araştırmanın bütün aşamalarını detaylı olarak irdeleyen üç *uzmanın incelemesi* sağlanmış ve uygulama sürecinde araştırmacının hem etkinlikleri hem de görüşmeleri yürütmesiyle *uzun süreli etkileşimde* bulunulmuştur (Yıldırım ve Şimşek 2013). Böylece araştırmacı etkisi ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Ayrıca araştırmanın her aşaması *ayrıntılı olarak*

betimlenerek ve amaçlı örnekleme yapılarak dış geçerliğin sağlanması amaçlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek 2013).

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisi üzerindeki etkisine dair elde edilen nicel ve nitel bulguların yanı sıra, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama adımlarına göre incelenmesinden elde edilen nitel bulgulara yer verilmektedir.

Nicel Analiz Bulguları

Araştırmanın nicel analiz bulgularında, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisi üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla deney ve kontrol gruplarına işlem öncesi ve işlem sonrasında uygulanan soyutlama becerisi testinin analiz sonuçları bulunmaktadır.

1. Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisi üzerindeki etkisi

Mevcut öğretim programına ek olarak bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleriyle eğitim gören deney grubu öğrencileri ile mevcut öğretim programıyla eğitim gören kontrol grubu öğrencilerinin soyutlama becerilerinde yaşanan değişim incelenmektedir. Bu doğrultuda öncelikle, öğrencilerin soyutlama becerisi testinden aldıkları ön-test ve son-test puanlarının ortalamalarına bakılmıştır. Testlerden alınan puanların ortalama ve standart sapmaları Tablo 21’de sunulmaktadır.

Tablo 21

Gruplara Ait Ön-test Son-test Ortalama ve Standart Sapmaları

Grup	N	Ön-test X	SS	Son-test X	SS	Ortalama Artışı
DENEY	49	11,22	3,87	13,59	3,74	2,37
Deney H	30	11,00	3,60	13,33	3,55	2,33
Deney B	19	11,58	4,35	14,00	4,10	2,42
KONTROL	53	12,28	3,16	13,00	3,05	0,72
Kontrol İ	31	12,16	3,08	12,81	2,77	0,65
Kontrol C	22	12,46	3,35	13,27	3,45	0,81

Ön-test puanları kontrol grubunda daha yüksek olmasının yanı sıra son-test puanlarının, deney grubunda daha fazla olmak üzere her iki grupta da ön-test puanlarından daha yüksek olduğu tablo 21’de görülmektedir. Bu sonuç, deney ve kontrol gruplarının aldıkları eğitimlerin öğrencilerin soyutlama becerilerini olumlu yönde etkilediğini ifade etmektedir.

Grupların grup içi soyutlama becerisi testinden aldıkları puanlarında yaşanan artışın istatistiksel olarak anlamlılığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla bağımlı gruplar t testi yapılmıştır. Analiz sonuçları tablo 22’de yer almaktadır.

Tablo 22

Bağımlı Gruplar t Testi Sonuçları

Grup	Ortalamadaki Artış	SS	t	sd	p
DENEY	2,37	2,67	6,20	48	0,000**
Deney H	2,33	2,14	5,97	29	0,000**
Deney B	2,42	3,42	3,09	18	0,006*
KONTROL	0,72	3,20	1,63	52	0,109
Kontrol İ	0,65	2,97	1,21	30	0,236
Kontrol C	0,81	3,57	1,08	21	0,294

*p<0,05, **p<0,001

Deney grubunda yer alan öğrencilerin ön-testlerinin ortalaması 2,37 puan artmıştır. Bu artış t testi sonucuna göre anlamlı bulunmuştur ($t_{(48)}=6,20$, $p<0,05$). Kontrol grubundaki artış ise, 0,72 puan olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($t_{(52)}=1,63$, $p>0,05$). Dolayısıyla, öğrencilerin mevcut öğretim programıyla birlikte bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleriyle de eğitim görmeleri, soyutlama becerilerini anlamlı düzeyde

artırırken, yalnızca mevcut öğretim programının bu beceri üzerinde anlamlı bir etki oluşturmadığı söylenebilir.

Deney grubunda anlamlı, kontrol grubunda anlamsız yönde çıkan grup içi sonuçların gruplar arasındaki durumu araştırılmıştır. Bu amaçla, ön-test puanlarını kontrol altına alarak son-test puanlarındaki artışın gruplar arasındaki karşılaştırmasını yapan ANCOVA analizi yapılmıştır. Gruplara göre yapılan analiz sonuçları tablo 23’te verilmiştir.

Tablo 23

Soyutlama Becerisi Ön-test Puanlarına Göre Son-test ANCOVA Sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Eta-kare (η^2)
Model	474,84	2	237,42	34,07	,000**	,41
Ön-test (Reg)	465,92	1	465,92	66,86	,000**	,40
Gruplar	38,29	1	38,29	5,49	,021*	,053
Hata	689,91	99	6,97			
Toplam	19165,00	102				

* $p < 0,05$, ** $p < 0,001$

Tablo 23 incelendiğinde, deney grubunun puanlarının kontrol grubunun puanlarından anlamlı ölçüde daha yüksek olduğu ($F_{(1,99)}=5,49$, $p < 0,05$) belirlenmiştir. Bu bulgu, öğretim programının etkisi çıkarılmış olarak, yalnızca bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleriyle verilen eğitimin öğrencilerin soyutlama becerisini anlamlı düzeyde geliştirdiğini göstermektedir. Ayrıca bu anlamlılık varyansın %5’ini ($\eta^2=0,053$) açıklamaktadır. Başka bir deyişle, diğer bütün etkenleri gözardı edebilseydik, sadece bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisinin gelişiminde %5 etkili olacağı söylenebilirdi.

Nitel Analiz Bulguları

Soyutlama becerisi testi, bu beceriyle ilgili toplam bir puan vermektedir ve araştırmanın nicel bölümünde soyutlama becerisinin gelişimi bütünsel olarak ele alınmaktadır. Araştırmanın nitel bölümünde ise, soyutlama becerisinin gelişimi ve bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri soyutlama adımlarına göre daha detaylı olarak incelenmektedir. Bu doğrultuda nitel analiz bulgularında, öncelikli olarak işlenmemiş

veriye, daha sonra bu verilerin araştırma sorularına göre yeniden analiz edilmesiyle ulaşılan sonuçlara yer verilmektedir.

İşlenmemiş Veri

Bu bölümde, araştırmacının yapılandırılmamış gözlemlerinden ve görev tabanlı görüşmelerde doldurulan gözlem formlarının analitik rubriklerle puanlanmasından elde edilen işlenmemiş veri sunulmaktadır.

Araştırmacı Gözlemi

Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri, öğrencilerin aktif katılımıyla yürütülen, oyun temelli etkinliklerdir. Uygulamalar esnasında öğrencilerin etkinliklerde yer almak için istekli davrandıkları görülmüş, katılım göstermek istemeyen bir öğrenciyle karşılaşılmamıştır.

Bu araştırmada deney grubunu oluşturan şubelerden biri 30, diğeri 19 öğrenciden oluşmaktadır. Etkinlikler her iki şubede de eksiksiz olarak tamamlanmasına rağmen dersler etkileşimli bir ortamda işlendiği için, kalabalık olan sınıfta yapılan uygulamalar esnasında zaman zaman kargaşa oluşmuş ve devam etmekte güçlükler yaşanmıştır. Bu durum, araştırmacıda, etkinliklerin yeterince etkili olarak kullanılıp kullanılmadığı yönünde endişe oluşturmuştur.

Öğrencilerin “En hafif en ağır”, “Hazine avı” ve “Sırları paylaşma” etkinliklerinde sorulan sorulara cevap vermekte zorlandıkları görülmüş, bazı bölümleri öğrencilerin istekleri üzerine tekrar tekrar anlatılmıştır. Sorun yaşanan etkinliklerin genellikle matematik içeriklerine sahip olduğu belirlenmiştir. “En hafif en ağır”, “Yürüyüş emirleri” ve “Çikolata fabrikası” etkinliklerinde ise, öğrencilerin oldukça eğlendikleri gözlenmiştir. Grupla etkileşimin bol olduğu bu etkinliklerde öğrencilerin dikkatlerinde dağılma olmamış ve katılım göstermekte oldukça istekli davranmışlardır.

Etkinlikler ve sonrasında verilen görevler esnasında öğrencilerin görsel alana hitap eden durumlarda cevaplarını daha fazla kontrol ettikleri, metin ve matematiksel ifadelerde ise, doğrulamaya gitmedikleri dikkat çekmiştir.

Görev Tabanlı Görüşmeye Ait Gözlem Formlarının Puanlanması

Her etkinliğin tamamlanmasının ardından görev tabanlı görüşmeler yapılmıştır. Bu esnada doldurulan gözlem formlarının analitik rubriklerle puanlanmasıyla sayısallaştırılmış işlenmemiş veriye ulaşılmıştır. İlgili soyutlama adımından 0, 1 veya 2 puanını alan öğrencilerin frekansları, sabit 6 öğrenci, değişen 4 öğrenci ve görüşme yapılan toplam 10 öğrenciye göre ayrı ayrı gösterilerek tablolastırılmıştır. Tablo 24’te sunulan işlenmemiş veri şu şekilde okunmaktadır. Örneğin; “noktaları say” etkinliğinin örüntü tanıma adımında sabit 6 öğrenciden 3’ü 2 puan, 1’i 1 puan ve 2’si 0 puan, değişen 4 öğrenciden 1’i 2 puan, 1’i 1 puan ve 2’si 0 puan, görüşme yapılan toplam 10 öğrenciden 4’ü 2 puan, 2’si 1 puan ve 4’ü 0 puan almıştır. Sabit 6 öğrencinin noktaları say etkinliğinin örüntü tanıma adımına ait toplam puanı $(3 \times 2) + (1 \times 1) + (2 \times 0)$ olmak üzere 7 puan iken, değişen 4 öğrencinininki $(1 \times 2) + (1 \times 1) + (2 \times 0)$ olmak üzere 3 puan ve görüşme yapılan toplam 10 öğrencinininki $(4 \times 2) + (2 \times 1) + (4 \times 0)$ olmak üzere 10 puandır. Şekil 9’da verilen örnek puanlamada görüldüğü gibi, toplam 10 öğrenci için alınabilecek maksimum puan $(10 \times 2) + (0 \times 1) + (0 \times 0)$ olmak üzere 20, minimum puan ise, $(0 \times 2) + (0 \times 1) + (0 \times 0)$ olmak üzere 0 puandır.

MİNİMUM PUAN ÖRNEĞİ		Noktaları say		
		Puanlama		
		0	1	2
		f	f	f
ÖRÜNTÜ	S6(f)	6	0	0
	D4(f)	4	0	0
	T10(f)	10	0	0

MAKSİMUM PUAN ÖRNEĞİ		Noktaları say		
		Puanlama		
		0	1	2
		f	f	f
ÖRÜNTÜ	S6(f)	0	0	6
	D4(f)	0	0	4
	T10(f)	0	0	10

Şekil 9. Maksimum ve Minimum Puan Örnekleri

Tablo 24

Gözlem Formlarının Puanlanmasından Elde Edilen İşlenmemiş Veri

		Noktaları say			Rakamlarla renk			Bir daha söyle			Savaş gemileri			En hafif en ağır			Çamurlu şehir			Hazine avı			Yürüyüş emirleri			Turistik şehir			Sırları paylaşma			Çikolata fabrikası		
		Puanlama			Puanlama			Puanlama			Puanlama			Puanlama			Puanlama			Puanlama			Puanlama			Puanlama			Puanlama			Puanlama		
		0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2			
ÖRÜNTÜ	S6(f)	2	1	3				-	3	3	-	4	2	-	2	4				-	2	4												
	D4(f)	2	1	1				-	1	3	-	3	1	1	-	3				2	-	2												
	T10(f)	4	2	4				-	4	6	-	7	3	1	2	7				2	2	6												
YAKIN	S6(f)	-		6										2		4																		
	D4(f)	1		3										1		3																		
	T10(f)	1		9										3		7																		
UZAK	S6(f)	-	2	4										1	4	1				-	3	3												
	D4(f)	1	1	2										1	2	1				1	3	-												
	T10(f)	1	3	6										2	6	2				1	6	3												
SADELES	S6(f)				2	1	3	1	2	3	2	1	3	4	1	1				-	5	1	1	2	3									
	D4(f)				2	2	-	-	1	3	1	2	1	2	2	-				1	1	2	1	1	2									
	T10(f)				4	3	3	1	3	6	3	3	4	6	3	1				1	6	3	2	3	5									
BELİRGİN	S6(f)	-	3	3							2	2	2				1	2	3	3	2	1	-	4	2					1	3	2		
	D4(f)	-	2	2							1	2	1				1	1	2	2	-	2	1	1	2					-	4	-		
	T10(f)	-	5	5							3	4	3				2	3	5	5	2	3	1	5	4					1	7	2		
YAPILAN	S6(f)	1	3	2	1	-	5				-	3	3	2	2	2						-	1	5	1	1	4			-	1	5		
	D4(f)	3	-	1	-	1	3				-	2	2	1	2	1						1	2	1	1	1	2			1	1	2		
	T10(f)	4	3	3	1	1	8				-	5	5	3	4	3						1	3	6	2	2	6			1	2	7		

DEĞİŞKE	S6(f)	-	2	4											4	1	1											1	3	2										
	D4(f)	1	1	2											2	-	2											-	3	1										
	T10(f)	1	3	6											6	1	3											1	6	3										
FORMÜL	S6(f)	2	2	2											3	2	1	-	4	2											1	3	2							
	D4(f)	2	1	1											2	1	1	2	1	1											1	2	1							
	T10(f)	4	3	3											5	3	2	2	5	3											2	5	3							
MODEL	S6(f)	2	1	3											2	-	4											1	1	4										
	D4(f)	1	1	2											2	-	2											-	-	4										
	T10(f)	3	2	5											4	-	6											1	1	8										
GRAFİK	S6(f)					1	1	4	1	2	3											1	1	4	-	1	5											-	1	5
	D4(f)					1	-	3	1	2	1											1	-	3	-	2	2											-	1	3
	T10(f)					2	1	7	2	4	4											2	1	7	-	3	7											-	2	8
GERCEK	S6(f)	5	-	1	-	4	2	1	2	3	3	1	2	4	1	1	-	1	5	-	3	3	2	2	2	-	1	5	3	1	2	2	1	3						
	D4(f)	4	-	-	1	1	2	-	1	3	3	1	-	2	2	-	1	-	3	-	1	3	2	1	1	1	2	1	3	1	-	1	-	3						
	T10(f)	9	-	1	1	5	4	1	3	6	6	2	2	6	3	1	1	1	8	-	4	6	4	3	3	1	3	6	6	2	2	3	1	6						

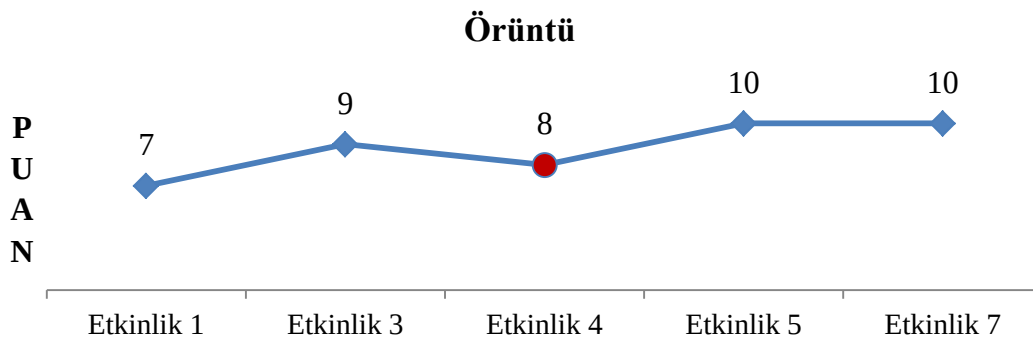
İşlenmemiş Verinin Analiz Edilmesi

Sayısallaştırılmış işlenmemiş veri araştırma sorularına göre iki farklı açıdan analiz edilmiş ve araştırmacı gözlemleriyle birleştirilmiştir. Bunlardan ilki; ikinci araştırma sorusuna yönelik, soyutlama adımlarının gelişiminin belirlenmesi için işlenmemiş veri tablosunun yatay analiz edilmesidir. İkincisi ise; üçüncü araştırma sorusuna yönelik, her etkinlikte soyutlama adımlarının kazanılma durumlarının irdelenmesi için işlenmemiş veri tablosunun dikey analiz edilmesidir. Nitel araştırma soruları ve yapılan analizlerin detayları bu bölümde yer almaktadır.

2. Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri ile öğrenim gören öğrencilerin soyutlama adımlarındaki gelişimleri

Bu araştırma sorusuyla, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin kullanıldığı 11 derslik süreçte soyutlama adımlarının değişiminin izlenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, her etkinlikten sonra görüşülen 10 öğrenciden sabit 6'sına (2'si iyi, 2'si orta, 2'si çalışmasına rağmen başarısız) ait toplam puanların eğilimi incelenmiştir. Sonuçlar, soyutlama adımlarındaki değişimin daha net bir şekilde görülmesini sağlamak amacıyla grafiklerle sunulmuştur. Eğilim çizgilerinin ani değişim gösterdiği noktalarda eğitim içerikleri de analiz edilmiştir. Yapılan incelemelerde, içeriğinde farklılıkların bulunduğu belirlenen etkinliklerin gösterimi, farklı şekil ve renkteki işaretçiler kullanılarak yapılmıştır.

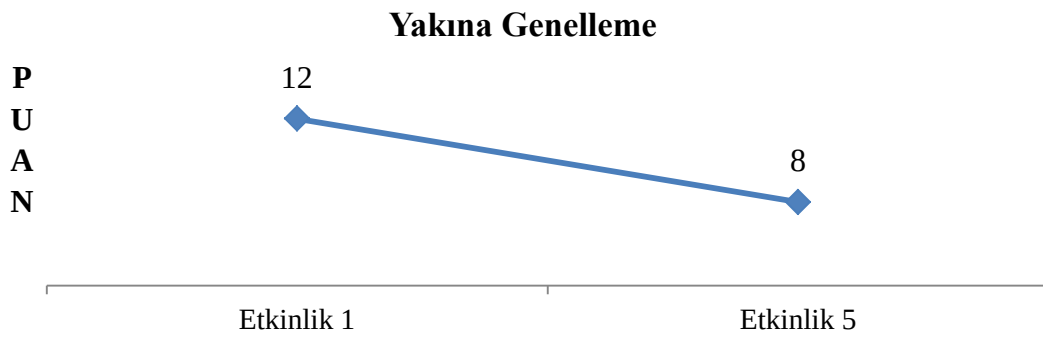
“Örüntü” adımını geliştirmesi beklenen beş etkinlik süresince, sabit 6 öğrencinin toplam puanlarının etkinliklere göre değişimi şekil 9’da yer almaktadır.



Şekil 10. Etkinliklere Göre “Örüntü” Adımının Toplam Puanları

Şekil 9’da görüldüğü gibi, ilk etkinlikle son etkinlik arasında üç puanlık bir artış söz konusudur. Bunun yanı sıra, süreç içerisinde örüntü adımıyla ilgili olarak genel bir yükselişin yaşandığı söylenebilir. Etkinlik 4’te genel durumun tersi yönde küçük bir düşüş görülmektedir. Bu durum dikkate alınarak etkinliklerin içerikleri incelendiğinde, 1., 3., 5. ve 7. etkinliklerde öğrencilerden örüntü tanımaları, 4. etkinlikte ise, örüntü oluşturmaları istendiği belirlenmiştir. İçeriklerdeki bu farklılaşmanın puanlara yansıdığı düşünülebilir.

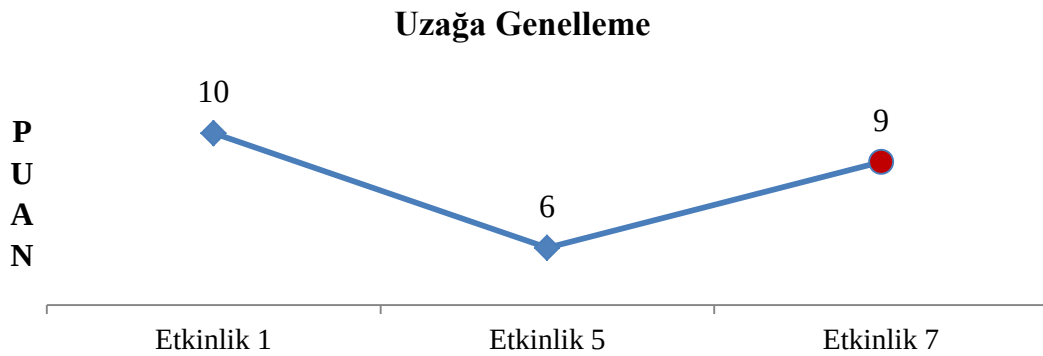
“Yakına genelleme” adımını geliştirmesi beklenen iki etkinlik süresince, sabit 6 öğrencinin toplam puanlarının etkinliklere göre değişimi Şekil 10’da yer almaktadır.



Şekil 11. Etkinliklere Göre “Yakına Genelleme” Adımının Toplam Puanları

Şekil 10’da “yakına genelleme” adımının toplam puanının düştüğü görülmektedir. Bu durumun anlaşılması için etkinlik içerikleri incelenmiş, benzer oldukları belirlenmiştir. Fakat araştırmacı, öğrencilerin 5. etkinlikte zorlandıklarını gözlemlemiştir. Sonuç olarak bu adımın gelişimiyle ilgili kıyas yapılacak yeterince benzer durumun bulunmadığına karar verilmiştir.

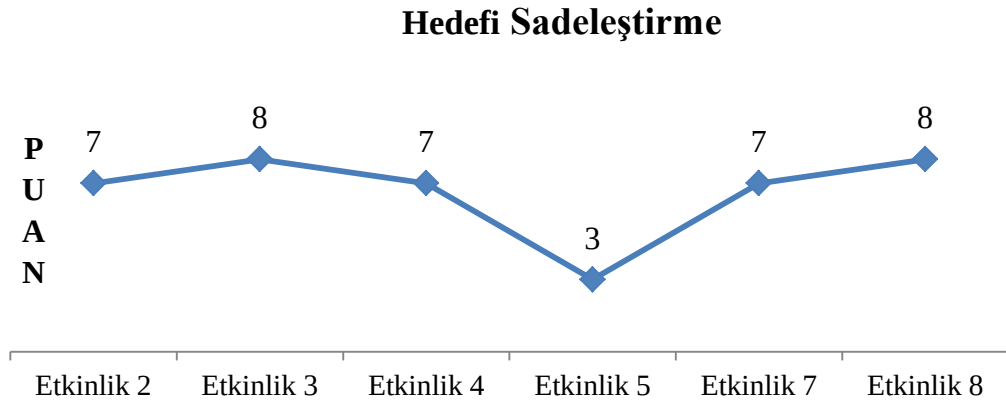
“Uzağa genelleme” adımını geliştirmesi beklenen üç etkinlik süresince, sabit 6 öğrencinin toplam puanlarının etkinliklere göre değişimi Şekil 11’de yer almaktadır.



Şekil 12. Etkinliklere Göre “Uzağa Genelleme” Adımının Toplam Puanları

Şekil 11'e bakıldığında etkinlik 5'te ani bir düşüş yaşandığı görülmektedir. Bu düşüşe araştırmacının etkinliğin zorluk seviyesi hakkında gözlemlerinin yanı sıra etkinliğin bu adımla ilgili içeriğinden kaynaklanan bir durumun etkisinin olup olmadığı incelenmiştir. 1. ve 5. etkinliklerde matematiksel ifadelerle, 7. etkinlikte ise diyagram oluşturarak uzağa genelleme yapıldığı belirlenmiştir. 7. etkinlikte içeriğin farklılaşması puanlarda herhangi bir farklılığa sebep olmamıştır. Sonuç olarak 5. etkinliğin puanlarında yaşanan düşüşün etkinliğin zorluk seviyesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

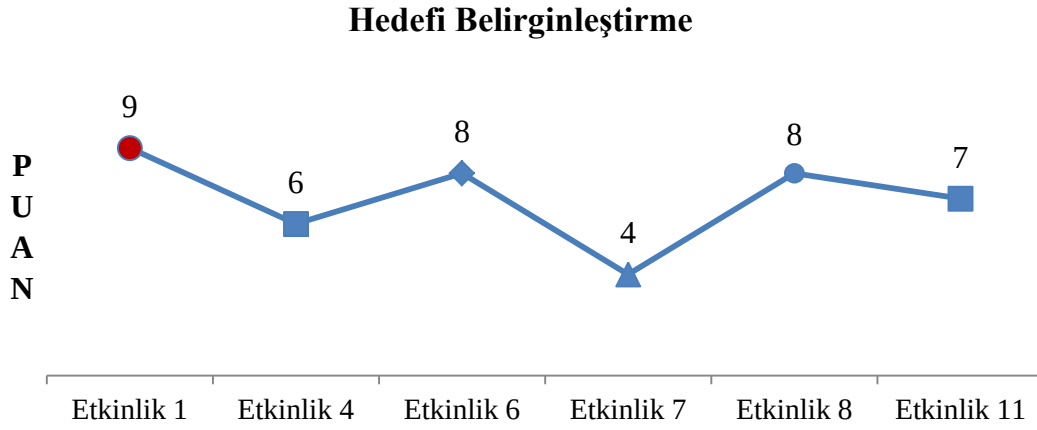
“Hedefi sadeleştirme” adımını geliştirmesi beklenen altı etkinlik süresince, sabit 6 öğrencinin toplam puanlarının etkinliklere göre değişimi şekil 12’de yer almaktadır.



Şekil 13. Etkinliklere Göre “Hedefi Sadeleştirme” Adımının Toplam Puanları

Şekil 12’de “hedefi sadeleştirme” adımının toplam puanlarının 5. etkinlik haricinde tam puan olan 12’nin yarısına yakın puanlarda sabit devam ettiği görülmektedir. Etkinlikler incelendiğinde benzer içeriklere sahip oldukları belirlenmiştir. Dolayısıyla, diğer adımlarda olduğu gibi 5. etkinliğin zorluk seviyesinin bu adımda da toplam puanda ani bir düşüşe neden olduğu düşünülmektedir. Bu değerlendirmeler doğrultusunda, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin “hedefi sadeleştirme” soyutlama adımına olumlu etkisinin olmadığı söylenebilir.

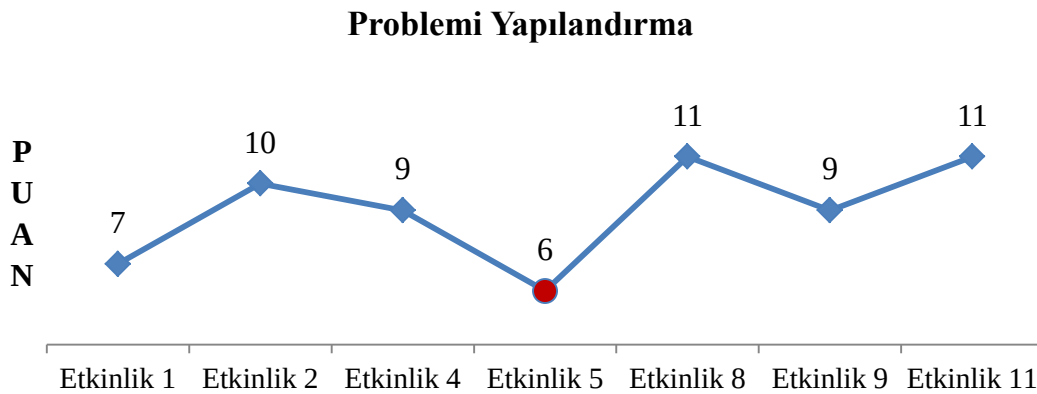
“Hedefi belirginleştirme” adımını geliştirmesi beklenen altı etkinlik süresince, sabit 6 öğrencinin toplam puanlarının etkinliklere göre değişimi şekil 13’te yer almaktadır.



Şekil 14. Etkinliklere Göre “Hedefi Belirginleştirme” Adımının Toplam Puanları

Şekil 13 “hedefi belirginleştirme” adımının değişimi ile ilgili fikir vermemektedir. Bu nedenle etkinlik içerikleri incelenmiş ve iki tür farklılık bulunduğu görülmüştür. Bunlardan ilki, 1. etkinliği kapsayan, doğruluğundan emin olunabilecek seçimlerin yapılması. İkincisi ise, kalan diğer etkinlikleri kapsayan, doğruluğundan emin olunamayacak açık uçlu seçimlerin yapılmasıdır. İkinci tür belirginleştirme daha zor olduğu için 1. etkinlikten sonra puanların düşüş yaşadığı düşünülmektedir. İkinci türde yer alan 4., 6., 8. ve 11. etkinliklerde sınırlı durum içerisinde seçim yapılırken, 7. etkinlikte sonsuz ihtimal içerisinde yapılmaktadır. Bu nedenle en düşük puanın bu etkinlikte olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, hedef belirginleştirilirken probleme göre seçme kriterleri de değişiklik gösterecektir. 4. ve 11. etkinliklerin seçme kriterlerinin benzer olduğu belirlenmiştir. Bu benzerlik puanlara da yansımıştır.

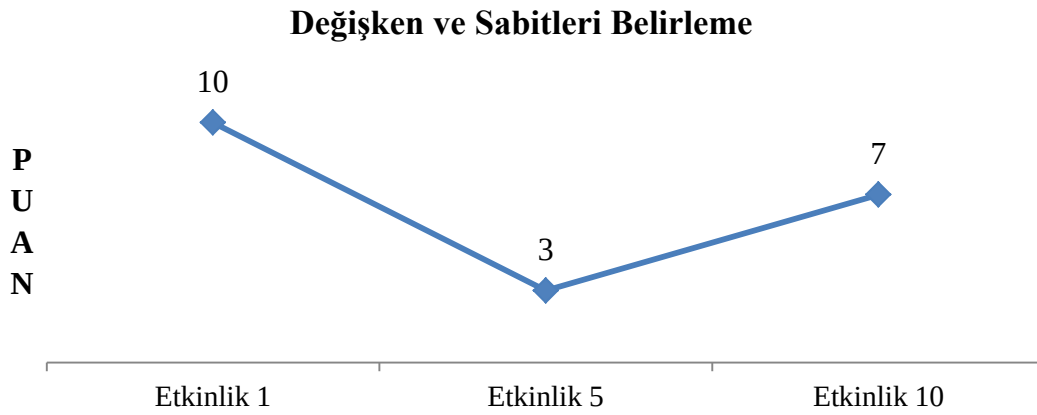
“Problemi yapılandırma” adımını geliştirmesi beklenen yedi etkinlik süresince, sabit 6 öğrencinin toplam puanlarının etkinliklere göre değişimi şekil 14’te yer almaktadır.



Şekil 15. Etkinliklere Göre “Problemi Yapılandırma” Adımının Toplam Puanları

Şekil 14’te “problemi yapılandırma” adımı toplam puanlarında 5. etkinlikte ani bir düşme olmasına rağmen genel bir artış görülmektedir. Bu düşüşü anlamak amacıyla etkinlik içerikleri incelendiğinde, problemi yapılandırmaya ilişkin diğer etkinlikler ya seçenekleri sınırlı az sayıda ya da sonsuz bir durum içinde çalışılmaktadır. Sonsuz seçeneği inceleyemeyeceğini fark eden öğrenciler sınırlı birkaç durumu yapılandırarak çözüme ulaşmışlardır. Fakat 5. etkinliğe ait görevde, seçenek sayısı fazla olan bir problem bulunmaktadır. Böyle problemlerde öğrencilerden birinin “çok kart var, çok vakit alır, devam edemeyeceğim” ifadesinden de anlaşılacağı üzere, öğrenciler hangi seçenekleri nasıl yapılandıracakları ile ilgili sorun yaşamış ve pes etmişlerdir.

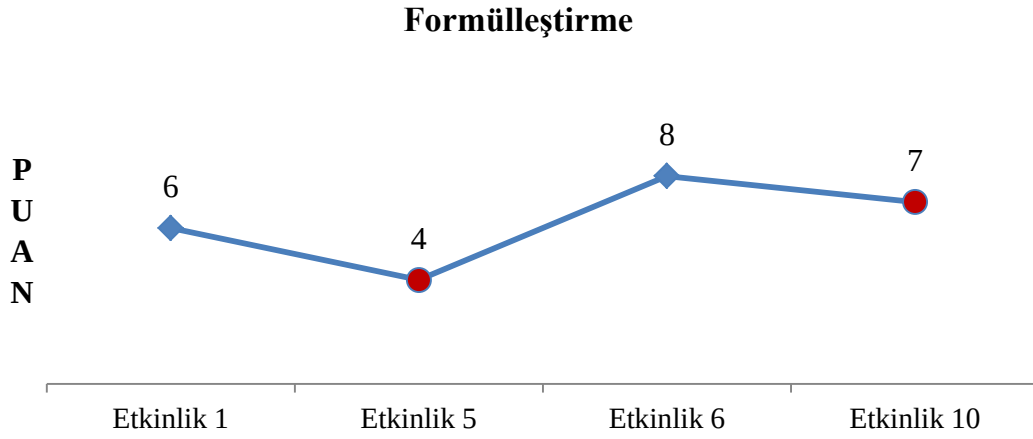
“Değişken ve sabitleri belirleme” adımını geliştirmesi beklenen üç etkinlik süresince, sabit 6 öğrencinin toplam puanlarının etkinliklere göre değişimi şekil 15’te yer almaktadır.



Şekil 16. Etkinliklere Göre “Değişken ve Sabitleri Belirleme” Adımının Toplam Puanları

Şekil 15’te de görüldüğü üzere, “değişken ve sabitleri belirleme” adımının toplam puanları değişkenlik gösterdiği için etkinlik içerikleri bu adım bazında incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, etkinliklerin içeriklerinin birbirlerine benzer olduğu belirlenmesine karşın puanlarda görülen düşüş, araştırmacı gözlemlerinde de ifade ettiği gibi 5. ve 10. etkinliğin zorluk seviyeleriyle açıklanabileceği düşünülmektedir.

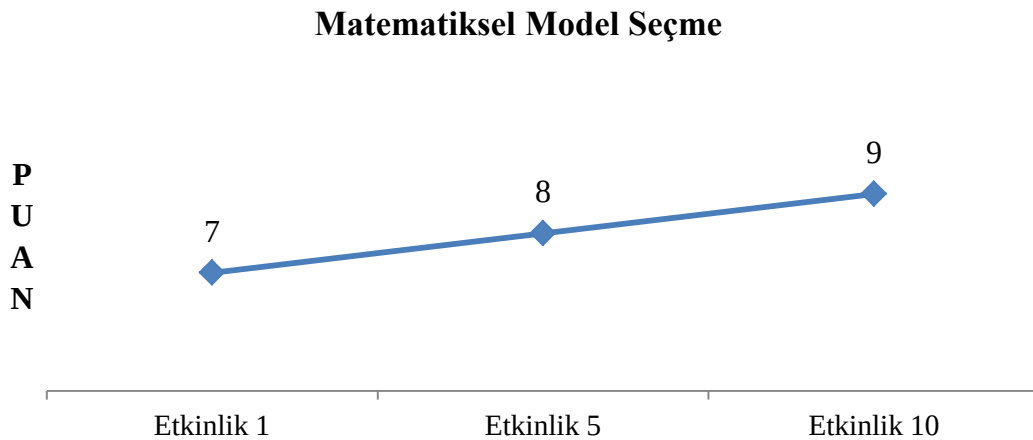
“Formülleştirme” adımını geliştirmesi beklenen dört etkinlik süresince, sabit 6 öğrencinin toplam puanlarının etkinliklere göre değişimi şekil 16’da yer almaktadır.



Şekil 17. Etkinliklere Göre “Formülleştirme” Adımının Toplam Puanları

“Formülleştirme” adımının toplam puanlarının şekil 16’da değişkenlik gösterdiği görülmüş ve etkinliklerin içeriklerinin incelenmesine karar verilmiştir. İnceleme sonuçlarına göre, öğrenciler 1. ve 6. etkinliklerde sabit ve değişkenleri kullanarak formül oluşturmaktadırlar. 5. ve 10. etkinliklerde ise, seçilen matematiksel model üzerinde değişkenlerin yerine farklı değişkenler yazarak düzenleme yapmaları gerekmektedir. Sonuç olarak “formülleştirme” adımı toplam puanları benzer içerikli etkinlikler arasında kıyaslandığında, iki türde de puanların yükseldiği görülmektedir. Son olarak, şekil 16 incelendiğinde puanların tam puan olan 12’nin yarısına yakın değerlerde olduğu dikkat çekmektedir.

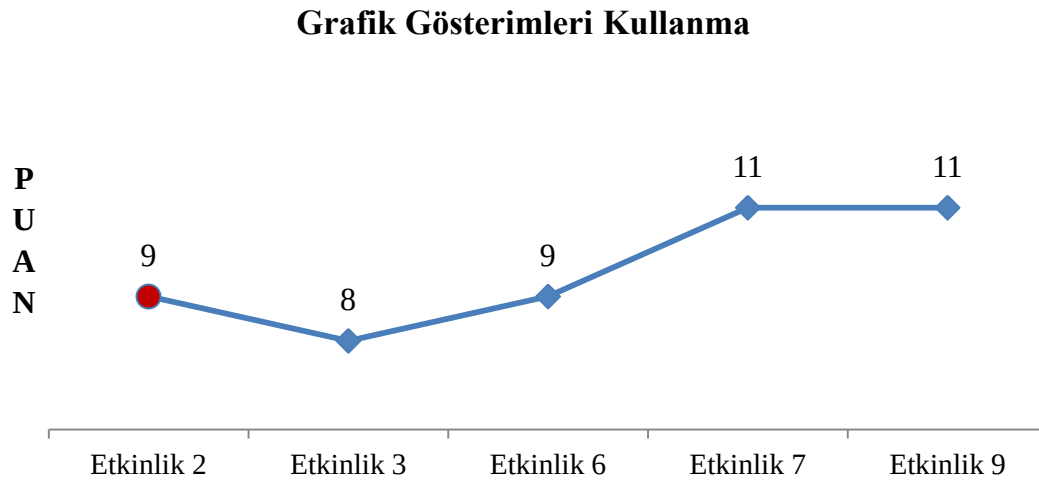
“Matematiksel model seçme” adımını geliştirmesi beklenen üç etkinlik süresince, sabit 6 öğrencinin toplam puanlarının etkinliklere göre değişimi şekil 17’de yer almaktadır.



Şekil 18. Etkinliklere Göre “Matematiksel Model Seçme” Adımının Toplam Puanları

Şekil 17 incelendiğinde, bu adımın toplam puanlarında düzenli bir artış görülmektedir. Yani, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleriyle öğrenim gören öğrenciler, problemin çözümünde kullanılmak üzere mevcut bilgilerinden uygun matematiksel modeli seçmede giderek daha başarılı olmaktadır.

“Grafik gösterimleri kullanma” adımını geliştirmesi beklenen beş etkinlik süresince, sabit 6 öğrencinin toplam puanlarının etkinliklere göre değişimi şekil 18’de yer almaktadır.

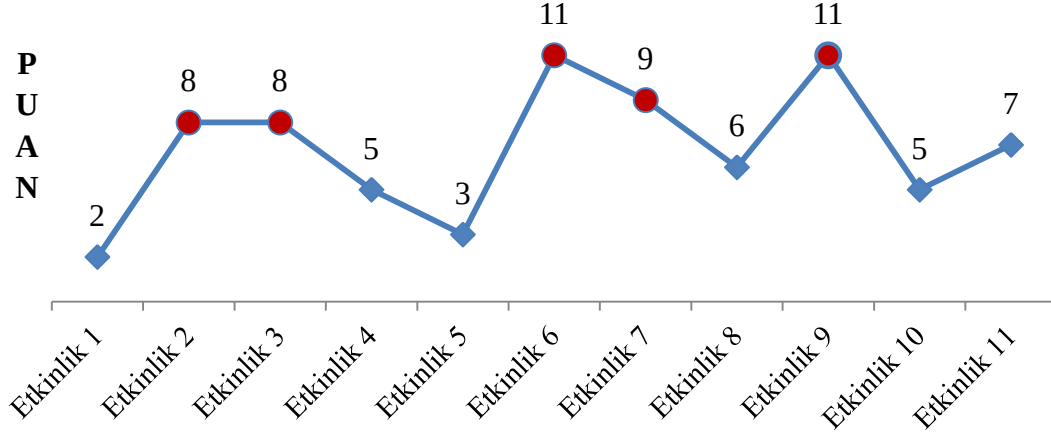


Şekil 19. Etkinliklere Göre “Grafik Gösterimleri Kullanma” Adımının Toplam Puanları

Şekil 18’de “grafik gösterimleri kullanma” adımına ait toplam puanların yükseldiği görülmektedir. Etkinlik içerikleri incelendiğinde 2.etkinlik grafik, diğerleri ise diyagram gösterimlerini kullanmaktadır. Ayrıca bu adım içerisinde en karmaşık diyagramlar en düşük toplam puana sahip olan 3. etkinlikte bulunmaktadır.

Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme” adımını geliştirmesi beklenen 11 etkinlik süresince, sabit 6 öğrencinin toplam puanlarının etkinliklere göre değişimi şekil 19’da yer almaktadır.

Gerçek Hayat Durumu ile Karşılaştırarak Kontrol



Şekil 20. Etkinliklere Göre “Gerçek Hayat Gösterimleri İle Karşılaştırarak Kontrol Etme” Adımının Toplam Puanları

Şekil 19’deki “gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme” adımının toplam puanlarının inişli çıkışlı durumu, etkinlikler boyunca bu adımın değişimi hakkında genel bir fikir oluşturmamaktadır. Araştırmacı, öğrencilerin verdikleri cevapları kontrol etme eğilimini görsel alana hitap eden içeriklerde daha fazla sıklıkla gösterdiklerini gözlemlemiştir. Bu ifadeye göre etkinlikler incelenmiş ve grafik, diyagram içeren etkinlikler kırmızı işaretçilerle, diğer metin, mantık, matematiksel etkinlikler ise mavi işaretçilerle gösterilmiştir. Her iki grubun toplam puanlarındaki değişim kendi etkinliklerine göre değerlendirildiğinde, her iki grupta da “gerçek hayat gösterimleri ile karşılaştırarak kontrol etme” adımının gelişme gösterdiği söylenebilir. Son olarak şekil 19’da görsel olmayan durumların puanlarının tam puan olan 12’nin yarısından daha düşük değerlerde devam ettiği görülmektedir.

Yatay analiz sonuçlarını özetlemek gerekirse, soyutlama becerisinin adımlarından alınan puanların etkinliklere göre değişimleri öğrencilerin, “örüntü tanıma”, “problemi yapılandırma”, “formülleştirme”, “matematiksel model seçme”, “grafik gösterimleri kullanma”, “gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme” olmak üzere 6 adımda gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır. “Yakına genelleme”, “uzağa genelleme”, “hedefi sadeleştirme”, “hedefi belirginleştirme” ve “değişken ve sabitleri belirleme” adımlarında ise aynı etkiden bahsetmek mümkün görünmemektedir.

3. Öğrencilerin, her bir bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliği için hedeflenen soyutlama adımlarını kazanma durumları

Bu araştırma sorusuyla, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin hangi soyutlama adımlarında zayıf kaldığının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, işlenmemiş veri tablosu dikey olarak analiz edilmiştir. Yatay analizde soyutlama adımlarının gelişiminin izlenmesi amaçlandığı için sabit 6 öğrencinin toplam puanları incelenmiştir. Dikey analizde ise, herhangi bir gelişime bakılmayacağı için değişen öğrencilerin de bulunduğu toplam 10 öğrencinin aldıkları puanların frekansları analiz edilmiştir. Grubun yarısından daha fazlasının görevi tamamlayamadığı durumlar detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca yaşanan sorunların aydınlatılmasını sağlamak amacıyla öğrenci ifadelerinden faydalanılmıştır.

“Noktaları say” isimli birinci etkinlikten sonra yapılan görev tabanlı görüşmelerde etkinlik içeriğine benzer görevler verilmiştir. Bu esnada doldurulan gözlem formları analitik rubriklerle puanlanmıştır. 10 öğrenciye ait puanlamaların frekansları tablo 25’tedir.

Tablo 25

“Noktaları Say” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları

	0 puan	1 puan	2 puan
Geliştirmesi beklenen soyutlama adımı	f	f	f
Örüntü	4	2	4
Yakına genelleme	1		9
Uzağa genelleme	1	3	6
Hedefi belirginleştirme	-	5	5
Problemi yapılandırma	4	3	3
Değişken ve sabitleri belirleme	1	3	6
Formülleştirme	4	3	3
Matematiksel model seçme	3	2	5
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	9	-	1

“Örüntü”, “problemi yapılandırma”, “formülleştirme” ve “gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme” adımlarından tam puan alanların sayısının grubun yarısından daha az olduğu tablo 25’te görülmektedir. Bu adımlarda öğrencilerin yaşadıkları sorunlar incelenmiştir. İkilik düzende yazılmış sayıların onluk sistemde tek mi, çift mi olduğunu nasıl anlayabileceğimizin sorulduğu görevde, öğrencilerin öncelikle problemi yapılandırmaları gerekmektedir. 4 öğrenci probleme herhangi bir başlangıç noktası

bulamamış, 3 öğrenci ise kurgulamadan rastgele sayıları incelemişlerdir. Başlangıç noktası bulamayan öğrencilere farklı sayıları incelemeleri önerilmiş ve bu öğrencilerin de bir sonraki adım olan örüntüye geçmeleri sağlanmıştır. İncelemeleri sonucunda, öğrencilerden 4'ü herhangi bir örüntü yakalayamamış 2'si ise tesadüfi olarak doğru örüntüler bulmuşlardır. Diğer görevde, öğrenciler sola doğru gidildiğinde 25. kartta bulunması gereken nokta sayısını formüllerle hesaplamaktadırlar. Bu adımda 4 öğrenci ya formülü hiç yazamamış ya da yanlış yazmıştır. 3 öğrenci ise, " 2^{n-1} " şeklinde doğru yazmasına karşın "neden $2(n-1)$ değil?" gibi sorular sorulduğunda karışıklık yaşamış, açıklama bulamamıştır. Ayrıca görevleri tamamlarken 10 öğrenciden yalnızca biri süreç içerisinde verdiği cevapları kontrol etmiş, 9 öğrenci hiçbir işlemini teyit etmemiştir.

"Rakamlarla renk" isimli ikinci etkinlikten sonra etkinlik içeriğine benzeyen görevlerin verildiği görev tabanlı görüşmeler yapılmıştır. Bu esnada doldurulan gözlem formları analitik rubriklerle puanlanmıştır. 10 öğrenciye ait puanlamaların frekansları tablo 26 sunulmaktadır.

Tablo 26

"Rakamlarla Renk" Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları

	0 puan	1 puan	2 puan
Geliştirmesi beklenen soyutlama adımı	f	f	f
Hedefi sadeleştirme	4	3	3
Problemi yapılandırma	1	1	8
Grafik gösterimleri kullanma	2	1	7
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	1	5	4

Tablo 26'da "hedefi sadeleştirme" ve "gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme" adımlarından elde edilen tam başarı oranlarının yarıdan daha az olduğu görülmektedir. Öğrencilerin bu adımlarda eksiklik yaşadıkları bölümler incelenmiştir. Verilen görseli bir kere çizdikten sonra ikinci kez daha simgesel çizmesi istenen öğrencilerden 4'ü ilk çizimleriyle aynı veya daha fazla detay içerecek şekilde çizmiş, 3'ü ise simgeleştirmesine karşın en sade haline ulaşamamış veya görselin ana öğelerini bozmuştur. Daha sonra çizimlerini okuyarak sayılarla kodlamaları istenmiştir. Bu süreçte öğrencilerden 1'i ne çizimlerini, ne de kodlamalarını kontrol etmemiş, 5 öğrenci ise yalnızca çizimlerini kontrol etmiştir. 4 öğrenci her ikisini de doğrulamıştır. Yani, yalnızca 4 öğrenci kodlamalarını teyit etmiştir.

“Bir daha söyle” isimli üçüncü etkinliğin ardından 10 öğrenciye etkinlik içeriğine benzer olarak tasarlanmış görevler verilmiştir. Bu süreçte doldurulan gözlem formları analitik rubriklerle puanlanmıştır. Yapılan puanlamaların frekansları tablo 27’de verilmektedir.

Tablo 27

“Bir Daha Söyle” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları

	0 puan	1 puan	2 puan
Geliştirmesi beklenen soyutlama adımı	f	f	f
Örüntü	-	4	6
Hedefi sadeleştirme	1	3	6
Grafik gösterimleri kullanma	2	4	4
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	1	3	6

Tablo 27 incelendiğinde, benzerlikleri yakalayarak verilen metni sıkıştırma ve bunu diyagramlarla gösterme görevinde, “grafik gösterimleri kullanma” adımı hariç bütün adımlarda, grubun yarısından fazlasının tam puan aldığı görülmektedir. “Grafik gösterimleri kullanma” adımı ise, 10 öğrenciden 6’sı başarılı sonuca ulaşamamıştır. Bu öğrencilerden 2’si metin içinde bulduğu benzerlikleri diyagramlarla gösterememiş, 4’ü diyagram gösterimlerinde sorun yaşamıştır. Yapılan hatalar incelendiğine, çatal, satar, yapar, sapan, çoban kelimelerindeki iç içe benzerliklerin olduğu gösterimlerde zorlandıkları belirlenmiştir.

“Savaş gemileri” isimli dördüncü etkinlikten sonra 10 öğrenciye etkinlik içeriğine benzeyen görevler verilmiştir. Bu esnada doldurulan gözlem formları rubriklerle puanlanmıştır. Yapılan puanlamaların frekansları tablo 28’de sunulmaktadır.

Tablo 28

“Savaş Gemileri” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları

	0 puan	1 puan	2 puan
Geliştirmesi beklenen soyutlama adımı	f	f	f
Örüntü	-	7	3
Hedefi sadeleştirme	3	3	4
Hedefi belirginleştirme	3	4	3
Problemi yapılandırma	-	5	5
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	6	2	2

Tablo 28'e göre "problemi yapılandırma" adımı hariç, hiçbir adımda tam puan alanların sayısı grubun yarısını geçememiştir. Öğrencilerin sorun yaşadıkları yerlerin belirlenmesi amacıyla etkinliğin hitap ettiği soyutlama adımları incelenmiştir. Bu etkinlikte verilen görevde öğrencilerden, karışık olarak verilmiş isimler arasından, öğrendikleri üç arama yöntemini kullanarak arama yapmaları ve hızlı olan yöntemi seçmeleri istenmiştir. Öncelikle her yöntemin özelliklerine göre isimleri düzenlemeleri, problemi yapılandırmaları gerekmektedir. Bu esnada üçüncü arama yöntemi için isimleri bir yığılma olmadan sınıflamaları beklenmiştir. Öğrencilerin hepsi isimleri herhangi bir örüntüyle gruplamasına rağmen, 7'sinin bulduğu örüntü yığılmayı engellememiştir. Hızlı olan yöntemi seçmeleri gerektiğinde, arama yöntemlerinin hangi seçenekleri ihmal etmesiyle aramayı hızlandırdığının, hangi seçeneklerin sadeleştirildiğinin farkında olmaları gerekmektedir. Daha sonra, yöntemlerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajlarını düşünerek seçim yapmaları yani, hedefi belirginleştirmeleri beklenmektedir. Bu doğrultuda, 3 öğrenci bazı yöntemlerin, 3 öğrenci hiçbir arama yönteminin ihmal ettiği seçeneklerin farkında değildir. 3 öğrenci hızlı arama yöntemi olarak rastgele birini seçerken, 4'ü yöntemleri birbirine göre kıyaslamış ama herhangi bir seçim yapamamıştır. Bütün süreç boyunca 6 öğrenci ne isimleri düzenlerken ne de hızlı arama yöntemini belirlerken cevaplarını kontrol etmemiştir. 2 öğrenci, isimleri düzenlerken doğrulamıştır.

Ayrıca, görüşme esnasında 2 öğrenci ikinci yöntemde, 1 öğrenci de üçüncü yöntemde nasıl arama yapıldığının anlaşılmadığını ifade etmiştir. Verilen görevde başarılı olan öğrencilerden biri "*bu derste sıralama ve gruplama yapmanın iş yükünü azalttığını fark ettim.*" ifadesini kullanmıştır.

"En hafif ve en ağır" isimli beşinci etkinlikten sonra 10 öğrenci ile görev tabanlı görüşmeler yapılmıştır. Öğrenciler etkinlik içeriğine benzer görevleri tamamlarken, araştırmacı tarafından gözlem formları doldurulmuştur. Daha sonra bu formlar analitik rubriklerle puanlanmıştır. Yapılan puanlamalar ve frekansları tablo 29'da yer almaktadır.

Tablo 29

“En Hafif En Ağır” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları

	0 puan	1 puan	2 puan
Geliştirmesi beklenen soyutlama adımı	f	f	f
Örüntü	1	2	7
Yakına genelleme	3		7
Uzağa genelleme	2	6	2
Hedefi sadeleştirme	6	3	1
Problemi yapılandırma	3	4	3
Değişken ve sabitleri belirleme	6	1	3
Formülleştirme	5	3	2
Matematiksel model seçme	4	-	6
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	6	3	1

Verilen görevin “uzağa genelleme”, “hedefi sadeleştirme”, “problemi yapılandırma”, “değişken-sabitleri belirleme”, “formülleştirme” ve “gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme” adımlarından tam puan alan öğrenci sayının grubun yarısından az olduğu tablo 29’da görülmektedir. Bu görevde, ön yüzünde sayılar bulunan 10 adet kart, arka yüzleri çevrilmiş olarak öğrencilere verilmiştir. İkili kıyaslamaların yapıldığı kartlardan büyük olanı araştırmacı tarafından söylemiştir. Bu şekilde öğrencilerden kapalı olan kartları en hızlı şekilde büyükten küçüğe doğru sıralamaları istenmiştir. Bu amaçla “hedefi sadeleştirme” adımı için öğrencilerden derste öğrendikleri ve kıyas sayısını azaltan ikinci yöntemi kullanmaları beklenmiştir. 6 öğrenci uzun yöntemle sıralamaya çalışmış, 3 öğrenci ise, ikinci yöntemle ihmal edilen kıyas sayısının farkında olmasına karşın bu yöntemi kullanmakta sorun yaşamıştır. Ayrıca öğrencilerden, sıralama yaparken kıyaslayacağı ikilileri mantıksal olarak yapılandırmaları beklenmiştir. 4 öğrenci kıyaslayacağı ikililerini belirli bir kurguya göre seçerken süreç içerisinde tekrarlara düşmüş, 3 öğrenci ise hiçbir ikiliyi yapılandırmamış rastgele denemeler yaparak sıralamaya çalışmıştır. Bu 3 öğrenciden biri süreci tamamlayamamış, kartları sıralayamamış ve “*en başta çok dağınık çalıştım, toparlayamıyorum*”, başka bir öğrenci ise “*Çok fazla kart var. Çok kıyas yapmam lazım. Çok vakit alır. Devam edemeyeceğim*” ifadesini kullanmıştır. Daha sonra 100 kart olsaydı en fazla kaç kıyas yapılması gerektiği sorulmuştur. 7 öğrenci -kıyas sayısının 1’den kart sayısının bir eksiğine kadar olan sayıların toplamı- olan örüntüyü yakalamıştır. 4 öğrenci bu örüntünün formülize edilmesine yardımcı olacak matematiksel modeli (1’den n’e kadar olan sayıların toplamı)

seçememiştir. Model seçemediklerine dair notlar alındıktan sonra bu öğrencilere $(n(n+1))/2$ formülü verilmiştir. “Formülleştirme” adımıyla kıyas sayısını bulmak için verilen modelde n yerine kart sayısı yazılacak şekilde düzenlemeleri beklenmiştir. 5 öğrenci matematiksel modeli direkt olarak kullanmış, düzenleme yapması gerektiğini fark etmemiş, 3 öğrenci ise, düzenlemeye çalışmış fakat bazı mantık ve dört işlem hataları yapmıştır. Formül düzenleme esnasında öğrencilerden biri yaşadığı sorunu “*Derslerde ya bildiğimiz bir formüle değer veriyoruz ya da formülü yazıp bilinmeyeni buluyoruz. Formülden yeni bir formül yazmayı daha önce yapmadık. Siz anlatırken anlıyorum ama kendim yazmam gerektiğinde unutmuş oluyorum. Bu tarz sorular çözsek alışırsınız.*” şeklinde açıklamıştır. Değişken ve sabitleri belirleme adımıyla seçtikleri model ile ulaştıkları formül üzerinde n ’i açıklamaları istenmiştir. Bu noktada 6 öğrenci her iki formülde de açıklayamamış, 1 öğrenci ise ulaştığı formülde açıklarken seçtiği modelde açıklayamamıştır. Sonuç olarak, 100 kart gibi uzak hedefe ulaşmaya çalışan öğrencilerden 2’si formül arayışına dahi girmemiş, 6’sı yanlış formülle çalışarak sonuca ulaşamamıştır. Süreç içerisinde yalnızca 1 öğrenci bütün adımlarının kontrolünü sağlamıştır.

“Çamurlu şehir” isimli altıncı etkinliğin tamamlanmasından sonra etkinlik içeriğine benzer görevlerle yapılan görüşmelerde gözlem formları doldurulmuştur. Bu formlar rubriklerle puanlanmıştır. 10 öğrenci için yapılan puanlamalar ve frekansları tablo 30’da yer almaktadır.

Tablo 30

“Çamurlu Şehir” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları

	0 puan	1 puan	2 puan
Geliştirmesi beklenen soyutlama adımı	f	f	f
Hedefi belirginleştirme	2	3	5
Formülleştirme	2	5	3
Grafik gösterimleri kullanma	2	1	7
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	1	1	8

Tablo 30 incelendiğinde, yalnızca “formülleştirme” adımıyla başarının düşük olduğu görülmektedir. Bu etkinliğin görevinde öğrencilerden, yerleşim planı verilen şehirde bütün evleri birbirine bağlayan en kısa hattı bulmaları istenmiş ve bütün evlerin bağlanabilmesi için en az kaç yol kullanılması gerektiği sorulmuştur. 5 öğrenci ev sayısı ile aynı olduğunu söylemiş, 2 öğrenci ise, cevap bulamamıştır.

“Hazine avı” isimli yedinci etkinliğin ardından 10 öğrenci ile görev tabanlı görüşmeler yapılmıştır. Gözlem yoluyla elde edilen veriler rubriklerle puanlanmıştır. Puanlamalar ve frekansları tablo 31’de verilmektedir.

Tablo 31

“Hazine Avı” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları

	0 puan	1 puan	2 puan
Geliştirmesi beklenen soyutlama adımı	f	f	F
Örüntü	2	2	6
Uzağa genelleme	1	6	3
Hedefi sadeleştirme	1	6	3
Hedefi belirginleştirme	5	2	3
Grafik gösterimleri kullanma	-	3	7
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	-	4	6

Tablo 31’de “uzağa genelleme”, “hedefi sadeleştirme” ve “hedefi belirginleştirme” adımlarından tam puan alan öğrenci sayılarının grubun yarısından daha az olduğu görülmektedir. Belirli sayıda ihtimali verilen bir durumun tamamını temsil edecek yapıyı oluşturmalarının istendiği görevde, 5 öğrenci ada sayılarını rastgele belirleyerek başlamış, 2 öğrenci ihtimaller içerisinde benzerlik gösteren yapılara göre başlamasına rağmen süreç içerisinde değiştirmiştir. 1 öğrenci ihtimalleri sadeleştirmeden direkt diyagrama aktarmış, 6 öğrenci ise, fazla yol kullanarak sadeleştirilebilir bir yapı oluşturmuştur. Sonuç olarak uzak hedef için, 1 öğrenci bütün ihtimallerde çalışan herhangi bir yapı oluşturamamış görevi tamamlayamamış ve yaşadığı sorunu “*derste adalar verildi, ihtimalleri yazdık. İhtimalleri verip şekli çizdiğimiz sadece bir örnek yaptık. Tam oturtamadım.*” ifadesiyle açıklamıştır. 6 öğrenci ise, fazlalıkları olmakla beraber bütün ihtimallerde çalışan temsili yapıyı oluşturabilmiştir.

“Yürüyüş emirleri” isimli sekizinci etkinlikten sonra etkinlik içeriğine benzer görevler verilmiş ve gözlem formları doldurulmuştur. 10 öğrenciye ait verilerin rubriklerle analizi sonucu elde edilen bulgular tablo 32’de yer almaktadır.

Tablo 32

“Yürüyüş Emirleri” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları

	0 puan	1 puan	2 puan
Geliştirmesi beklenen soyutlama adımı	f	f	f
Hedefi sadeleştirme	2	3	5
Hedefi belirginleştirme	1	5	4
Problemi yapılandırma	1	3	6
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	4	3	3

Tablo 32’ye göre, bu etkinliğin “hedefi belirginleştirme” ve “gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme” adımlarında başarıyı sağlayamadığı söylenebilir. Yanlış talimatların verilmesinden dolayı istenen çizime ulaşamayan görevde öğrencilerden, bu talimatları düzenlemeleri istenmiştir. 1 öğrenci yönergelerin birinci ve üçüncü maddelerinde yeterince detay verilmediği için hedefin belirginleştirilmesi gerektiğini fark etmemiştir. 5 öğrenci ise, bu durumun farkında olmasına karşın düzenleme yapamamış veya maddelerden yalnızca birini düzenlemiştir. Düzenleme yapan öğrencilerden 4’ü hiçbir maddenin, 3’ü ise, bazı maddelerin farklı öğrenciler tarafından nasıl anlaşılabilceğine dair ihtimalleri düşünerek kontrol etmemiştir.

Verilen talimatları düzenlemekte sorun yaşayan öğrencilerden biri bu etkinlik için *“derste ilk anlattığınızda çok basit geldi, fakat arkadaşşıma anlatmaya çalıştığımda söylediklerimin hep yanlış anlaşıldığını gördüm. Şekiller karışıklaştıkça anlatmak daha da zorlaştı. Detaylı, ince ince düşünmek gerekiyor. İlk görüldüğü kadar kolay değilmiş”* ifadesini, başarılı olan başka bir öğrenci ise *“ilk bakışta yaparım hemen diyorum ama çok uğraştırıyor, söylediklerimi başkaları farklı anlıyor. Fazla ayrıntı verilirse kafa karıştırıcı oluyor. Dikkatli olmak, farklı anlaşılmayacak yeterli ayrıntısı olan yönergeler vermek gerekiyor.”* ifadesini kullanmıştır.

“Turistik şehir” isimli dokuzuncu etkinlikten sonra yapılan görüşmelerde etkinlik içeriğine benzeyen görevler verilmiştir. Bu esnada doldurulan gözlem formları rubriklerle puanlanmıştır. 10 öğrenciye ait puanlamaların frekansları tablo 33’te sunulmaktadır.

Tablo 33

“Turistik Şehir” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları

	0 puan	1 puan	2 puan
Geliştirmesi beklenen soyutlama adımı	f	f	f
Problemi yapılandırma	2	2	6
Grafik gösterimleri kullanma	-	2	8
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	1	3	6

Görevde öğrencilerden, bir yerleşim bölgesinin temsili gösterimi verilmiş, belirli kurallara göre en az sayıda olacak şekilde büfe yerleştirilecek noktaları belirlemeleri istenmiştir. Tablo 33’te etkinliğin hitap ettiği bütün soyutlama adımlarında tam puan alan öğrencilerin sayısının grubun yarısından daha fazla olduğu görülmektedir.

“Sırları paylaşma” isimli onuncu etkinlikten sonra 10 öğrenci ile yapılan görev tabanlı görüşmelerin rubrik ile puanlanmasına ait bulgular tablo 34’te verilmektedir.

Tablo 34

“Sırları Paylaşma” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları

	0 puan	1 puan	2 puan
Geliştirmesi beklenen soyutlama adımı	f	f	f
Değişken ve sabitleri belirleme	1	6	3
Formülleştirme	2	5	3
Matematiksel model seçme	1	1	8
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	6	2	2

Tablo 34’e göre, “değişken ve sabitleri belirleme”, “formülleştirme” ve “gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme” adımlarında grubun yarısından daha fazlası tam puan alamamıştır. Verilen görevde öğrencilerden, matematik sınav notları gizli kalacak şekilde sınıf ortalamasını bulmaları istenmiştir. Kendi durumlarında kullanmak üzere 8 öğrenci mevcut bilgilerinden ortalama matematiksel modelini seçmiştir. Kalan 2 öğrenci için model seçemedikleri not edilmiş ve kendilerine ortalama hesaplama formülü verilmiştir. “Formülleştirme” adımı bu formülü kendi değişkenlerine göre düzenlemeleri beklenmesine karşın, 2 öğrenci direkt kullanmış, 5 öğrenci düzenlerken hatalar yapmıştır. Problemin çözümü için kullandıkları formülde yer alan sabit ve değişkenlerden 1 öğrenci hiçbirini, 6 öğrenci ise, bazılarını açıklayamamıştır. Yalnızca 2

öğrenci hem düzenlenmiş formülünü hem de verdiği cevabı, 2 öğrenci ise yalnızca verdiği cevabı kontrol etmiştir.

“Çikolata fabrikası” isimli onbirinci ve son etkinlikten sonra 10 öğrenciye etkinlik içeriğine benzer görevler verilmiştir. Gözlem formu ile takip edilen süreç rubrik yardımıyla puanlanmıştır. Yapılan puanlama ve frekansları tablo 35’te yer almaktadır.

Tablo 35

“Çikolata Fabrikası” Etkinliğiyle İlgili Görevlere Ait Rubrik Puanlamaları

	0 puan	1 puan	2 puan
Geliştirmesi beklenen soyutlama adımı	f	f	f
Hedefi belirginleştirme	1	7	2
Problemi yapılandırma	1	2	7
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	3	1	6

Tablo 35 incelendiğinde, “hedefi belirginleştirme” adımı tam puan alan öğrenci sayısının yalnızca 2 olduğu görülmektedir. Okullar için uygun olacak musluğu seçmeleri beklenen öğrencilerden 1’i listelediği musluk çeşitleri arasından rastgele seçim yaparken, 7’si ya sadece musluk çeşitlerinin özelliklerini ya da sadece yaşanan farklı problemleri düşünerek seçim yapmıştır.

Bir öğrenci etkinlik hakkında “*insanlar için değil de, farklı düşünen ve farklı özellikleri olan varlıklara uygun olan ocaklar, tezgâhlar tasarlamak, başkası gibi düşünmeye çalışmak, yaptığım tasarımın işe yarayıp yaramayacağını anlamak ilginçti*” ifadesini kullanmıştır.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmanın nicel analiz bulguları, nitel verilerin yatay analizinden elde edilen bulgular ve yapılandırılmamış gözlem bulguları birleştirilmiştir. Ulaşılan sonuçlar yorumlanmış ve alanyazında yer alan farklı araştırmaların sonuçlarıyla kıyaslanmıştır. Son olarak, nitel verilerin dikey analizinden elde edilen bulgulara göre, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerini düzenlemeye yönelik verilen önerilerin yanı sıra bilgi işlemsel düşünme becerisi kapsamında ele alınan soyutlama becerisinin kavramsal çerçevesiyle ve bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerini kullanacak öğretmenlere ve araştırmacılara uygulamayla ilgili önerilerde bulunulmuştur.

Bilgisayarsız Bilgisayar Bilimi Etkinliklerinin Soyutlama Becerisi Üzerindeki Etkisi

Özetle, bu araştırmanın nicel bölümünde bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisi üzerinde orta düzeye yakın düşük seviyede anlamlı etkisi olduğu, nitel bölümünde ise, öğrencilerin soyutlama becerisinin 6 adımında gelişim göstermesine karşın, 5 adımında gelişim göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı farkın oluşmasının bu 6 adımın gelişiminden kaynaklandığı, gelişim göstermeyen adımların ise, etki değerinin düşmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerini hazırlayan Bell ve arkadaşları (2015) bu etkinliklerin bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirebileceğini ifade etmişlerdir. Alanyazında soyutlamanın, bilgi işlemsel düşünme becerisinin en fazla fikir birliğine varılan ve önemli kabul edilen bileşeni olması bilgisinden yola çıkarak (Grover ve Pea, 2013; Hazzan ve Kramer, 2016; Wing, 2006), bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisini de geliştireceği düşünülmektedir. Bu araştırma kapsamında, mevcut

öğretim programına ek olarak bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleriyle öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin hem grup içi hem de gruplar arası soyutlama becerileri ön-test ile son-test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterilmiştir. Yani, araştırmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri soyutlama becerisi üzerinde anlamlı düzeyde olumlu bir etkiye sahip olduğundan ve bu etkinlikler, alanyazına göre önemli kabul edilen soyutlama bileşenini geliştirdiği için, Bell ve arkadaşlarının (2015) öngörüsünü doğrular nitelikte, bilgi işlemsel düşünme becerisine de olumlu katkı sağladığı söylenebilir. Alanyazında bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisine etkisini inceleyen belirgin bir araştırmayla ve bu çalışmada kullanılan bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin bilgi işlemsel düşünme becerisine etkisini inceleyen herhangi bir araştırmayla karşılaşılmamıştır. Farklı organizasyonlar tarafından hazırlanmış, programlama, enformatik gibi farklı içeriklere sahip bilgisayarsız etkinliklerin bilgi işlemsel düşünme becerisi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmaların sonuçlarında da, Bebras, Keşf@ gibi bilgisayarsız etkinliklerin bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerine benzer şekilde bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirdiği ortaya konulmuştur (Brackmann vd., 2017; Delal, 2019; Rodriguez, 2015; B. Tonbuloğlu ve İ. Tonbuloğlu, 2019;).

Soyutlama becerisinde gruplar arası anlamlı ölçüde görülen farkın etki büyüklüğünün ise, $\eta^2=0,053$ düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Büyüköztürk (2016) 0,01 ve 0,06 arasındaki değerlerin küçük, 0,06 ve 0,14 arasındaki değerlerin orta etki büyüklüğü olarak yorumlanabileceğini ifade etmiştir. Ulaşılan bulgular bu bilgilerle birleştirildiğinde, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisi üzerinde düşük seviyede bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. İstatistiksel olarak ulaşılan bu sonucun gerçek hayattaki karşılığını daha iyi görebilmek için sonuçların, kontrol grubunun bulgularıyla birlikte ele alınması faydalı olacaktır. Şöyle ki, bu araştırmada soyutlama becerisi gibi zekâ göstergesi olarak tartışılan, karmaşık yapıya sahip ve üst düzey bilişsel bir becerinin (Jensen, 1980; Johnson ve Christensen, 2014; Ohlsson ve Lehtinen, 1997; Wechsler, 1949) gelişimi izlenmektedir ve alanyazında bu beceriyi öğrenme-öğretme sürecinin oldukça zor olduğu vurgulanmaktadır (Hill, vd., 2008; Kramer, 2007). Bu süreçte, araştırmanın kontrol grubu 6 hafta süreyle matematik, fen bilgisi, sosyal bilgiler vb. dersleri kapsayan mevcut öğretim programıyla eğitim görürken, deney grubu aynı süre zarfında, bu derslere ek olarak 11 ders saati bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleriyle çalışmıştır. Kontrol grubunun grup içi analiz bulguları soyutlama becerisinin anlamlı düzeyde gelişmediğini

göstermiştir. Yani, soyutlama becerisi üzerinde bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin mevcut öğretim programı ile birlikte uygulandığında, 11 ders saati gibi kısa bir sürede oluşturduğu etkiyi, öğretim programının tek başına uygulandığı 6 haftalık süreçte oluşturamadığı söylenebilir. Bu bilgilerden yola çıkarak, soyutlama becerisinin yapısı ve 6 haftalık geçen süre süre göz önüne alındığında bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin istatistiksel olarak orta düzeye yakın seviyede olan etkisinin, gerçek hayattaki karşılığının daha anlamlı olduğu yorumu yapılabilir.

Araştırmanın nicel sonuçlarını açıklar nitelikte, nitel verilerin yatay analizinden elde edilen bulgularda da, öğrencilerin soyutlama becerisinin “örüntü tanıma”, “problemi yapılandırma”, “formülleştirme”, “matematiksel model seçme”, “grafik gösterimleri kullanma”, “gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme” adımlarında gelişim gösterdikleri gözlenmiştir. Nicel bulgularda ulaşılan anlamlı fark, soyutlama becerisinin bu 6 adımında gözlenen değişimle açıklanabilir. Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin olumlu etkisinin ortaya çıkmasında, bu etkinliklerin model oluşturma etkinlikleriyle gösterdiği benzerliğin de katkı sağladığı düşünülmektedir. Leong ve Tan (2020), Olkun ve arkadaşları (2009), Verschaffel, de Corte ve Lasure (1994) öğrencilerin karşılaştıkları problemleri alıştıkları yöntemlerle çözme eğiliminde olduklarını belirtmişlerdir. Model oluşturma etkinlikleri günlük hayatla ilişkili rutin olmayan problemlerden oluşmaktadır (Lesh vd., 2000). Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerine bakıldığında, 1. etkinlikte “ikilik sistemde sayıyı bir artırmak için gerekli kuralın bulunması”, 5. etkinlikte “n tane elemanı sıralamak için en fazla kaç kıyaslama yapılması gerektiğinin hesaplanması” veya 10. etkinlikte “kişisel yaş bilgilerinin gizlenerek grubun yaş ortalamasının hesaplamansı” gibi diğer etkinliklerde de öğrencilerin alışkın olmadıkları, kendi çözüm süreçlerini oluşturmalarını gerektiren problemler içerdiği görülmektedir. Öğrencilerin *”derslerde ya bildiğimiz bir formüle değer veriyoruz ya da formülü yazıp bilinmeyeni buluyoruz. Formülden yeni bir formül yazmayı daha önce yapmadık. Bu tarz sorular çözsek alışırız”, “derste adalar verildi, ihtimalleri yazdık. İhtimalleri verip şekli çizdiğimiz sadece bir örnek yaptık. Tam oturtamadım”* veya *“insanlar için değil de, farklı düşünen ve farklı özellikleri olan varlıklara uygun olan ocaklar, tezgâhlar tasarlamak, başkası gibi düşünmeye çalışmak, yaptığım tasarımın işe yarayıp yaramayacağını anlamak ilginçti”* ifadelerinden de öğrencilerin alışkın oldukları yöntemleri kullanmaya eğilimli olmalarına rağmen bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinde farklı yaklaşımlarla problem çözmek zorunda kaldıkları anlaşılmaktadır.

Alanyazında model oluřturma etkinliklerinin soyutlama becerisini geliřtirici modellemeye ve cebirsel dūřūneye teřvik edici olduęu ifade edilmektedir (Kriegler, 2008; Lew, 2004). Yani, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin, soyutlama becerisinin geliřimine saęladıęı destek, model oluřturma etkinliklerinin temel mantıęına benzeyen yapısından da kaynaklanıyor olabilir.

Soyutlama becerisinin adımlarında alınan puanlar incelendięinde, “hedefi sadeleřtirme”, “hedefi belirginleřtirme”, “formūlleřtirme” ve gōrsel olmayan durumlarda “gerçek hayat durumu ile karřılařtırarak kontrol etme” adımlarında genel puanların dūřūk olduęu gōrūlmektedir. Bu durum matematiksel modelleme sūreçlerinde yařanan problemlere benzerlik gōstermektedir. Őrneęin, Hankeln (2020) matematiksel modelleme sūreçlerini gōzlemledięi 30 Őğrencinin problem durumuyla ilgili sadeleřtirme ve belirginleřtirme adımlarında oldukça sıkıntı yařadıklarını belirlemiřtir ve nitel bulgular, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin Őğrencilerin bu adımlardaki geliřimlerini desteklemedięi gōrūlmūřtur. Leong ve Tan (2020) Őğrencilerin belirledikleri sabit ve deęiřkenleri matematiksel ifadelerle yazamadıklarını, formūlleřtirmede sorun yařandıęını, Haines ve Crouch (2013) da matematik bilgisinde yařanan eksikliklerin modelleme sūrecinin iřlemesinin Őnūnde engel oluřturduęunu vurgulamıřtır. Formūlleřtirme adımında karřılařılan zorluklarla ilgili benzer sonuçlara ulařan birçok arařtırma sıralamak mūmkūndür (English ve Warren, 1995; Hankeln, 2020; Karatař ve Gūven, 2010). Nitel sonuçlar, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri Őğrencilerin bu adımdaki geliřimlerini olumlu yōnde etkiledięini gōstermektedir. Dięer bir sorun yařanan adım “gerçek hayat durumu ile karřılařtırarak kontrol etmedir.” Balacheff (1988) Őğrencilerin ulařtıkları genellenmiř sonuçları daha kūçūk Őrneklerde kontrol etmediklerini, durumları inceleyerek varsayımlarda bulunduklarını ve bu seviyede bıraktıklarını ačıkla mıřtır ve bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri bu adımda da Őğrencilerin geliřimlerini desteklemektedir.

Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin soyutlama becerisinin gelişimine sağladığı desteğin yanı sıra Őğrencilerin bilgisayarsız etkinlikleri eğlenceli buldukları ve motivasyonlarını artırdığı yōnūnde araştırma bulgularıyla karşılaşılmaktadır (AlAmer vd., 2015; Curzon, 2013; Jiang ve Wong, 2018; Nishida vd.,2008). Bu araştırmada da araştırmacı gōzlemlerinde Őğrencilerin katılım gōstermekte istekli oldukları ve derslerin eğlenceli geçtiği ačıklanmaktadır. Fakat, Feaster ve arkadaşlarının (2011) teknik lise Őğrencileriyle bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerini kullandıkları araştırmasında, Őğrencilerin etkinlikleri ilgi çekici bulmadıkları ve katılım gōstermek istemedikleri

belirtilmiştir. Bu bulguyu yaşlarının büyük olmasından dolayı kinestetik etkinliklerden hoşlanmamaları ve zaten bilgisayar bilimi öğrencileri olmalarıyla açıklamaya çalışmışlardır. Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin grupla çalışmaya imkân sağlayan, etkileşimli yapısı sınıf ortamını serbest bir hale getirmektedir Araştırmacı gözlemlerinde kalabalık sınıfta yapılan uygulamalar esnasında bu durumun zorlukları da beraberinde getirdiği ve bu etkinliklerin etkisi hakkında endişeye sebep olduğu açıklanmıştır. B. Tonbuloğlu ve İ. Tonbuloğlu (2019) da kalabalık sınıflarda yaşadıkları benzer sorunları ve benzer endişeleri ifade etmişlerdir. Bu araştırmada deney grubu, biri 30, biri 19 kişi olmak üzere iki şubeden oluşmaktadır. Kalabalık olan sınıfın ön-test ve son-testlerinin farkı, diğer şubeye göre daha düşük olmasına rağmen iki gruptaki artış da istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Bu bulgu, araştırmacıların kalabalık sınıflar hakkında endişe duymadan bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin kullanılabileceklerini göstermektedir.

Öneriler

Bu bölümde nitel verilerin dikey analiz sonuçlarına göre, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin etki değerini artıracak düşünülen etkinlik düzenleme önerilerinde bulunulmuştur. Son olarak, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerini kullanmak isteyen öğretmenlere ve araştırmacılara bazı uygulama önerilerinin yanı sıra soyutlama becerisi araştırmaları için kuramsal öneriler ve gelecek çalışmalar için araştırma önerileri verilmiştir.

Etkinlik Düzenleme Önerileri

1. Öğrencilerin, “noktaları say” etkinliğine ait verilen görevin “hedefi belirginleştirme” adımı büyük sayıları yazmakta zorlandıkları belirlenmiştir. “Problemi yapılandırma” adımı ise, ikilik düzendeki sayıların tek-çift olma durumlarını belirlerken rastgele sayıları inceledikleri görülmüştür. Bu doğrultuda, etkinliklerde büyük sayıların yazıldığı ve ikilik düzende sayıların tek-çift olma, bölünebilme gibi farklı özelliklerinin incelendiği bölümlerin çoğaltılması önerilmektedir.

2. Öğrenciler “rakamlarla renk” etkinliğine ait verilen görevde, “hedefi sadeleştirme adımında” herhangi bir görseli simgesel boyutta çizerken sorun yaşamışlardır. Etkinlik içeriğine simgesel boyutta sade çizimlerin yapılmasıyla ilgili görevler eklenebilir.
3. “Bir daha söyle!” etkinliğinin görevi tamamlanırken, “grafik gösterimleri kullanma” adımında, öğrencilerin benzerlikleri bulurken sorun yaşamamalarına rağmen metinlerde iç içe benzerliklerin artması durumunda diyagramlarla gösterimde zorlandıkları belirlenmiştir. Etkinlik esnasında iç içe tekrarların yoğun olduğu metinlerin seçilmesi daha faydalı olabilir.
4. “Savaş gemileri” etkinliğine ait verilen görevde “hedefi sadeleştirme” adımına yönelik olarak, öğrencilerin hızlı arama yöntemlerinde hangi ihtimallerin devre dışı bırakılarak sürecin hızlandırıldığını fark etmedikleri anlaşılmıştır. Bu farkındalığı artıracak düşünme soruları eklenebilir. Ayrıca “örüntü” adımı için, etkinliklerin genelinde öğrencilerin verilen görevde örüntüleri tanımaları beklenirken, bu etkinlikte, kendi durumlarına göre örüntü oluşturmaları gerekmektedir. Öğrencilerin ise, rastgele örüntü oluşturdıkları gözlenmiştir. Sonuç olarak, örüntü oluşturmaları gereken örnek sayısı artırılabilir.
5. “En hafif ve en ağır” etkinliğine ait verilen görev esnasında öğrencinin “*Çok fazla kart var. Çok kıyas yapmam lazım. Çok vakit alır, devam edemeyeceğim*” ifadesinden yola çıkarak etkinlik içeriği incelenmiş ve ders sürecinde ya 3, 7 gibi az sayıda nesnenin ya da sonsuz sayının sıralanmasından bahsedildiği fark edilmiştir. Görevde olduğu gibi sıralanacak durum sayısı arttığında ise, “hedefi sadeleştirme” adımına yönelik olarak hızlı sıralama yöntemini seçememiş veya “problemi yapılandırma” adımına yönelik olarak kıyaslama yapılacak ikilileri mantıksal olarak kurgulayamamışlardır. Etkinlik esnasında sıralama yapmak için sayıca az olan durumlardan sonra sayıca fazla olan durumların seçilmesi ve birden fazla uygulama yapılması, farklı adımlarda yaşanan sorunların hepsi için olumlu etki sağlayabilir.
6. “Hazine avı” etkinliğine ait görevde ihtimalleri verilen durumu temsil eden diyagramın oluşturulması beklenmektedir. Diyagram oluştururken öğrencilerin düğüm sayısının belirlenmesiyle ilgili sorun yaşadıkları görülmüştür. Öğrenci “*Derste adalar verildi, ihtimalleri yazdık. İhtimalleri verip şekli çizdiğimiz sadece*

bir örnek yaptık. Tam oturtamadım” ifadesinden de anlaşılacağı gibi, verilen ihtimallere uygun diyagram oluşturma bölümünde örnek sayıları artırılabilir.

7. “Yürüyüş emirleri” etkinliğinin görevini tamamlarken, öğrencilerin kendilerine verilen hatalı yönergelerde “hedefi sadeleştirme” adımına yönelik olarak gereksiz detayları belirleyebilmelerine rağmen “hedefi belirginleştirme” adımına yönelik olarak daha geniş kapsamlı ifadeleri detaylandıramadıkları gözlemlenmiştir. Etkinlik içeriğine, görevde olduğu gibi hatalı yönergelerin verildiği çalışmalar eklenebilir.
8. Son olarak, araştırmacı gözlemleri ve görevlerin analizinden elde edilen sonuçlar, öğrencilerin daha fazla sıklıkla sayısal durumlarda olmak üzere “gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme” adımıyla sorun yaşandığını göstermiştir. Bu adım için etkinlik bazında belirgin örnekler değil, genel bir yaklaşımın benimsenmesinin daha faydalı olacağı düşünülmektedir. Etkinlikler boyunca, sorular sorulmuş, öğrenciler bu cevaplara cevaplar aramış ve öğretmen cevabı açıklamış, anlatmıştır. Öğrenciler öğretmenin açıklamasına kadar kendi cevaplarını test etmemişlerdir. Bu durumu değiştirebilmek adına, etkinliklerin “öğretmenin soru sorması - öğrencilerin bu sorulara cevap araması –öğrencilerin cevaplarını test etmelerine imkân verecek şekilde öğretmenin yeni bir soru sorması” düzeninde işlenmesi tavsiye edilebilir. Örneğin, “sırları paylaşma” etkinliğinde, öğrenciler tahtada gösterisini yapar, öğretmen ortalama formülünü kullanarak cevaba nasıl ulaşabileceğini sorar, öğrenciler cevaplarını oluşturduktan sonra öğretmen rakamları değiştirerek yeni bir soru sorar. Böylece öğrenci cevabının doğru çalışıp çalışmadığını kendisi gözlemleyebilir ve problem durumuna dönerek teyit etmesinin gerekliliğini fark edebilir.

Araştırmacılara ve Öğretmenlere Uygulama Önerileri

- 1- Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri kitapçığında her etkinliğin uygulanmasında gereken süreler hakkında bilgiler bulunmaktadır. Bu araştırmada, kitapçıkta kısa sürmesi beklenen etkinlikler dahi bir ders saati sürmüştür. Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerini kullanmak isteyen araştırmacı ve öğretmenlerin uygulama planlaması yaparken bu durumu dikkate almaları faydalı olacaktır.

- 2- Bu araştırmada ve farklı araştırmalarda uygulama yapılan sınıfların kalabalık olması, etkinliklerin sağlayacağı etkiyi olumsuz yönde etkileyip etkilemeyeceğine dair endişelere sebep olmuştur. Yapılan analizler kalabalık sınıflarda da etkinliklerin anlamlı etkiye ulaştığını göstermiştir. Sonuç olarak, bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerini kullanacak araştırmacı ve öğretmenler bu etkinlikleri farklı sayılarda öğrencilerin bulunduğu sınıflarda rahatlıkla uygulayabilirler.

Kuramsal Öneriler

- 1- Bu araştırma kapsamında, soyutlama becerisiyle ilgili farklı disiplinlerde birçok araştırma incelenmiştir. Alanyazında yer alan birçok çalışma soyutlama, modelleme ve genelleme kavramlarının birbirlerine girişik olan karmaşık yapısına açıklamaya çalışmaktadır. Bu yapı özetlenecek olursa, genelleme ve modelleme birarada işleyen süreçlerdir ve soyutlama bu süreçlerde kullanılan en temel beceridir. Yine bilgi işlemsel düşünme becerisinde farklı bileşenler olarak ele alınan örüntü, sadeleştirme ve ayrıştırma kavramlarının genelleme ve modelleme süreçlerinin içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Bilgi işlemsel düşünme becerisi kapsamında bu kavramları farklı farklı başlıklarda incelemek, yapılan uygulamaların etkilerinin doğru biçimde yorumlanmasını engellemektedir. Sonuç olarak, bilgi işlemsel düşünme becerisinin kavramsal çerçevesi ve değerlendirme yöntemleri oluşturulurken, sadeleştirme, örüntü, ayrıştırma, genelleme ve modelleme kavramlarının soyutlama becerisinin gözlenmesine imkân veren süreçler olarak bir arada ele alınması önerilmektedir.

Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler

- 1- Araştırma bulgularına göre etkinlik düzenleme önerileri verilmiştir. Bu öneriler doğrultusunda etkinliklerin yeniden düzenlenerek uygulanması ile orta düzeye yakın düşük seviyedeki etkisinin yükselip yükselmediği kontrol edilebilir.
- 2- Bu araştırmada bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinliklerinin ortaya koyulan anlamlı etkisinin nedenleri incelenirken, bu etkinliklerin model oluşturma etkinlikleriyle benzer içeriğe sahip olduğu dikkat çekmiştir ve anlamlı etkinin bu içerik yapısından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bilgisayarsız bilgisayar bilimi etkinlikleri ile model oluşturma etkinliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışma kurgulanabilir.

- 3- Bu araştırmada bilgisayarlı yaklaşımla oluşturulmuş etkinliklerin etkileri incelenmiştir. Gelecek araştırmalarda bilgisayarlı etkinlikler ile bilgisayarlı etkinliklerin etkileri karşılaştırılabilir.

KAYNAKLAR

- Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832-835.
- AlAmer, R. A., Al-Doweesh, W. A., Al-Khalifa, H. S., & Al-Razgan, M. S. (2015). Programming unplugged: Bridging CS unplugged activities gap for learning key programming concepts. *Fifth International Conference on e-Learning*, 97-103. IEEE.
- Alpar, R. (2017). *Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler*. İstanbul: Detay.
- Anderson, J. C., & Gerbing, D. W. (1984). The effect of sampling error on convergence, improper solutions, and goodness-of-fit indices for maximum likelihood confirmatory factor analysis. *Psychometrika*, 49(2), 155-173.
- Anderson, J. A., Sheffler, J. D., & Ward, E. S. (1991). Manageable object-oriented development: abstraction, decomposition, and modeling. *Proceedings of the Conference on TRI-Ada'91: Today's Accomplishments; Tomorrow's Expectations*, 199-212. ACM.
- Andrade, H. G. (1997). Understanding rubrics. *Educational Leadership*, 54(4), 14-17.
- Anistyasari, Y., & Kurniawan, A. (2018). Exploring computational thinking to improve energy-efficient programming skills. *Proceedings of MATEC Web of Conferences*, 197.
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework- implications for teacher knowledge. *Educational Technology & Society*, 19(3), 47-57.
- Aranda, G., & Ferguson, J. P. (2018). Unplugged programming: The future of teaching computational thinking?. *Pedagogika*, 68(3), 279-292.

- Atılgan, H. (2017). Test geliştirme. H. Atılgan (Ed.), *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme* içinde (ss. 281-314). Ankara: Anı.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.
- Balacheff, N. (1988). Aspects of proof in pupils' practice of school mathematics. D. Pimm (Ed.), *Mathematics, Teachers and Children* içinde (ss. 216-235). London: Hodder & Stoughton.
- Barbosa, A., Vale, I., & Palhares, P. (2009). Exploring generalization with visual patterns: tasks developed with pre-algebra students. *Padrões: Múltiplas Perspectivas e Contextos em Educação Matemática*, 137-149.
- Barefoot, C. A. S. (2014). *Computational thinking*. <http://barefootcas.org.uk/barefoot-primary-computing-resources/concepts/computationalthinking/> sayfasından erişilmiştir.
- Barker, J. (2005). *Beginning Java Objects: From Concepts to Code*. Berkeley: Apress.
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54.
- Basogain, X., Olabe, M. A., Olabe, J. C., Ramírez, R., Del Rosario, M., & Garcia, J. (2016). PC-01: Introduction to computational thinking: Educational technology in primary and secondary education. *2016 International Symposium on Computers in Education*, 1-5. IEEE.
- Bati, K., Yetişir, M. I., Çalışkan, I., Güneş, G., & Gül Saçan, E. (2018). Teaching the concept of time: A steambased program on computational thinking in science education. *Cogent Education*, 5(1), 1-16.
- Bell, T. & Roberts, J. (2016). *Computational thinking is more about humans than computers*. <https://www.nzcer.org.nz/nzcerpress/set/articles/computational-thinking-more-about-humans-computers> sayfasından erişilmiştir.

- Bell, T., Witten, I., & Fellows, M. (2015). *CS Unplugged: An Enrichment and Extension Programme for Primary-Aged Students*. Online: self-published.
- Bellman, R., Kalaba, R., & Zadeh, L. (1966). Abstraction and pattern classification. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 13(1), 1-7.
- Bennedsen, J., & Caspersen, M. E. (2006). Abstraction ability as an indicator of success for learning object-oriented programming?. *ACM Sigcse Bulletin*, 38(2), 39-43.
- Berry, J., & Davies, A. (1996) Written reports. C.R. Haines, & S. Dunthorne (Eds.), *Mathematics Learning and Assessment: Sharing Innovative Practices* içinde (ss.3-11). London: Arnold.
- Berry, J., & Houston, K. (1995). *Mathematical Modelling*. London: Gulf Professional Publishing
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.
- Bilbao, J., Bravo, E., Garcia, O., Varela, C., & Rebollar, C. (2017). Assessment of computational thinking notions in secondary school. *Baltic Journal of Modern Computing*, 5(4), 391-397.
- Blum, W., & Pollak, H. (2018). Foreword. R. B. Ferri (Ed.), *Learning How to Teach Mathematical Modeling in School and Teacher Education* içinde (ss. vi-vii). Springer.
- Bonett, D. G., & Price, R. M. (2005) Inferential methods for the tetrachoric correlation coefficient. *Journal of education and behavioral statistics*, 30, 213-225.
- Brackmann, C. P., Barone, D. A. C., Boucinha, R. M., & Reichert, J. (2019). Development of computational thinking in Brazilian schools with social and economic vulnerability: How to teach computer science without machines. *International Journal of Innovation Education and Research*, 7(4), 79-96.
- Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., & Barone, D. (2017). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*, 65-72. ACM.

- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association*, 1-25.
- Bukova-Güzel, E. (2016). *Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Araştırmacılar, Eğitimciler ve Öğrenciler İçin*. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (1998). Kovaryans analizi: Varyans analizi ile karşılaştırmalı bir inceleme. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 31(1), 91- 105.
- Büyüköztürk, Ş. (2016). *Deneyisel Desenler*. Ankara: PegemA.
- Caldwell, H., & Smith, N. (2016). *Teaching Computing Unplugged in Primary Schools: Exploring Primary Computing Through Practical Activities Away from the Computer*. London: Sage.
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175.
- Computing at School (2012). *Computer science: A curriculum for schools*. <http://www.computingatschool.org.uk/data/uploads/ComputingCurric.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Computational thinker (2017) Core concepts. <https://www.computationalthinkers.com/computational-thinking/core-concepts/> sayfasından erişilmiştir.
- Comrey, A. L. (1988). Factor-analytic methods of scale development in personality and clinical psychology. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 56(5), 754-761.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2015). *Karma Yöntem Araştırmaları Tasarımı ve Yürütülmesi*. (Y. Dede, & S. B. Demir, Çev.). Ankara: Anı.
- Cross, J., Hamner, E., Zito, L., & Nourbakhsh, I. (2016). Engineering and computational thinking talent in middle school students: a framework for defining and recognizing student affinities. *2016 IEEE Frontiers in Education Conference*, 1-9. IEEE.
- Crouch, R., & Haines, C. (2004). Mathematical modelling: transitions between the real world and the mathematical model. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35(2), 197-206.

- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). *Computational thinking- A guide for teachers*. <https://eprints.soton.ac.uk/424545/> sayfasından erişilmiştir.
- CSTA, & ISTE. (2011). *Operational definition of computational thinking for K–12 education*. <https://id.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf?sfvrsn=2> sayfasından erişilmiştir.
- Curzon, P. (2013). cs4fn and computational thinking unplugged. *Proceedings of the 8th Workshop In Primary And Secondary Computing Education*, 47-50. ACM.
- Curzon, P., Dorling, M., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2014). *Developing computational thinking in the classroom: A framework*. <https://eprints.soton.ac.uk/369594/> sayfasından erişilmiştir.
- Darwish, A. H. (2014, December). The abstract thinking levels of the science-education students in Gaza universities. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 15(2), 1-24.
- De Araujo, A. L. S. O., Andrade, W. L., & Guerrero, D. D. S. (2016). A systematic mapping study on assessing computational thinking abilities. *2016 IEEE Frontiers in Education Conference*, 1-9. IEEE.
- Dede, C., Mishra, P., & Voogt, J. (2013). *Working Group 6: Advancing computational thinking in 21st century learning*. <https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/6168377> sayfasından erişilmiştir.
- Delal, H. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin bilgisayarlı bilgisayar bilimi (B3) etkinlikleri ile geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Demir, Ö., & Seferoğlu, S. S. (2017). Yeni kavramlar, farklı kullanımlar: Bilgi-işlemsel düşünmeyle ilgili bir değerlendirme. H. F. Odabaşı, B. Akkoyunlu, & A. İşman (Eds.), *Eğitim Teknolojileri Okumaları 2017* içinde (ss. 801–830). Adapazarı: TOJET ve Sakarya Üniversitesi.
- Denning, P. J. (2007). Computing is a natural science. *Communications of the ACM*, 50(7), 13-18.
- Denning, P. J. (2009). The profession of IT Beyond computational thinking. *Communications of the ACM*, 52(6), 28-30.

- Dreyfus, T. (2002). Advanced mathematical thinking processes. D. Tall (Ed.), *Mathematics Education Library* içinde (ss. 25-41). Dordrecht: Springer.
- Dubinsky, E. (1991). *Reflective abstraction in advanced mathematical thinking*. <http://www.math.wisc.edu/~wilson/Courses/Math903/ReflectiveAbstraction.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Ellis, A. B. (2007). A taxonomy for categorizing generalizations: Generalizing actions and reflection generalizations. *The Journal of The Learning Sciences*, 16(2), 221– 262.
- English, L. D., & Warren, E. A. (1995). General reasoning processes and elementary algebraic understanding: Implications for initial instruction. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 17(4), 1–19.
- Esteve-Mon, F. M., Adell-Segura, J., Nebot, M. Á. L., Novella, G. V., & Aparicio, J. P. (2019). The development of computational thinking in student teachers through an intervention with educational robotics. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 18, 139-152.
- Feaster, Y., Segars, L., Wahba, S. K., & Hallstrom, J. O. (2011). Teaching CS unplugged in the high school (with limited success). *Proceedings of the 16th Annual Joint Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 248-252. ACM.
- Ferrari, P. L. (2003). Abstraction in mathematics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 358(1435), 1225-1230.
- Field, A. (2000). *Discovering Statistics Using SPSS for Windows*. New Delhi: Sage.
- Figueiredo, J. A. Q. (2017). How to improve computational thinking: A case study. *Education in the Knowledge Society*, 18(4), 35-51.
- Fornell, C., & Larcker, D.F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.
- Galbraith, P. (2012). Models of modelling: Genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and application*, 1(5), 3-16.

- Galbraith, P., & Stillman, G. (2006) A framework for identifying student blockage during transitions in the modelling process. *Zentralblatt FürDidaktik Der Mathematik*, 38(2), 143-162.
- Games, A., & Kane, L. (2012). *Examining trends in adolescents' computational thinking skills within the globaloria educational game design environment*. [http://www.worldwideworkshop.org/pdfs/GlobaloriaExaminingTrendsAdolescentsComputSkillsGa mesKaneAug2012.pdf](http://www.worldwideworkshop.org/pdfs/GlobaloriaExaminingTrendsAdolescentsComputSkillsGamesKaneAug2012.pdf) sayfasından erişilmiştir.
- Garcia-Cruz, J. A., & Martinon, A. (1998). Levels of genaralizations in linear patterns. *Proceeding of the 22 nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 329- 336.
- Gardner, H. (1993). *Multiple Intelligences: The Theory in Practice*. New York: Basic Books.
- Gouws, L., Bradshaw, K., & Wentworth, P. (2013). First year student performance in a test for computational thinking. *Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference*, 271-277. ACM.
- Grover, S. (2015). Systems of Assessments” for deeper learning of computational thinking in K-12. *Proceedings of the 2015 Annual Meeting of the American Educational Research Association*, 15-20.
- González, M. R. (2015). Computational thinking test: Design guidelines and content validation. *Proceedings of EDULEARN15 Conference*, 2436-2444.
- Grover, S. (2017). Assessing Algorithmic and Computational Thinking in K-12: Lessons from a Middle School Classroom. *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking* içinde (ss. 269-288). Springer International Publishing.
- Grover, S., Basu, S., Bienkowski, M., Eagle, M., Diana, N., & Stamper, J. (2017). A framework for using hypothesis-driven approaches to support data-driven learning analytics in measuring computational thinking in block-based programming environments. *ACM Transactions on Computing Education*, 17(3), 1-25.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1), 38-43.

- Haines, C. R., & Crouch, R. (2013). Remarks on a modeling cycle and interpreting behaviours. *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* içinde (ss. 145-154). Springer, Dordrecht.
- Haines, C.R., Crouch, R.M., & Davis, J. (2000). Mathematical modelling skills: A research instrument. Hatfield: University of Hertfordshire, Department of Mathematics Technical Report No. 55.
- Hankeln, C. (2020) Mathematical modeling in Germany and France: a comparison of students' modeling processes. *Educational Studies in Mathematics*, 2020, 1-21.
- Harel, G., & Tall, D. (1991). The general, the abstract, and the generic in advanced mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 11(1), 38-42.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Hazzan, O., & Kramer, J. (2016). Assessing abstraction skills. *Communications of the ACM*, 59(12), 43-45.
- Hermans, F., & Aivaloglou, E. (2017). To Scratch® or not to Scratch®? A controlled experiment comparing plugged first and unplugged first programming lessons. *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*, 49-56. ACM.
- Hill, J. H., Houle, B. J., Merritt, S. M., & Stix, A. (2008). *Applying abstraction to master complexity: the comparison of abstraction ability in computer science majors with students in other disciplines*. <http://support.csis.pace.edu/CSISWeb/docs/techReports/techReport253.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Hsu, T. C., Chang, S. C., & Hung, Y. T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296-310.
- ISTE, (2014) *Computational thinking for all*. <https://www.iste.org/explore/articleDetail?articleid=152&category=Solutions&article=Computational-thinking-for-all> sayfasından erişilmiştir.
- Jensen, A. R. (1980). Précis of bias in mental testing. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(3), 325-333.

- Jiang, S., & Wong, G. K. (2018). Are children more motivated with plugged or unplugged approach to computational thinking?. *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 1094-1094. ACM.
- Johnson, R. B., & Christensen, L. (2014). *Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches*. SAGE Publications, Incorporated.
- Jones, E. (2011). *The trouble with computational thinking*. <http://www.csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/JonesCTOnePager.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Jurdak, M. E., & El Mouhayar, R. R. (2014). Trends in the development of student level of reasoning in pattern generalization tasks across grade level. *Educational Studies in Mathematics*, 85(1), 75-92.
- Kalaycı, Ş. (2016). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Ankara: Asil.
- Kalelioğlu, F., Gülbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583-596.
- Karagöz, Y. (2010). *İlişki Katsayıları*. Ankara: Detay.
- Karataş, İ., & Güven, B. (2010). Examining High School Students' Abilities Of Solving Realistic Problems. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 201-218.
- Kim, B., Kim, T., & Kim, J. (2013). Paper and pencil programming strategy toward computational thinking for non-majors: Design your solution. *Journal of Educational Computing Research*, 49(4), 437-459.
- Koh, K. H., Basawapatna, A., Bennett, V., & Repenning, A. (2010). Towards the automatic recognition of computational thinking for adaptive visual language learning. *Visual Languages and Human-Centric Computing*, 59-66. IEEE.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558-569.
- Kramer, J. (2007). Is abstraction the key to computing?. *Communications of the ACM*, 50(4), 36-42.

- Kramer, J. (2008, September). Abstraction and modelling—a complementary partnership. In *International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems* (pp. 158-158). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kriegler, S. (2008). *Just what is algebraic thinking*. http://mathandteaching.org/uploads/Articles_PDF/articles-01-kriegler.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Kubica, J. (2012). *Computational Fairy Tales*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Lambert, L., & Guiffre, H. (2009). Computer science outreach in an elementary school. *Journal of Computing Sciences in colleges*, 24(3), 118-124.
- Langer, S. K. (1964). Abstraction in art. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 22(4), 379-392.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28, 563–575.
- Lee, T. Y., Mauriello, M. L., Ahn, J., & Bederson, B. B. (2014). CTArcade: Computational thinking with games in school age children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 2(1), 26-33.
- Leong, K. E., & Tan, J. Y. (2020). Exploring secondary students' modelling competencies. *The Mathematics Enthusiast*, 17(1), 85-107.
- Lesh, R.A., & Doerr, H. (2003). Foundations of model and modeling perspectives on mathematic teaching and learning. R.A. Lesh, & H. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning, and Problem Solving* içinde (ss. 465-478). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. R. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. *Research Design in Mathematics and Science Education* içinde (ss. 591-646). Lawrence Erlbaum Associates, Inc..
- Lew, H. C. (2004). Developing algebraic thinking in early grades: Case study of Korean elementary school mathematics. *The Mathematics Educator*, 8(1), 88-106.

- Lin, F. L. and Yang, K. L. (2004). Differentiation of students' reasoning on linear and quadratic geometric number patterns. In M. J. Hoines ve A. Fuglestad (Ed.), *Proceedings of The 28th Conference of The International Group for The Psychology of Mathematics Education*. 4, 457-464. Bergen Norway: International Group For The Psychology of Mathematics Education.
- Ling, U. L., Saibin, T. C., Naharu, N., Labadin, J., & Aziz, N. A. (2018). An evaluation tool to measure computational thinking skills: Pilot investigation. *National Academy of Managerial Staff of Culture and Arts Herald*, 1, 606-614.
- Lingefj rd, T. (2004). *Assessing engineering student's modeling skills*. http://www.cdio.org/files/document/file/assess_model_skls.pdf sayfasndan erişilmiştr
- Lingefj rd, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *ZDM*, 38(2), 96-112.
- Liukas, L. (2015). *Hello Ruby: Adventures in Coding*. New York: Macmillan
- Livingston, K. R. (1998). *Rationality and The Psychology of Abstraction*. Washington: The Atlas Society
- Locke, J. (1979). *An Essay Concerning Human Understanding*. New York: Clarendon Press.
- Lockwood, J., & Mooney, A. (2017). Computational Thinking in Education: Where does it fit? A systematic literary review. *Computers and Society*. <https://arxiv.org/abs/1703.07659> sayfasından erişilmiştir.
- Looi, C. K., How, M. L., Longkai, W., Seow, P., & Liu, L. (2018). Analysis of linkages between an unplugged activity and the development of computational thinking. *Computer Science Education*, 28(3), 255-279.
- Lowe, T., & Brophy, S. (2017). An operationalized model for defining computational thinking. *2017 IEEE Frontiers in Education Conference*, 1-8. IEEE.
- Martins-Pacheco, L., von Wangenheim, C., & da Cruz Alves, N. (2019). Assessment of computational thinking in K-12 context: Educational practices, limits and possibilities– A systematic mapping study. *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education*, 292-303.

- Matsunaga, M. (2010). How to Factor-Analyze Your Data Right: Do's, Don'ts, and How-To's. *International Journal of Psychological Research*, 3(1), 97-110.
- Mitchelmore, M. C. (2002). *The role of abstraction and generalisation in the development of mathematical knowledge*. <https://eric.ed.gov/?id=ED466962> sayfasından erişilmiştir.
- Mitchelmore, M. C., & White, P. (1995). Abstraction in mathematics: Conflict, resolution and application. *Mathematics Education Research Journal*, 7(1), 50-68.
- Moreno-León, J., & Robles, G. (2015). Analyze your Scratch® projects with Dr. Scratch® and assess your computational thinking skills. *The Scratch® Conference*, Amsterdam.
- Moreno-León, J., Román-González, M., & Robles, G. (2018). On computational thinking as a universal skill: A review of the latest research on this ability. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference*, 1684-1689. IEEE.
- Morgan, D. (1994). The rise and fall of abstraction in eighteenth-century art theory. *Eighteenth-Century Studies*, 27(3), 449-478.
- Moskal, B. M., & Leydens, J. A. (2000). Scoring rubric development: Validity and reliability. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(10), 71-81.
- Muller, O., & Haberman, B. (2008). Supporting abstraction processes in problem solving through pattern-oriented instruction. *Computer Science Education*, 18(3), 187-212.
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Nishida, T., Idosaka, Y., Hofuku, Y., Kanemune, S., & Kuno, Y. (2008, July). New methodology of information education with “computer science unplugged”. In *International Conference on Informatics in Secondary Schools-Evolution and Perspectives* (pp. 241-252). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory*. New York: McGraw-Hill Education.
- Ohlsson, S., & Lehtinen, E. (1997). Abstraction and the acquisition of complex ideas. *International Journal of Educational Research*, 27(1), 37-48.
- Olkun, S. ve Yeşildere, S. (2007). *“Sınıf Öğretmeni Adayları İçin” Temel Matematik*. Ankara: Maya Akademi

- Olkun, S., Şahin, Ö., Akkurt, Z., Dikkartin, F. T., & Gülbağcı, H. (2009). Modelleme yoluyla problem çözme ve genelleme: İlköğretim öğrencileriyle bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 65–73.
- Orton, A., & Orton, J. (1999). Patterns and the approach to algebra. A. Orton (Ed.), *Pattern in The Teaching and Learning of Mathematics* içinde (ss. 104–120). London: Cassell.
- Özden, M. Y. (2015). *Computational Thinking*. <http://myozden.blogspot.com.tr/2015/06/computational-thinking-bilgisayarca.html> sayfasından erişilmiştir.
- Park, J. (2019). The development and application of computational fairy tales for elementary students. *International Journal of Higher Education*, 8(3), 159-170.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. CA:Sage.
- Pérez-Marín, D., Hijón-Neira, R., Bacelo, A., & Pizarro, C. (2018). Can computational thinking be improved by using a methodology based on metaphors and Scratch® to teach computer programming to children?. *Computers in Human Behavior*, (in press).
- Piaget, J. (1952). The origins of intelligence in children (Vol. 8, No. 5, pp. 25-36). New York: International University Press.
- Pohlmann, J. T. (2004). Use and interpretation of factor analysis in The Journal of Educational Research: 1992-2002. *The Journal of Educational Research*, 98(1), 14-23.
- Pollak, H. (1979). The interaction between mathematics and other school subjects. UNESCO (Ed.). *New Trends in Mathematics Teaching IV. Paris*.
- Popham, W. J. (1997). What's wrong--and what's right—with rubrics. *Educational Leadership*, 55(2), 72-75.
- Quaye, A. M., & Dasuki, S. I. (2017). A Computational Approach to Learning Programming Using Visual Programming in a Developing Country University. *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking* içinde (ss. 121-134). Springer.

- Radford, L. (2008). Iconicity and contraction: A Semiotic investigation of forms of algebraic generalizations of patterns in different contexts. *ZD Mathematics Education*, 40, 83-96.
- Rivera, F. D. (2010). Visual templates in pattern generalization activity. *Educational Studies in Mathematics*, 73(3), 297-328.
- Rijke, W. J., Bollen, L., Eysink, T. H., & Tolboom, J. L. (2018). Computational thinking in primary school: an examination of abstraction and decomposition in different age groups. *Informatics in Education*, 17(1), 77-92.
- Rodriguez, B. R. (2015). *Assessing computational thinking in computer science unplugged activities*. Yüksek Lisans Tezi, Colorado School of Mines, Colorado.
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691.
- Romero, M., Lepage, A., & Lille, B. (2017). Computational thinking development through creative programming in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(42), 1-15.
- Rodriguez, B., Rader, C., & Camp, T. (2016). Using student performance to assess CS unplugged activities in a classroom environment. *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 95-100. ACM.
- Rose, S. P. (2019). *Developing children's computational thinking skills using programming games*. Doktora Tezi, Sheffield Hallam University, UK.
- Rose, S. P., Habgood, M. J., & Jay, T. (2019, May). Using Pirate Plunder to Develop Children's Abstraction Skills in Scratch®. In *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-6).
- Royal Society. (2012). *Shut down or restart: The way forward for computing in UK schools*. <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Rothenberg J (1989) The Nature of Modeling. In: William LE, Loparo KA, Nelson NR (eds) *Artificial Intelligence, Simulation, and Modeling*. John Wiley and Sons, Inc., New York, pp 75–92.

- Rowe, E., Asbell-Clarke, J., Cunningham, K., & Gasca, S. (2017). Assessing implicit computational thinking in Zoombinis Gameplay: Pizza Pass, Fleens & Bubblewonder Abyss. *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 195-200. ACM.
- Ruthmann, A., Heines, J. M., Greher, G. R., Laidler, P., & Saulter, C. (2010). Teaching computational thinking through musical live coding in Scratch®. *Proceedings of The 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 351-355. ACM.
- Sabitzer, B., & Pasterk, S. (2015). Modeling: A computer science concept for general education. *2015 IEEE Frontiers in Education Conference*, 1-5. IEEE.
- Schafer, W. D. (1992). Analysis of pretest-posttest designs. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 25(1), 2-4.
- Selby, C., & Woollard, J. (2013). *Computational thinking: The developing definition*. <https://eprints.soton.ac.uk/356481/> sayfasından erişilmiştir.
- Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351-380.
- Sfard, A., & Linchevski, L. (1994). The gains and the pitfalls of reification—The case of algebra. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 191-228.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158.
- Sierpiska, A. (1994). *Understandings in Mathematics*. London: Falmer.
- Skemp, R. (1986). *The Psychology of Learning Mathematics*. Harmondsworth: Penguin.
- Soleimani, A., Green, K. E., Herro, D., & Walker, I. D. (2016). A tangible, story-construction process employing spatial, computational-thinking. *Proceedings of the The 15th International Conference on Interaction Design and Children*, 157-166. ACM.
- Son, J. Y., Smith, L. B., & Goldstone, R. L. (2008). Simplicity and generalization: Short-cutting abstraction in children's object categorizations. *Cognition*, 108(3), 626-638.

- Stacey, K. (1989). Finding and using patterns in linear generalising problems. *Educational Studies in Mathematics*, 20, 147-164.
- Steele, D. (2008). Seventh-grade students' representations for pictorial growth and change problems. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 40, 97–110.
- Sullivan, F. R., & Heffernan, J. (2016). Robotic construction kits as computational manipulatives for learning in the STEM disciplines. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(2), 105-128.
- Şencan, H. (2005). Sosyal ve Davranışsal Ölçmelerde Güvenirlilik ve Geçerlilik. Ankara: Seçkin.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate Statistics*. Upper Saddle River: Pearson.
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R., & Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148(2020), 1-22.
- Tanisli, D., & Ozdas, A. (2009). The Strategies of Using the Generalizing Patterns of the Primary School 5th Grade Students. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 9(3), 1485-1497.
- Tashakkori, A. & Teddlie, C. (2010). *Sage Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research*. CA: Sage.
- Taub, R., Armoni, M., & Ben-Ari, M. (2012). CS unplugged and middle-school students' views, attitudes, and intentions regarding CS. *ACM Transactions on Computing Education*, 12(2), 1-29.
- Tekin, H. (2008). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme* (19. Baskı). Ankara: Yargı Yayınevi.
- Tonbuloğlu, B., & Tonbuloğlu, I. (2019). The effect of unplugged coding activities on computational thinking skills of middle school students. *Informatics in Education*, 18(2), 403-426.
- Tosik-Gün, E., & Güyer, T. (2019). Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Değerlendirilmesine İlişkin Sistematik Alanyazın Taraması. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (2) , 99-120.

- Trochim, W. M., & Donnelly, J. P. (2006). *The Research Methods Knowledge Base* (3rd ed.). Cincinnati, OH: Atomic Dog.
- Tsarava, K., Moeller, K., Pinkwart, N., Butz, M., Trautwein, U., & Ninaus, M. (2017). Training computational thinking: Game-based unplugged and plugged-in activities in primary school. *European Conference on Games Based Learning*, 687-695.
- Turchi, T., & Malizia, A. (2016). A human-centred tangible approach to learning computational thinking. *EAI Endorsed Transactions on Ambient Systems*, 3(9), 1-5.
- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.
- Verschaffel, L., De Corte, E., & Lasure, S. (1994). Realistic considerations in mathematical modeling of school arithmetic word problem. *Learning and Instruction*, 4(4), 273-294.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728.
- Voskoglou, M. G. (2006). The use of mathematical modelling as a tool for learning mathematics. *Quaderni Di Ricerca in Didattica*, 16, 53-60.
- Wang, D., Wang, T., & Liu, Z. (2014). A tangible programming tool for children to cultivate computational thinking. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-10.
- Wechsler, D. (1949). *Wechsler intelligence scale for children*. <https://psycnet.apa.org/record/1950-00877-000> sayfasından erişilmiştir.
- Weinberg, A. E. (2013). *Computational thinking: An investigation of the existing scholarship and research*. Doktora Tezi, Colorado State University, Colorado.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147.
- Werner, L., Denner, J., Campe, S., & Kawamoto, D. C. (2012). The fairy performance assessment: measuring computational thinking in middle school. *Proceedings of the 43rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 215-220. ACM.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725.
- Wohl, B., Porter, B., & Clinch, S. (2015). Teaching computer science to 5-7 year-olds: an initial study with Scratch®, cubelets and unplugged computing. *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 55-60.ACM.
- Yadav, A., Hong, H., & Stephenson, C. (2016). Computational thinking for all: Pedagogical approaches to embedding 21st century problem solving in K-12 classrooms. *TechTrends*, 60(6), 565-568.
- Yakut-Çayır, M. (2013). 9. sınıf öğrencilerinin örüntü genelleme problemlerini çözme başarılarının ve kullandıkları stratejilerin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Yaşlıoğlu, M. M. (2017). Sosyal bilimlerde faktör analizi ve geçerlilik: Keşfedici ve doğrulayıcı faktör analizlerinin kullanılması. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46(Özel Sayı), 74-85.
- Yeh, K. C., Xie, Y., & Ke, F. (2011). Teaching computational thinking to non-computing majors using spreadsheet functions. *2011 Frontiers in Education Conference*, F3J-1. IEEE.
- Yeşildere-İmre, S., Akkoç, H., & Baştürk-Şahin, B. N. (2017) Middle school students' mathematical generalization abilities with the use of different representations. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(1), 103-129.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- Yurdugül, H. (2005). Ölçek geliştirme çalışmalarında kapsam geçerliği için kapsam geçerlik indekslerinin kullanılması. *XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi*, 1-6. <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~yurdugul/3/indir/PamukkaleBildiri.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Zazkis, R., & Liljedahl, P. (2002). Generalization of patterns: The tension between algebraic thinking and algebraic notation. *Educational Studies in Mathematics*, 49(3), 379-402.

Zhong, B., Wang, Q., Chen, J., & Li, Y. (2016). An exploration of three-dimensional integrated assessment for computational thinking. *Journal of Educational Computing Research*, 53(4), 562-590.

EKLER

EK-1. Örnek Katılım Formu

Savaş Gemileri (Arama Algoritmaları)

Ad- Soyad:

Sınıf:

1A ve 1B çalışma kağıtlarıyla oynarken;

1- Partnerinizin gemisini bulana kadar kaç “atış” yapmanız gerekiyor? Bu atış sayısı sizin skorunuzdur. Daha az atış daha iyi bir skor demektir.

2- Bu oyunda skorunuz kaçtı?

3- En düşük ve en yüksek skorlar ne olabilir?

2A ve 2B çalışma kağıtlarıyla oynarken;

1- Partnerinizin gemisini bulana kadar kaç “atış” yapmanız gerekiyor? Bu atış sayısı sizin skorunuzdur. Daha az atış daha iyi bir skor demektir.

2- Bu oyunda skorunuz kaçtı?

3- İyi skora sahip oyuncuların kullandığı strateji neydi?

4- İyi skora sahip olmak için hangi gemiyi ilk önce seçmek gerekir?

5- İlk gemiden sonra hangi gemiyi seçmek gerekir?

6- Bu strateji uygulandığında bir gemiyi bulmak için en fazla kaç adet “atış” yapmak gerekir?

3A ve 3B çalışma kağıtlarıyla oynarken;

1- Bu oyunda skorunuz kaçtı?

2- Hangi gemiler çok kolaylıkla bulunuyor?

3- Hangi gemiler biraz daha zor bulunuyor?

4- Oyunda gemiler nasıl dizilseydi en fazla atışa ihtiyaç duyulacaktı?

5- Peki en kolay oynanabilecek hale nasıl getirilebilir?

1- Bu üç arama sürecinden en hızlısı hangisidir? Neden?

2- Bu üç farklı arama sürecinin her birinin avantajları nelerdir?

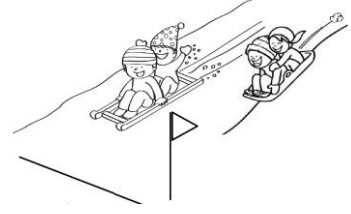
3- Üç oyunda eğer aranan gemi kağıtta yoksa bunu kaç denemede bulabiliriz?

4- İkinci oyunda 100 farklı gemi bulunsaydı en fazla kaç atış gerekirdi? 1000 gemi? 1milyon gemi?

EK-2. Soyutlama Becerisi Testi ve Cevap Anahtarı

AD SOYAD:

1) İkişer çocuk eğimleri eşit karlı bir arazide kendi getirdikleri kızaklarıyla yan yana kayma yarışı yapacaklardır. Başlangıçta kızakları arkadaşları tutmaktadır. Başlama düdüğü çaldığında ittirmeden yalnızca tutmayı bırakmaktadırlar. Belirlenen bitiş noktasından hangi kızığın daha önce geçeceğini tahmin edebilmek için aşağıdakilerden hangileri bilinmelidir?



- I. Yokuşun eğim miktarı
- II. Bitiş çizgisinin bulunduğu nokta
- III. Kayan çocukların ağırlığı
- IV. Kayan çocukların kızığın üstünde oturma şekilleri
- V. Buzun sürtünme katsayısı
- VI. Kızakların özellikleri
- VII. Hava koşulları

A) III-V-VI

B) I-II-IV-V-VI

C) I-III-VI

D) III-IV-VI

E) II-VII

2) Bir aile aylık kirası x TL olan bir daire bulmuşlardır. Ev sahibiyle yaptıkları görüşmede her 6 ayda bir, o ayki kiranın %y 'si kadar zam yapılacağını öğrenmişlerdir. Bu durum göz önüne alındığında, aile 6 ay sonra ödeyecekleri kirayı hesaplamak için aşağıdaki formüllerden hangisini kullanmaları gerekir?

A) $x + \text{---}$

B) $x + 6 \text{ ---}$

C) $-(x + \text{---})$

D) ---

E) ---

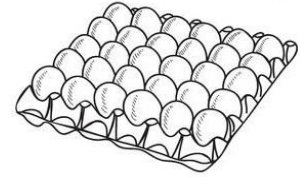
3) Bir öğrencinin elinde x , y ve z isimli, bitkilerin büyümesini etkileyen 3 adet sıvı bulunmaktadır. Elinde sadece bir tane fasulye bitkisi olan öğrenci, bu 3 sıvıdan hangisinin fasulyenin büyümesinde daha fazla etkili olduğunu bulmak istemektedir. Bu amaçla öğrencinin aşağıdaki işlemlerden hangisini yapması beklenemez?



- A) X 'i damlatmadan önce yaptığı ölçüm ile Y 'yi damlattıktan sonra yaptığı ölçümü karşılaştırmak.
- B) X 'i damlatmadan önce yaptığı ölçüm ile damlattıktan sonra yaptığı ölçümü karşılaştırmak.
- C) X 'i damlatmadan önce ve damlattıktan sonra yaptığı ölçüm ile Y 'yi damlatmadan önce ve damlattıktan sonra yaptığı ölçümü karşılaştırmak.
- D) Z 'yi damlatmadan önce yaptığı ölçüm ile damlattıktan sonra yaptığı ölçümü karşılaştırmak.
- E) X 'i damlatmadan önce ve damlattıktan sonra yaptığı ölçüm ile Z 'yi damlatmadan önce ve damlattıktan sonra yaptığı ölçümü karşılaştırmak.



4) Bir bakkal tanesi 50 kuruştan 100 tane yumurta almış, dükkânına getirirken yolda 10 tanesini kırmıştır. Elinde kalan yumurtaların tanesini 1 TL'den satmaktadır. Bakkalın yumurta satışından elde ettiği kârı belirlemek için aşağıdaki çözüm kullanılmaktadır.

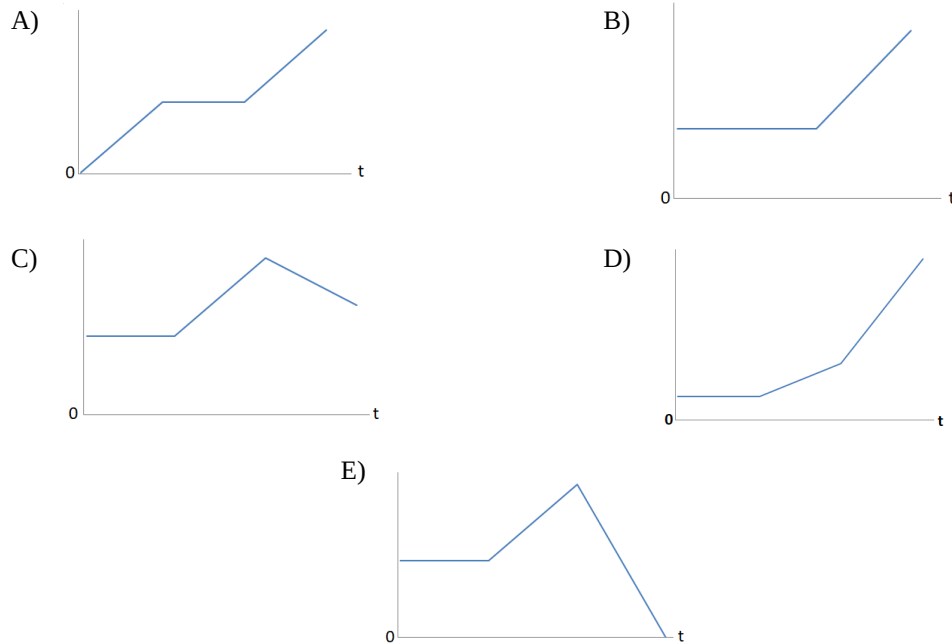


$$Kâr = m(x-z) - kx$$

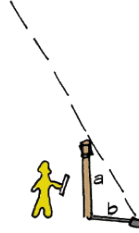
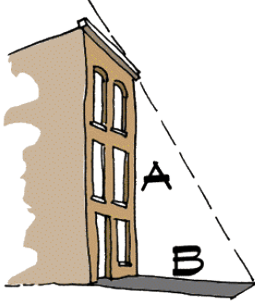
Aşağıdakilerden hangisi bu çözümde kullanılan sembolleri doğru olarak göstermektedir?

- A) $Kâr = m(x-z) - kx$
 satış fiyatı ↑ m ↑ alış fiyatı
 kırılan yumurta sayısı ↓ $x-z$ ↓ çiftlikten alınan yumurta sayısı
 k ↓ x ↓
- B) $Kâr = m(x-z) - kx$
 alış fiyatı ↑ m ↑ satış fiyatı
 kırılan yumurta sayısı ↓ $x-z$ ↓ çiftlikten alınan yumurta sayısı
 k ↓ x ↓
- C) $Kâr = m(x-z) - kx$
 satış fiyatı ↑ m ↑ kırılan yumurta sayısı
 alış fiyatı ↓ $x-z$ ↓ çiftlikten alınan yumurta sayısı
 k ↓ x ↓
- D) $Kâr = m(x-z) - kx$
 alış fiyatı ↑ m ↑ satış fiyatı
 çiftlikten alınan yumurta sayısı ↓ $x-z$ ↓ kırılan yumurta sayısı
 k ↓ x ↓
- E) $Kâr = m(x-z) - kx$
 satış fiyatı ↑ m ↑ alış fiyatı
 çiftlikten alınan yumurta sayısı ↓ $x-z$ ↓ kırılan yumurta sayısı
 k ↓ x ↓

5) Evinin yakınlarındaki parkta tempolu olarak yürüyen bir adam, arkasında köpek olduğunu fark etmiş ve hızını artırmıştır. Daha sonra seslerin arttığı dikkatini çekmiş ve koşmaya başlamıştır. Adamın bu süreçteki hız-zaman grafiği aşağıdakilerden hangisi gibi gösterilebilir?



6) Bir çocuk elindeki çubukla bir binanın boyunu hesaplayıp hesaplayamayacağını merak etmiştir. Bunun için çubuğu yere dikmiş ve gölgesinin uzunluğunu ölçmüştür. Daha sonra yanında olan bir direğin gölgesinin uzunluğunu ölçmüştür ve aşağıdaki eşitliği kurarak deneme yapmıştır.



Bulduğu yöntemi test etmek için yüksekliğini bildiği bir binayı ölçebilmesi için ne kadar uzunlukta çubuk kullanması gerektiğini bulmak istemektedir.

Gölgesi 60 metre olan bir binanın boyunun 20 metre olduğunu öğrenen çocuk, bu sonuca varmak için aşağıdaki hangi çubuğu kullanmış olabilir?

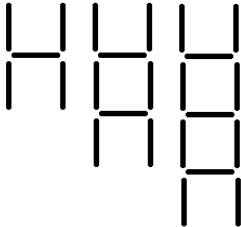
A) ÇB: 5, ÇGB: 20

B) ÇB: 10, ÇGB: 40

C) ÇB: 10, ÇGB: 25

D) ÇB: 15, ÇGB: 45

E) ÇB: 12, ÇGB: 30



Bir merdiven hazırlanmaktadır. Bu merdivenin boyu her basamakta yandaki şekilde görüldüğü gibi yükseltilmektedir.

Örneğin; 1 basamaklı merdivende 5 kalas, 2 basamaklı merdivende 8 kalas, 3 basamaklı merdivende 11 kalas bulunmaktadır. Buna göre;

7) 8 basamaklı bir merdivende kaç kalas bulunmaktadır?

A) 22

B) 30

C) 26

D) 32

E) 24

8) 70 basamaklı bir merdivende kaç kalas bulunmaktadır?

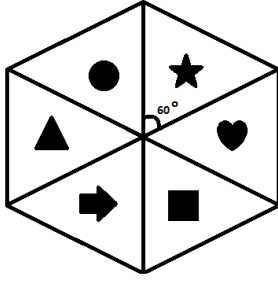
A) 214

B) 200

C) 222

D) 212

E) 224



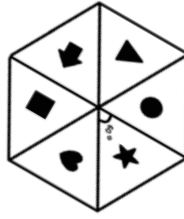
Yandaki şekil saat yönünde döndürülmektedir.

9) 420° döndüğünde şeklin son hali nasıl olur?

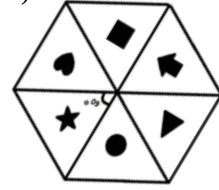
A)



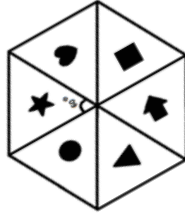
B)



C)



D)



E)

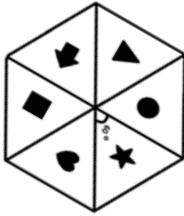


10) 1380° döndüğünde şeklin son hali nasıl olur?

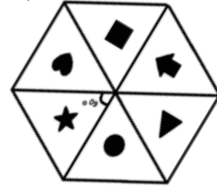
A)



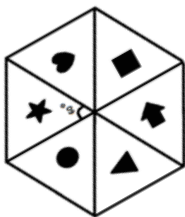
B)



C)



D)



E)



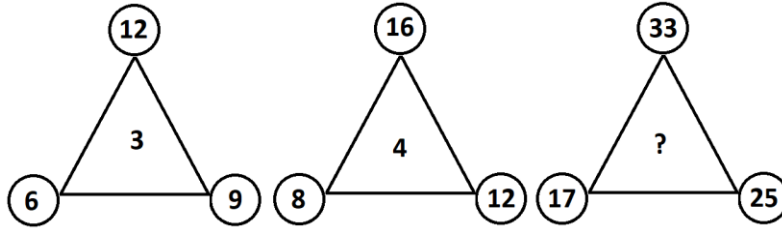
11) Bir taşımacılık şirketi iki ayrı müşteriye mümkün olan en yakın günlerde randevu ayarlamaya çalışmaktadır. İkinci eve, birinci gidecekleri evdeki işleri bitirme süresine göre vakit vereceklerdir. Buna göre ikinci müşteriye verecekleri randevunun tam zamanının belirlenebilmesi için hangisi veya hangilerinin bilinmesine gerek yoktur?



- I. Birinci evde taşınacak parça sayısı
- II. Taşıyıcıların taşıma kapasiteleri ve becerileri
- III. Birinci evin eşyalarının götürüleceği adresin uzaklığı
- IV. İkinci evde taşınacak parça sayısı
- V. Birinci evde asansör olup olmaması
- VI. İkinci evin eşyalarının götürüleceği adresin uzaklığı
- VII. Birinci ev ile ikinci ev arasındaki mesafe

- A) II-IV B) I-II-III-V-VII C) IV-VI D) I-III-V E) I-VI-VII

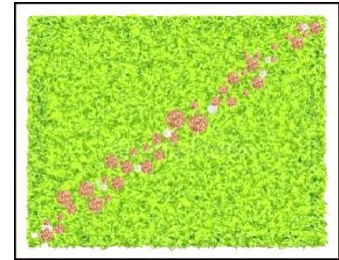
12)



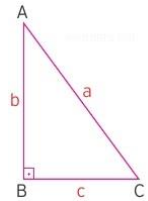
Yukarıda verilen üç şekilde “?” ile gösterilen yere aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?

- A) 5 B) 9 C) 10 D) 12 E) 13

13) Dikdörtgen şeklinde bir bahçenin dört kenarından yürüyüş yolları bulunmaktadır. Bahçenin ortasındaki alana ise çim ekilmiştir. Bir süre sonra bahçenin çapraz köşeleri arasındaki çimlerin ezildiği fark edilmiştir. Bu durum, aşağıdaki doğru olduğu bilinen matematiksel gerçeklerden hangisi ile açıklanabilir?



- A) Bir dik üçgende dik kenarlardan her biri hipotenüsten kısadır. ($b < a$, $c < a$)
- B) Bir dik üçgende iki dik kenarın kareleri toplamı her zaman hipotenüsün karesine eşittir. ($b^2 + c^2 = a^2$)
- C) Bir dik üçgende iki dik kenarın toplamı her zaman hipotenüsten uzundur. ($b+c > a$)
- D) Bir dikdörtgeni köşegen iki eşit parçaya böler.
- E) Bir dikdörtgene ait iki köşegenin kesişim noktası aynı zamanda dikdörtgenin merkezidir.



14) İki şehir arasında otobüs ile yolculuk edecek olan bir yolcu sabah 08:00'da uyanmış, 09:00'da yola çıkmıştır. Otobüs yolun yarısında 1 saatlik bir mola vermiştir. Şehirlerin arasındaki mesafe 450 km'dir ve aracın hızı 90 km/sa'tır. Yolcunun diğer şehre vardığı saati belirlemek için aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$\text{Varış saati: } m + \frac{x}{y} + n$$

Aşağıdakilerden hangisinde formülde kullanılan sembollerin anlamları doğru gösterilmiştir?

A) yola çıkış saati şehirlerarası mesafe
Varış saati: $m + \frac{x}{y} + n$ → aracın hızı
mola süresi

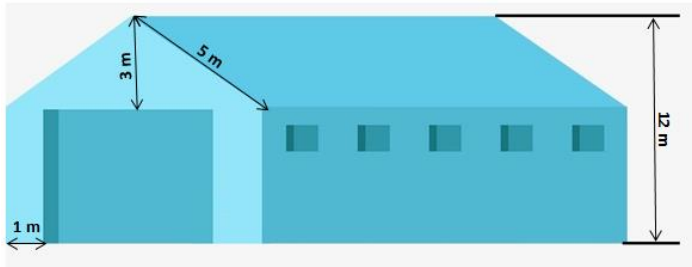
B) uyanma saati aracın hızı
Varış saati: $m + \frac{x}{y} + n$ → mola süresi
şehirlerarası mesafe

C) yola çıkış saati şehirlerarası mesafe
Varış saati: $m + \frac{x}{y} + n$ → mola süresi
aracın hızı

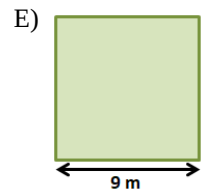
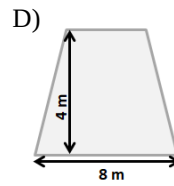
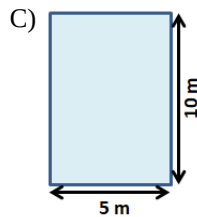
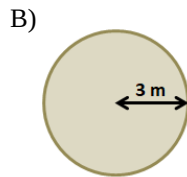
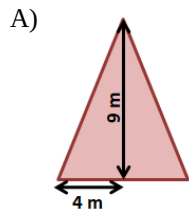
D) uyanma saati şehirlerarası mesafe
Varış saati: $m + \frac{x}{y} + n$ → mola süresi
aracın hızı

E) yola çıkış saati şehirlerarası mesafe
Varış saati: $m + \frac{x}{y} + n$ → aracın hızı
mola süresi

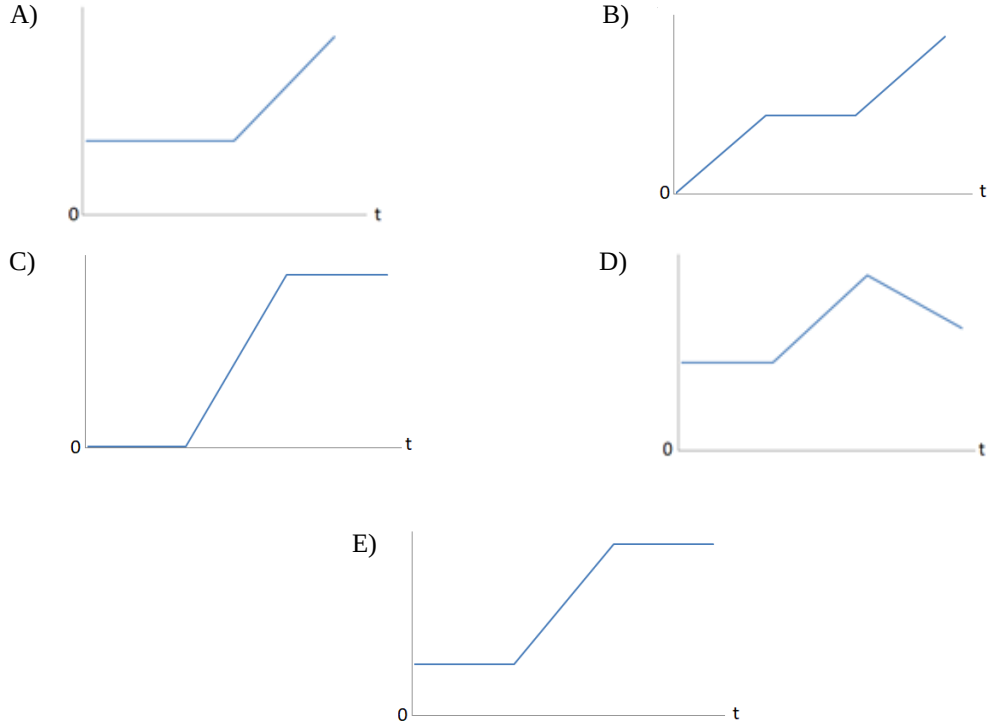
15)



İşçiler yanda görülen hangara bazı malzemelerin girmesinde sorun yaşamamak için önceden hesaplamalar yapmaktadırlar. Hangarın bazı ölçüleri bilinmektedir. Buna göre aşağıdaki malzemelerden hangisi hiç döndürülmeden sokulmaya çalışıldığında sorunsuz girer?



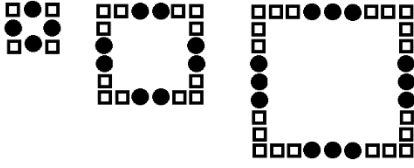
16) Bir anne çocuklarından kova ile su getirmelerini istemiştir. Kovayı verirken çocuklarına “içindeki suyu dökmeden üstüne doldurun” demiştir. Çocuklar annelerini dinlemiş ve musluğu açıp kovanın dolmasını beklemeye başlamışlardır. Bu esnada konuşmaya dalmış ve dolan kovanın taşıdığını geç fark etmişlerdir. Musluğu kapatıp dolan kovayı dökmeden annelerine götürmüşlerdir. Çocukların annelerinden kovayı aldıktan sonra tekrar annelerine getirdikleri zamana kadarki süreçte kovaadaki suyun miktarının zamana göre değişimi aşağıdaki grafiklerden hangisi ile gösterilebilir?



17) n sayıda arkadaş m saat içerisinde hediye paketleme işini tamamlamaya çalışmaktadırlar. Bir hediyein ciltlenmesi x dakika, kurdelesinin bağlanması ise y dakika sürmektedir. Aşağıdaki formüllerden hangisi verilen süre içerisinde paketlemeyi tamamladıklarını göstermektedir?



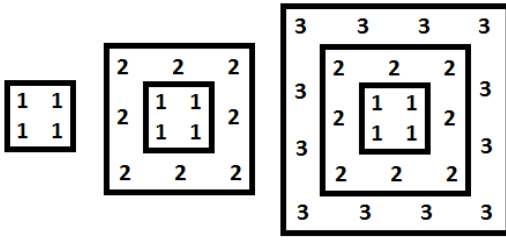
- A) $n \cdot x + y \leq 60m$
 B) $n(x+y) \leq 60m$
 C) $n \cdot x + y \geq m$
 D) $n(x+y) \geq m$
 E) $n \cdot x + y \geq 60m$



Yanda artış düzeni verilmiş olan şekle göre;

18) 55. şekilde kaç tane yuvarlak bulunmaktadır?

- A) 204 yuvarlak B) 208 yuvarlak C) 212 yuvarlak D) 214 yuvarlak E) 220 yuvarlak



Yandaki şekil bir dizinin 1'den 3'e kadar genişletilmiş halini göstermektedir. Buna göre;

19) 6 sıra genişletilmiş olan şekilde bulunan 6'ların toplamı kaçtır?

- A) 120 B) 144 C) 196 D) 256 E) 264

20) 20 sıra genişletilmiş olan şekilde bulunan 20'lerin toplamı kaçtır?

- A) 800 B) 2000 C) 4000 D) 8000 E) 1600

SOYUTLAMA BECERİSİ TESTİ CEVAP ANAHTARI

SORU	CEVAP	SORU	CEVAP
1	D	11	C
2	A	12	B
3	A	13	C
4	A	14	C
5	D	15	B
6	D	16	E
7	C	17	B
8	D	18	E
9	A	19	B
10	E	20	E

EK-3. Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri

Noktaları Say Etkinliğine Ait Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri

1) İkilik düzende yazılmış bir sayının onluk düzendeki karşılığının tek mi çift mi olduğunu anlayabilir miyiz?

**problemi yapılandırma, hedefi belirginleştirme, örüntü tanıma, uzağa genelleme*

2) Sence bunun nedeni nedir? Açıklar mısın?

**model seçme*

3) Etkinlikte beş adet kart kullanmıştık. Sola doğru 8. kartta kaç nokta bulunması gerektiğini nasıl belirlersin?

**yakına genelleme*

4) Sola doğru 25. kartta kaç nokta bulunacağını nasıl belirlersin? **uzağa genelleme*

2^{n-1} formülünü kullanması durumunda;

4.1. 2 nedir, n-1 nedir? **değişken ve sabitleri belirleme*

4.2. Neden 2^{n-1} ifadesini kullandın? $2n-1$ veya $2(n-1)$ formülünü de kullanabilir miyiz? **formülleştirme*

5) 163 sayısını ikilik düzende yazabilir misin?

**hedefi belirginleştirme*

** Gözlenmesi beklenen soyutlama adımları*

Rakamlarla Renk Etkinliğine Ait Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri

1) Yukarıda yer alan roketi aşağıdaki boş ızgaraya renklerine uygun olarak çizdikten sonra rakamlarla gösterimini yapabilir misin?

** problemi yapılandırma, grafik gösterimleri kullanma*

2) Aynı roketi şimdi de daha az kare(piksel) kullanarak çizebilir misin?

* *hedefi sadeleştirme*

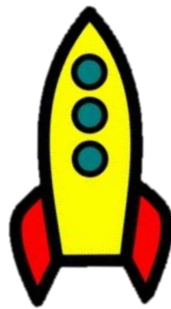
* Gözlenmesi beklenen soyutlama adımları

ÖĞRENCİ FORMU

Rakamlarla Renk

Ad-Soyad:

Sınıf:

[illegible]

Bir Daha Söyle! Etkinliğine Ait Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri

1) Verilen tekerlemeyi en az sayıda harf kalacak şekilde kısaltabilir misin?

**örüntü tanıma, grafik gösterimleri kullanma, hedefi sadeleştirme, matematiksel model seçme*

** Gözlenmesi beklenen soyutlama adımları*

ÖĞRENCİ FORMU

Bir Daha Söyle!

Ad-Soyad:

Sınıf:

Çatal dağda topal çoban

Yapar satar çatal sapan

Sen de çatal dağdaki topal çoban gibi

Yapar satar mısın çatal sapan

Savaş Gemileri Etkinliğine Ait Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri

1) Seçilen bir ismin rastgele dizilmiş olarak verilen isimler arasından üç yöntemdeki arama sürecini gösterir misin?

**problemi yapılandırma, örüntü tanıma*

2) Binlerce ismin arasından aranan ismi bulmanın en hızlı yolu hangisidir? Neden?

**problemi yapılandırma, hedefi sadeleştirme, hedefi belirginleştirme*

** Gözlenmesi beklenen soyutlama adımları*

ÖĞRENCİ FORMU

Savaş Gemileri

Ad-Soyad:

Sınıf:

Ayşe, Asiye, Metin, Osman, Hale, Eda, Gülşah, Ali, Çağlar, Öner, Fikret, Sezen, Sena, Gökhan, Ahmet, Esin, Kübra, Öykü, Büşra, Hasan, Veli, Şebnem, Beste, Gonca, Gönül, Çiğdem, Özlem, Arda, Serdar, Selim, Meltem, Berat

En Hafif ve En Ağır Etkinliğine Ait Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri

1) Arka yüzleri 1’den 10’a kadar numaralandırılmış olan kartların ön yüzlerinde 10 kişinin yaşları karışık olarak yazılmıştır. Önlerine bakmadan arkaları döndürülmüş olarak yaşlarına göre büyükten küçüğe doğru sıralamalısın. Bu esnada kıyasladığın kartlardan hangisinin büyük olduğunu bana sormalısın. Sıralamandan emin olduğun zaman bütün kartların ön yüzünü çevirerek doğruluğunu kontrol edebilirsin.

**problemi yapılandırma, hedefi sadeleştirme*

Doğru Sıralama

Arka	7	>	4	>	10	>	1	>	8	>	5	>	6	>	2	>	3	>	9
Ön	60		55		39		25		20		18		13		12		7		3

Verilecek Kartlar

Ön	Arka	Ön	Arka	Ön	Arka	Ön	Arka	Ön	Arka
25	1	12	2	7	3	55	4	18	5

Ön	Arka	Ön	Arka	Ön	Arka	Ön	Arka	Ön	Arka
13	6	60	7	20	8	3	9	39	10

2) 10 kişi için en fazla kaç karşılaştırma yapman gerekiyor?

**yakına genelleme*

3) 100 kişi olsaydı en fazla kaç karşılaştırma yaparak sıralayabilirdin?

** örüntü tanıma, matematiksel model seçme, değişken ve sabitleri belirleme, formülleştirme, uzağa genelleme*

** Gözlenmesi beklenen soyutlama adımları*

Çamurlu Şehir Etkinliğine Ait Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri

1- Yerleşim planı verilen şehirde bütün evleri bağlayan en kısa hattı belirlemesi istenir.

** hedefi belirginleştirme, hedefi sadeleştirme, grafik gösterimleri kullanma*

2- “Bütün evlerin birbirine bağlanması için en az kaç yol kullanılması gerekir?” sorusu sorulur.

** formülleştirme*

** Gözlenmesi beklenen soyutlama adımları*

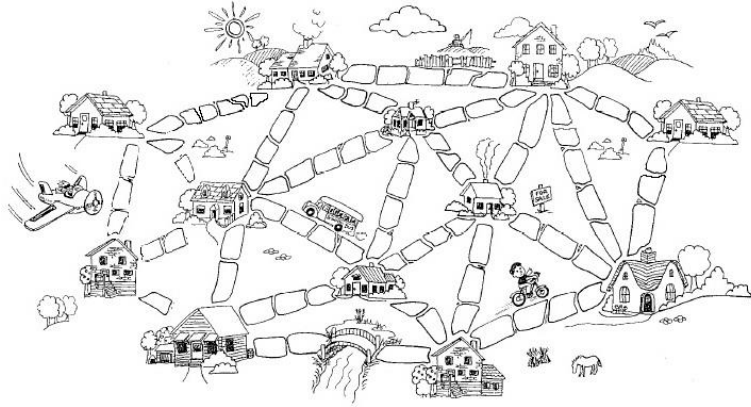
ÖĞRENCİ FORMU

Çamurlu Şehir

Ad-Soyad:

Sınıf:

Aşağıda yerleşim planında evler kasabaları temsil etmektedir. Kasabalar arası tren hattı kurulacaktır. Maliyetin az olması için bütün evleri bağlayan ve en kısa olan hattı belirlemen gerekiyor. (Evlerin arasındaki karolar mesafeleri temsil etmektedir.)



Hazine Avı Etkinliğine Ait Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri

1) Bir çocuk elde ettiği 100 ihtimali not ediyor. Bütün ihtimaller nasıl temsil edilir?

**örüntü tanıma, uzağa genelleme, hedefi belirginleştirme, hedefi sadeleştirme, grafik gösterimleri kullanma*

** Gözlenmesi beklenen soyutlama adımları*

ÖĞRENCİ FORMU

Hazine Avı

Ad-Soyad:

Sınıf:

s s m s s m s s s m m s s s s m m s m m m s s s s s m s s s m m m s
s s m m m s s s s s m m s m m m m m s m m s m m m s s s m m s
s s m s s s s s s s s m m s s s m m m m s s s s s m m m m m m m

Yürüyüş Emirleri Etkinliğine Ait Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri

1) Öncelikle öğrenciden dört adet sözlü talimatlara uygun olan şekli oluşturması istenir. Daha sonra talimatların yazılı olduğu ve ulaşılmak istenen şeklin bulunduğu form verilerek, “Senin çizdiğin şekil ile ulaşılmak istenen şeklin farklı olmasına sebep olan talimatlardaki eksiklikler veya hatalar nelerdir?” sorusu sorulur.

** problemi belirginleştirme, problemi sadeleştirme, problemi yapılandırma*

** Gözlenmesi beklenen soyutlama adımları*

ÖĞRENCİ FORMU

Yürüyüş Emirleri

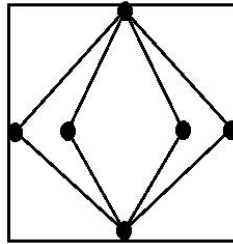
Ad-Soyad:

Sınıf:

Talimatlar:

- * Yan yana dört nokta koyun.
- * Dört noktanın orta hizasında olacak şekilde bir yukarıya bir de aşağıya nokta koyun.
- * Bütün noktaları birleştirin.
- * Şeklin merkezini de içine alacak ve büyük şekille kesişecek şekilde bir dörtgen çizin.

Ulaşılmak istenen şekil:



Turistik Şehir Etkinliğine Ait Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri

1) Derste yapılan etkinliğe benzer bir görev yazılı olarak verilir.

**problemi yapılandırma, grafik gösterimleri kullanma*

**Gözlenmesi beklenen soyutlama adımları*

ÖĞRENCİ FORMU

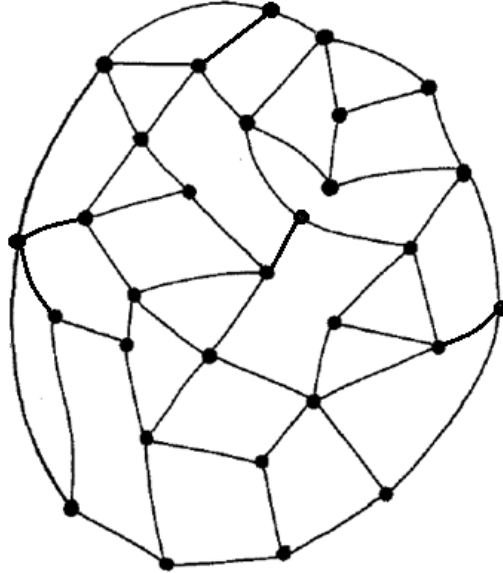
Turistik Şehir

Ad-Soyad:

Sınıf:

Çizgiler sokaklar ve noktalar sokak köşeleridir. Herkesin sokağın sonuna kadar veya en fazla bir blok öteye yürüyerek ulaşabileceği büfeler açılacaktır.

Soru: En az kaç tane büfeye ihtiyaç duyulmaktadır ve bu büfeler hangi kesişme noktalarına yerleştirilmelidir?



Sırları Paylaşma Etkinliğine Ait Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri

1) Matematiksel problem yazılı olarak verilir.

** matematiksel model seçme, değişken ve sabitleri belirleme, formülleştirme*

** Gözlenmesi beklenen soyutlama adımları*

ÖĞRENCİ FORM

Sırları Paylaşma

Ad-Soyad:
Sınıf:

Matematik sınavında ortalaması 75 olan bir sınıfta 12 öğrenci vardır. Notları belli olmadan ortalamasını bulduğumuz yöntemde ilk öğrenci 128 sayısını rastgele söylediye, en son öğrenci hangi sayıyı söylemiş olmalıdır?

Çikolata Fabrikası Etkinliğine Ait Görev Tabanlı Görüşme Soruları ve Görevleri

1) Şimdiye kadar karşılaştığın bütün musluk çeşitlerini düşün. Okullarda kullanılması uygun olacak şekilde musluk çeşitlerinden birini seçer misin?

** hedefi belirginleştirme*

2) Seçme nedenlerini ve diğer seçenekleri neden seçmediğini açıklar mısın?

** problemi yapılandırma*

3) Farklı özelliklerine göre farklı yerlerde kullanılan herhangi bir nesne söyleyebilir misin?

**gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme*

** Gözlenmesi beklenen soyutlama adımları*

EK-4. Gözlem Formları

Görev Tabanlı Görüşme Gözlem Formu

AD-SOYAD:

Etkinlik 1 – Noktaları Say (İkilik Düzendeki Sayılar)

SINIF:

PROBLEMİ YAPILANDIRMA	
Beklenen	İkilik düzendeki sayıların tek mi çift mi olduğunu belirlemek için inceleyeceği sayıları bilinçli olarak seçmesi ve yeterli sayıda inceleme yapması.
Gözlenen	
HEDEFİ BELİRGİNLEŞTİRME	
Beklenen	Küçük ve büyük sayıları ikilik düzendeki oluşturmak için 1, 2, 4, 8, 16,... arasından hangi sayıları kullanacağını seçebilmesi.
Gözlenen	
ÖRÜNTÜ TANIMA	
Beklenen	İkilik düzendeki sayıların tek veya çift olma durumlarının “sonlarındaki rakamlara göre” değişiklik gösterdiğine dair benzerlikleri yakalaması.
Gözlenen	
YAKINA GENELLEME	
Beklenen	Sola doğru gidildiğinde 8. kartta kaç nokta olacağını doğru sonuca ulaşacak şekilde manuel hesaplaması.
Gözlenen	

UZAĞA GENELLEME	
Beklenen	Sola doğru gidildiğinde 25. kartta kaç nokta olması gerektiğini belirlemek için, formül arayışına girmesi ve doğru olan (2^{n-1}) formülüyle çalışması.
Gözlenen	
MATEMATİKSEL MODEL SEÇME	
Beklenen	“İkilik düzende son rakamı 0 olanların çift, 1 olanların tek sayı” olmasını “çift + çift = çift, çift + tek = tek” matematiksel ifadeleriyle açıklaması.
Gözlenen	
DEĞİŞKEN VE SABİTLERİ BELİRLEME	
Beklenen	Görüşme esnasında ifade ettiği formülde 2, n ve (n-1) sabit ve değişkenlerin hepsini açıklayabilmesi.
Gözlenen	
FORMÜLLEŞTİRME	
Beklenen	Doğru formül oluşturmaları ve araştırmacı tarafından “neden $2(n-1)$ veya $2n-1$ değil de 2^{n-1} ifadesi kullanıldı?” gibi farklı seçenekler sunulduğunda açıklayabilmesi.
Gözlenen	
GERÇEK HAYAT DURUMU İLE KARŞILAŞTIRARAK KONTROL ETME	
Beklenen	1- “Son rakamı 0 olanlar çift, 1 olanlar tek sayıdır.” kuralını ve 2^{n-1} formülünü derste öğrendiyse doğru hatırlayıp hatırlamadığını, görüşme esnasında yeniden elde ettiyse farklı sayılarda teyit etmesi.
Gözlenen	

Görev Tabanlı Görüşme Gözlem Formu**AD-SOYAD:****Etkinlik 2 – Rakamlarla Renk (Resim Temsil Etmek)****SINIF:**

PROBLEMİ YAPILANDIRMA	
Beklenen	Verilen görseli boş ızgara üzerinde oluştururken satır ve sütunlara bölerek çalışması ve kareleri uygun biçimde boyaması.
Gözlenen	
GRAFİK GÖSTERİMLERİ KULLANMA	
Beklenen	Oluşturduğu çizimi doğru okuyarak sayılarla kodlamasını doğru biçimde tamamlaması.
Gözlenen	
HEDEFİ SADELEŞTİRME	
Beklenen	İkinci çizimin orijinal görsele uygun ve en sade biçimde olması.
Gözlenen	
GERÇEK HAYAT DURUMU İLE KARŞILAŞTIRARAK KONTROL ETME	
Beklenen	1- Oluşturduğu çizimini verilen görselle kıyaslayarak kontrol etmesi. 2- Çizimine ait sayılarla kodlamasını teyit etmesi.
Gözlenen	

Görev Tabanlı Görüşme Gözlem Formu**Etkinlik 3 – Bir Daha Söyle! (Metin Sıkıştırma)****AD-SOYAD:****SINIF:**

ÖRÜNTÜ TANIMA	
Beklenen	Verilen metinde tekrar eden bütün yapıları tespit etmesi.
Gözlenen	
HEDEFİ SADELEŞTİRME	
Beklenen	Metni doğru biçimde sıkıştırarak en az harf kalacak şekilde azaltması.
Gözlenen	
GRAFİK GÖSTERİMLERİ KULLANMA	
Beklenen	Metin içinde yakaladığı tekrarlı yapıları diyagramlarla eksiksiz ve doğru biçimde göstermesi.
Gözlenen	
GERÇEK HAYAT DURUMU İLE KARŞILAŞTIRARAK KONTROL ETME	
Beklenen	Metnin en kısa hali olup olmadığını, örüntülerini ve diyagram gösterimlerini kontrol etmesi.
Gözlenen	

Görev Tabanlı Görüşme Gözlem Formu**AD-SOYAD:****Etkinlik 4 – Savaş Gemileri (Arama Algoritmaları)****SINIF:**

PROBLEMİ YAPILANDIRMA	
Beklenen	Verilen isimleri, bütün arama yöntemlerinin kendi işlem adımlarına göre kurgulayabilmesi.
Gözlenen	
ÖRÜNTÜ TANIMA	
Beklenen	Üçüncü yöntemde hızlı arama yapabilmek amacıyla isimleri sınıflayabilmek ve bir gruba yığılma olmasını önlemek için farklı örüntüler oluşturabilmesi.
Gözlenen	
HEDEFİ SADELEŞTİRME	
Beklenen	Üç yöntemde de hangi seçeneklerin devre dışı bırakılmasıyla hızlı aramanın sağlandığını açıklayabilmesi.
Gözlenen	
HEDEFİ BELİRGİNLEŞTİRME	
Beklenen	Binlerce veri arasından hızlı arama yapmak için bütün yöntemlerin avantaj/dezavantajlarını düşünerek seçim yapması.
Gözlenen	
GERÇEK HAYAT DURUMU İLE KARŞILAŞTIRARAK KONTROL ETME	
Beklenen	Verilen isimleri arama yöntemlerinin özelliklerine göre düzenlerken ve hızlı arama için seçtiği yöntemin doğruluğunu teyit etmesi.
Gözlenen	

Görev Tabanlı Görüşme Gözlem Formu**AD-SOYAD:****Etkinlik 5 – En Hafif ve En Ağır (Sıralama Algoritmaları)****SINIF:**

PROBLEMİ YAPILANDIRMA	
Beklenen	Verilen kartları sıralarken kıyaslayacağı ikilileri mantıksal bir kurguyla seçmesi.
Gözlenen	
HEDEFİ SADELEŞTİRME	
Beklenen	Verilen kartları ikinci yöntem olan hızlı sıralama yöntemiyle sıralaması durumunda azalacak kıyas sayısının farkında olması ve bu yöntemi kullanarak sıralama yapabilmesi.
Gözlenen	
ÖRÜNTÜ TANIMA	
Beklenen	100 kartın sıralanması için kart sayısı ile kıyaslama sayısı arasındaki örüntüyü yakalaması. (Örn: 3 kart için 2+1, 4 kart için 3+2+1, 5 kart için 4+3+2+1...vb)
Gözlenen	
YAKINA GENELLEME	
Beklenen	10 kartın sıralanması için en fazla kaç kıyaslama yapılması gerektiğini doğru sonuca ulaşacak şekilde manuel hesaplaması.
Gözlenen	
UZAĞA GENELLEME	
Beklenen	100 kartın sıralanması için en fazla kaç kıyaslama yapılması gerektiğini belirlemek için formül arayışına girmesi ve doğru olan $n(n-1)/2$ formülüyle çalışması.
Gözlenen	

MATEMATİKSEL MODEL SEÇME	
Beklenen	Yakaladığı örüntüde kullanmak üzere 1'den n'e kadar olan sayıların toplamını gösteren $n(n+1)/2$ matematiksel modelini seçmesi.
Gözlenen	
DEĞİŞKEN VE SABİTLERİ BELİRLEME	
Beklenen	$n(n+1)/2$ formülünde n'in kart sayısının bir eksiğini ve nihai $n(n-1)/2$ formülünde n'in kart sayısını ifade ettiğini açıklayabilmesi.
Gözlenen	
FORMÜLLEŞTİRME	
Beklenen	$n(n+1)/2$ formülünde n yerine (n-1) yazarak yeniden düzenlemesi.
Gözlenen	
GERÇEK HAYAT DURUMU İLE KARŞILAŞTIRARAK KONTROL ETME	
Beklenen	Ulaştığı formülleri ve kartları açmadan önce sıralamanın doğruluğunu teyit etmesi.
Gözlenen	

Görev Tabanlı Görüşme Gözlem Formu**AD-SOYAD:****Etkinlik 6 – Çamurlu Şehir (Minimum Yayılma Ağaçları)****SINIF:**

GRAFİK GÖSTERİMLERİ KULLANMA	
Beklenen	Evlerin arasındaki mesafeyi temsil eden karoları her seferinde saymamak için evleri, mesafeleri ve yolları diyagramlarla göstermesi.
Gözlenen	
HEDEFİ BELİRGİNLEŞTİRME	
Beklenen	Rotayı belirlerken en fazla kesişim gösteren evleri belirleyerek, bu evler üzerinden rota oluşturmaya çalışması.
Gözlenen	
FORMÜLLEŞTİRME	
Beklenen	Bütün evlerin birbirine bağlanması için en az kaç yol kullanılması gerektiğini “n-1” ile göstermesi.
Gözlenen	
GERÇEK HAYAT DURUMU İLE KARŞILAŞTIRARAK KONTROL ETME	
Beklenen	Mesafenin en kısa ve evlerin bağlı olup olmadığını kontrol etmesi.
Gözlenen	

Görev Tabanlı Görüşme Gözlem Formu**AD-SOYAD:****Etkinlik 7 – Hazine Avı (Sonlu Durum Otomatları)****SINIF:**

ÖRÜNTÜ TANIMA	
Beklenen	100 ihtimali verilen durumda yer alan “ssm, mms, sss, mmm” örüntülerinin tamamını tespit edebilmesi.
Gözlenen	
HEDEFİ BELİRGİNLEŞTİRME	
Beklenen	Ada sayısını verilen durumun ihtimallerine göre doğru sayıda belirlemesi.
Gözlenen	
HEDEFİ SADELEŞTİRME	
Beklenen	100 ihtimali verilen durumu temsil etmek için en az sayıda ada ve yol kullanması.
Gözlenen	
GRAFİK GÖSTERİMLERİ KULLANMA	
Beklenen	100 ihtimali verilen durumu temsil etmek için adaları, yolları ve yönlerini doğru biçimde göstererek diyagram oluşturmaları.
Gözlenen	
UZAĞA GENELLEME	
Beklenen	Ada sayısı ve yollarıyla fazlalıklarından arınmış, bütün ihtimallerde çalışan bir çözüm sunması.
Gözlenen	
GERÇEK HAYAT DURUMU İLE KARŞILAŞTIRARAK KONTROL ETME	
Beklenen	Ada sayısını, yolları ve bütün ihtimallerde çalışıp çalışmadığını kontrol etmesi.
Gözlenen	

Görev Tabanlı Görüşme Gözlem Formu**AD-SOYAD:****Etkinlik 8 – Yürüyüş Emirleri (Programlama Diller)****SINIF:**

PROBLEMİ YAPILANDIRMA	
Beklenen	Ulaşılmak istenen şekil ile kendi şekli arasındaki farka şekilleri inceleyerek değil, her talimatı ayrı ayrı ele alarak ulaşması.
Gözlenen	
HEDEFİ BELİRGİNLEŞTİRME	
Beklenen	Noktaların uzaklığı hakkında birinci talimata ve noktaların birleştirilmesiyle ilgili üçüncü talimata daha fazla detay bilgi eklemesi.
Gözlenen	
HEDEFİ SADELEŞTİRME	
Beklenen	Şeklin merkezi ile ilgili gereksiz detayları dördüncü talimattan silmesi.
Gözlenen	
GERÇEK HAYAT DURUMU İLE KARŞILAŞTIRARAK KONTROL ETME	
Beklenen	Düzenlenen yeni talimatları sırasıyla teyit etmesi, oluşabilecek bütün sonuçları düşünmesi.
Gözlenen	

Görev Tabanlı Görüşme Gözlem Formu
Etkinlik 9 – Turistik Şehir (Baskın Ayarlar)

AD-SOYAD:
SINIF:

PROBLEMİ YAPILANDIRMA	
Beklenen	En fazla kesişim gösteren noktaları belirleyerek, bu noktalarla çalışması.
Gözlenen	
GRAFİK GÖSTERİMLERİ KULLANMA	
Beklenen	Diyagram gösterimlerini okuyabilmesi ve diyagramla çalışabilmesi.
Gözlenen	
GERÇEK HAYAT DURUMU İLE KARŞILAŞTIRARAK KONTROL ETME	
Beklenen	Belirlediği noktaların kurallara uyup uymadığını ve en az sayıda nokta seçip seçmediğini kontrol etmesi.
Gözlenen	

Görev Tabanlı Görüşme Gözlem Formu**AD-SOYAD:****Etkinlik 10 – Sırları Paylaşma (Bilgi Gizleme Protokolleri)****SINIF:**

MATEMATİKSEL MODEL SEÇME	
Beklenen	Kendi problem durumunda kullanmak üzere grubun ortalamasını hesaplamak için mevcut bilgilerinden $(a_1+a_2+a_3+\dots+a_n)/n$ matematiksel modelini seçmesi.
Gözlenen	
DEĞİŞKEN VE SABİTLERİ BELİRLEME	
Beklenen	Gruptaki kişi sayısının, ilk söylenen sayının ve son söylenen sayının seçtiği $(a_1+a_2+a_3+\dots+a_n)/n$ formülündeki yerlerini açıklaması.
Gözlenen	
FORMÜLLEŞTİRME	
Beklenen	$(a_1+a_2+a_3+\dots+a_n)/n$ formülünü “(son sayı - ilk sayı)/kişi sayısı” şeklinde kendi değişkenlerine göre yeniden düzenlemesi.
Gözlenen	
GERÇEK HAYAT DURUMU İLE KARŞILAŞTIRARAK KONTROL ETME	
Beklenen	Ulaştığı nihai formülün doğru çalışıp çalışmadığını ve probleme verdiği cevabı doğrulaması.
Gözlenen	

Görev Tabanlı Görüşme Gözlem Formu**AD-SOYAD:****Etkinlik 11 – Çikolata Fabrikası (İnsan Arayüz Tasarımı)****SINIF:**

PROBLEMİ YAPILANDIRMA	
Beklenen	Okullarda musluk seçimini etkileyecek alt problemleri ve musluk çeşitlerinin avantaj/dezavantajlarını listelemesi.
Gözlenen	
HEDEFİ BELİRGİNLEŞTİRME	
Beklenen	Seçimini nesnelerin avantaj/dezavantajlarını ve yaşanan problemleri birlikte düşünerek yapması.
Gözlenen	
GERÇEK HAYAT DURUMU İLE KARŞILAŞTIRARAK KONTROL ETME	
Beklenen	Günlük hayatta karşılaştığı bir nesneyi kullanım alanı ve özellikleriyle birlikte incelemesi.
Gözlenen	

EK-5. Araştırma İzin Belgesi



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

25.03.2019

Sayı : 14588481-605.99-E.6149067
Konu : Araştırma izni

GAZİ ÜNİVERSİTESİNE
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2017/25 nolu Genelgesi.
b) Bila tarihli ve E.8994 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalı Doktora öğrencisi Ezgi GÜN' ün "**Bilgisayarsız Bilgisayar Bilimleri Etkinliklerinin Soyutlama Becerisine Etkisi**" konulu tez çalışması kapsamında uygulama yapma talebi Müdürlüğümüzce uygun görülmüş ve uygulamanın yapılacağı İlçe Milli Eğitim Müdürlüklerine bilgi verilmiştir.

Uygulama formunun (12 sayfa) araştırmacı tarafından uygulama yapılacak sayıda çoğaltılması ve çalışmanın bitiminde bir örneğinin (cd ortamında) Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme Şubesine gönderilmesini rica ederim.

Turan AKPINAR
Vali a.
Milli Eğitim Müdürü

Güvenli Elektronik İmza
Aslı ile Ayrıldı.

25.03/2019

Adres: Alparslan Türkeş cad. Emniyet Mah.4 A
Yenimahalle/ANKARA
Elektronik Ağ: ankara.meb.gov.tr
e-posta: istatistik06@meb.gov.tr

Bilgi için: Ayşe ARDA

Tel: 0 (312) 212 36 00
Faks: 0 (312) 221 02 16

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 5ca3-2286-30b9-88b0-718b kodu ile teyit edilebilir.

EK-6. Rubrikler

1. ETKİNLİK GÖSTERGELERİ	PUANLAMA		
	0 puan	1 puan	2 puan
Problemi yapılandırma	İkilik düzende sayıların tek mi çift mi olduğunu belirlemek için problemi daha küçük adımlara indirgeyememesi, herhangi bir başlangıç noktası belirleyememesi.	İkilik düzende sayıların tek mi çift mi olduğunu belirlemek için bir kurgu olmadan rastgele sayılar seçerek inceleme yapması veya yetersiz sayıda inceleme yapması.	İkilik düzende sayıların tek mi çift mi olduğunu belirlemek için inceleyeceği sayıları bilinçli olarak seçmesi ve yeterli sayıda inceleme yapması.
Hedefi belirginleştirme	Sayıları ikilik düzende oluşturmak için 1, 2, 4, 8, 16,... arasından hangi sayıları seçeceğine karar verememesi.	Küçük sayıları ikilik düzende oluşturabilirken, sayılar büyüdükçe 1, 2, 4, 8, 16, ... arasından hangi sayıları seçeceğine karar verememesi.	Küçük ve büyük sayıları ikilik düzende oluşturmak için 1, 2, 4, 8, 16,... arasından hangi sayıları kullanacağını seçebilmesi.
Örüntü tanıma	İkilik düzendeki sayıların tek veya çift olma durumlarının “sonlarındaki rakamlara göre” değişiklik gösterdiğine dair benzerlikleri belirleyememesi	Problemin çözümüne tesadüfi yollarla ulaşan farklı örüntüler bulması.	İkilik düzendeki sayıların tek veya çift olma durumlarının “sonlarındaki rakamlara göre” değişiklik gösterdiğine dair benzerlikleri yakalaması.
Yakına genelleme	Probleme hiçbir çözüm bulamaması.	-	Sola doğru gidildiğinde 8. kartta kaç nokta olacağını doğru sonuca ulaşacak şekilde manuel hesaplaması.
Uzağa genelleme	Sola doğru gidildiğinde 25. kartta kaç nokta olması gerektiğini belirlemek için formül arayışına girmemesi veya elle hesaplamaya çalışması.	Sola doğru gidildiğinde 25. kartta kaç nokta olması gerektiğini belirlemek için, formül arayışına girmesi fakat yanlış formülle çalışması.	Sola doğru gidildiğinde 25. kartta kaç nokta olması gerektiğini belirlemek için, formül arayışına girmesi ve doğru olan (2^{n-1}) formülüyle çalışması.
Matematiksel model seçme	“ikilik düzende son rakamı 0 olanların çift, 1 olanların tek sayı” olmasını matematiksel gerçeklerle açıklayamaması.	“ikilik düzende son rakamı 0 olanların çift, 1 olanların tek sayı” olmasını yanlış matematiksel gerçeklerle açıklaması.	“ikilik düzende son rakamı 0 olanların çift, 1 olanların tek sayı” olmasını “çift + çift = çift, çift + tek = tek” matematiksel ifadeleriyle açıklaması.
Değişken ve sabitleri belirleme	Görüşme esnasında ifade ettiği formülde 2, n ve(n-1) sabit ve değişkenlerinden hiçbirini açıklayamaması.	Görüşme esnasında ifade ettiği formülde 2, n veya (n-1) sabit ve değişkenlerinden bazılarını açıklayabilmesi.	Görüşme esnasında ifade ettiği formülde 2, n ve (n-1) sabit ve değişkenlerin hepsini açıklayabilmesi.
Formülleştirme	Yanlış formül oluşturması.	Uygun formülü oluşturmaya karşın araştırmacı tarafından “neden 2(n-1) veya $2n-1$ değil de 2^{n-1} ifadesi kullanıldı?” gibi farklı seçenekler sunulduğunda açıklayamaması.	Doğru formül oluşturmaya ve araştırmacı tarafından “neden 2(n-1) veya $2n-1$ değil de 2^{n-1} ifadesi kullanıldı?” gibi farklı seçenekler sunulduğunda açıklayabilmesi.

Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	“Son rakamı 0 olanlar çift, 1 olanlar tek sayıdır.” kuralını ve 2^{n-1} formülünü derste öğrendiyse doğru hatırlayıp hatırlamadığını, görüşme esnasında yeniden elde ettiyse farklı sayılarda teyit etmemesi.	Süreç içerisinde veya verdiği cevaplarda zaman zaman doğrulama yapması, fakat devamlılık göstermemesi.	“Son rakamı 0 olanlar çift, 1 olanlar tek sayıdır.” kuralını ve 2^{n-1} formülünü derste öğrendiyse doğru hatırlayıp hatırlamadığını, görüşme esnasında yeniden elde ettiyse farklı sayılarda teyit etmesi.
---	---	--	---

2. ETKİNLİK GÖSTERGELERİ	PUANLAMA		
	0 puan	1 puan	2 puan
Problemi yapılandırma	Hayalet çizgi ile verilen görseli ızgaraya aktararak, bu çizgiyle kesişen kareleri boyaması	Çizim yaparken satır ve sütunlar halinde çalışmasına karşın, kareleri uygun olmayan şekilde boyaması (çapraz, yarım)	Verilen görseli boş ızgara üzerinde oluştururken satır ve sütunlara bölerek çalışması ve kareleri uygun biçimde boyaması.
Grafik gösterimleri kullanma	Oluşturduğu çizimin sayılarla kodlamasını yapamaması.	Oluşturduğu çizimin sayılarla kodlamasını yaparken takıldığı durumların olması (renkler, karelerin dolu veya boş başlaması...vb).	Oluşturduğu çizimi doğru okuyarak sayılarla kodlamasını doğru biçimde tamamlaması.
Hedefi sadeleştirme	İkinci çizimin birincisinden farklılaşmaması veya daha fazla detay içermesi.	İkinci çizimde orijinal görselin ana öğelerini değiştirerek bozması. Çizimin aslına uygun olmaması veya daha fazla sadeleştirilebilir olması.	İkinci çizimin orijinal görsele uygun ve en sade biçimde olması.
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	Çizimlerin veya sayılarla kodlamaların kontrol etmemesi.	Çizimlerini veya sayılarla kodlamalarını kısmen kontrol etmesi.	Hem çizimlerini hem de sayılarla kodlamalarını kontrol etmesi.

3. ETKİNLİK GÖSTERGELERİ	PUANLAMA		
	0 puan	1 puan	2 puan
Örüntü tanıma	Verilen metinde tekrar eden hiçbir yapıyı tespit edememesi.	Verilen metinde tekrar eden birkaç yapıyı tespit etmesi.	Verilen metinde tekrar eden bütün yapıları tespit etmesi.
Hedefi sadeleştirme	Metinde tekrar eden yapıları doğru biçimde silememesi, kısaltamaması.	Metinde tekrar eden yapıları doğru biçimde kısaltabilmesine karşın en kısa haline ulaşamaması.	Metni doğru biçimde sıkıştırarak en az harf kalacak şekilde azaltması.
Grafik gösterimleri kullanma	Metin içinde yakaladığı tekrarlı yapıları diyagramlarla gösterememesi.	Metin içinde yakaladığı tekrarlı yapıları diyagramlarla gösterirken hatalar yapması.	Metin içinde yakaladığı tekrarlı yapıları diyagramlarla eksiksiz ve doğru biçimde göstermesi.
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	Metnin en kısa hali olup olmadığını, örüntülerini veya diyagram gösterimlerinin hiçbirini kontrol etmemesi.	Metnin en kısa hali olup olmadığını, örüntülerini veya diyagram gösterimlerinin bazılarını kontrol etmesi.	Metnin en kısa hali olup olmadığını, örüntülerini ve diyagram gösterimlerini kontrol etmesi.

4. ETKİNLİK GÖSTERGELERİ	PUANLAMA		
	0 puan	1 puan	2 puan
Problemi yapılandırma	Verilen isimleri, hiçbir arama yönteminin işlem adımlarına göre kurgulayamaması.	Verilen isimleri, bazı arama yöntemlerinin işlem adımlarına göre kurgulayabilmesi.	Verilen isimleri, bütün arama yöntemlerinin kendi işlem adımlarına göre kurgulayabilmesi.
Örüntü tanıma	Üçüncü yönteme göre verilen isimleri düzenlemek için herhangi bir örüntü bulamaması.	Üçüncü yönteme göre verilen isimleri düzenlemek için herhangi bir örüntü yakalamasına karşın, amacına uygun olabilecek şekilde örüntüleri çoğaltamaması.	Üçüncü yöntemde hızlı arama yapabilmek amacıyla isimleri sınıflayabilmek ve bir gruba yığılma olmasını önlemek için farklı örüntüler oluşturabilmesi.
Hedefi sadeleştirme	Üç yöntemin hiçbirinde hangi seçeneklerin devre dışı bırakılmasıyla hızlı aramanın sağlandığını açıklayamaması.	Üç yöntemden bazılarında hangi seçeneklerin devre dışı bırakılmasıyla hızlı aramanın sağlandığını açıklayabilmesi.	Üç yöntemde de hangi seçeneklerin devre dışı bırakılmasıyla hızlı aramanın sağlandığını açıklayabilmesi.
Hedefi belirginleştirme	Binlerce veri arasından hızlı arama yapmak için herhangi bir seçim yapamaması veya rastgele seçim yapması.	hızlı arama yapmak için yöntemlerin avantajlı/ dezavantajlı taraflarını incelemesine karşın karar verememesi.	Binlerce veri arasından hızlı arama yapmak için bütün yöntemlerin avantaj/ dezavantajlarını düşünerek seçim yapması.
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	Verilen isimleri arama yöntemlerinin özelliklerine göre düzenlerken veya hızlı arama için seçtiği yöntemin doğruluğunu teyit etmemesi.	Seçtiği yöntemin doğruluğunu veya verilen isimleri düzenleme sürecini zaman zaman teyit etmesi.	Verilen isimleri arama yöntemlerinin özelliklerine göre düzenlerken ve hızlı arama için seçtiği yöntemin doğruluğunu teyit etmesi.

5. ETKİNLİK GÖSTERGELERİ	PUANLAMA		
	0 puan	1 puan	2 puan
Problemi yapılandırma	Verilen kartları sıralarken kıyaslayacağı ikilileri rastgele seçmesi.	Verilen kartları sıralarken kıyaslayacağı ikilileri mantıksal olarak kurgulamasına karşın süreç içerisinde tekrarlara düşmesi veya hata yapması	Verilen kartları sıralarken kıyaslayacağı ikilileri mantıksal bir kurguyla seçmesi.
Hedefi sadeleştirme	Verilen kartları ikinci yöntem olan hızlı sıralama yöntemiyle sıralaması durumunda azalacak kıyas sayısının farkında olmadan, uzun yöntemleri kullanması.	Verilen kartları ikinci yöntem olan hızlı sıralama ile sıralaması durumunda azalacak kıyas sayısının farkında olması fakat bu yöntemi kullanarak sıralama yapamaması.	Verilen kartları ikinci yöntem olan hızlı sıralama yöntemiyle sıralaması durumunda azalacak kıyas sayısının farkında olması ve bu yöntemi kullanarak sıralama yapabilmesi.
Örüntü tanıma	100 kartın sıralanması için kart sayısı ile kıyaslama sayısı arasındaki örüntüyü yakalayamaması.	100 kartın sıralanması için kart sayısı ile kıyaslama sayısı arasındaki örüntüyü “1’den kart sayısına kadar toplama” şeklinde eksik olarak yakalaması.	100 kartın sıralanması için kart sayısı ile kıyaslama sayısı arasındaki örüntüyü yakalaması. (Örn: 3 kart için 2+1, 4 kart için 3+2+1...vb)

Yakına genelleme	Probleme çözüm bulamaması.		10 kartın sıralanması için en fazla kaç kıyaslama yapılması gerektiğini doğru sonuca ulaşacak şekilde manuel hesaplaması.
Uzağa genelleme	100 kartın sıralanması için en fazla kaç kıyaslama yapılması gerektiğini belirlemek için formül arayışına girmemesi, elle hesaplamaya çalışması.	100 kartın sıralanması için en fazla kaç kıyaslama yapılması gerektiğini belirlemek için formül arayışına girmesi fakat yanlış formülle çalışması.	100 kartın sıralanması için en fazla kaç kıyaslama yapılması gerektiğini belirlemek için formül arayışına girmesi ve doğru olan $n(n-1)/2$ formülüyle çalışması.
Matematiksel model seçme	Yakaladığı örüntüde kullanmak üzere 1'den n'e kadar olan sayıların toplamını gösterecek herhangi bir matematiksel model seçmemesi.	Yakaladığı örüntüde kullanmak üzere yanlış bir matematiksel model seçmesi.	Yakaladığı örüntüde kullanmak üzere 1'den n'e kadar olan sayıların toplamını gösteren $n(n+1)/2$ matematiksel modelini seçmesi.
Değişkenleri ve sabitleri belirleme	$n(n+1)/2$ formülünde ve nihai $n(n-1)/2$ formülünde n'in ne ifade ettiğini açıklayamaması.	$n(n+1)/2$ ve $n(n-1)/2$ formüllerinden birinde n'in ne ifade ettiğini doğru açıklarken diğerinde yanlış açıklaması.	$n(n+1)/2$ formülünde n'in kart sayısının bir eksiğini ve nihai $n(n-1)/2$ formülünde n'in kart sayısını ifade ettiğini açıklayabilmesi.
Formülleştirme	$n(n+1)/2$ formülünün düzenlenmesi gerektiğinin farkında olmaması, direkt kullanması.	$n(n+1)/2$ formülünün düzenlenmesi gerektiğinin farkında olması fakat düzenlerken hata yapması veya tesadüfi olarak doğru şekilde düzenlemesi.	$n(n+1)/2$ formülünde n yerine $(n-1)$ yazarak yeniden düzenlemesi.
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	Ulaştığı formüllerin ve kartları açmadan önce sıralamanın doğruluğunu teyit etmemesi.	Ulaştığı formüllerin veya kartları açmadan önce sıralamanın doğruluğunu teyit etmesi.	Ulaştığı formülleri ve kartları açmadan önce sıralamanın doğruluğunu teyit etmesi.

6. ETKİNLİK GÖSTERGELERİ	PUANLAMA		
	0 puan	1 puan	2 puan
Grafik gösterimleri kullanma	Evlerin arasındaki mesafeyi temsil eden karoları her seferinde sayması.	Evlerin arasındaki mesafeyi temsil eden karoları her seferinde saymamak için evleri, mesafeleri ve yolları diyagramlarla gösterirken hatalar yapması.	Evlerin arasındaki mesafeyi temsil eden karoları her seferinde saymamak için evleri, mesafeleri ve yolları diyagramlarla göstermesi
Hedefi belirginleştirme	Rotayı belirlerken evleri rastgele seçmesi.	Rotayı belirlerken başlangıçta fazla kesişim gösteren evleri belirlemiş olmasına rağmen süreç içerisinde rastgele devam etmesi.	Rotayı belirlerken en fazla kesişim gösteren evleri belirleyerek, bu evler üzerinden rota oluşturmaya çalışması.

Formülleştirme	Evlerin birbirine bağlanması için en az kaç yol kullanılması gerektiğini belirleyememesi.	Bütün evlerin birbirine bağlanması için en az kaç yol kullanılması gerektiğini “n” ile göstermesi.	Bütün evlerin birbirine bağlanması için en az kaç yol kullanılması gerektiğini “n-1” ile göstermesi.
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	Mesafenin en kısa ve evlerin bağlı olup olmadığını kontrol etmemesi.	Mesafenin en kısa veya evlerin bağlı olup olmadığını kontrol etmesi.	Mesafenin en kısa ve evlerin bağlı olup olmadığını kontrol etmesi.

7. ETKİNLİK GÖSTERGELERİ	PUANLAMA		
	0 puan	1 puan	2 puan
Örüntü tanıma	100 ihtimali verilen durumda yer alan örüntüleri yakalayamaması, ilk ihtimalden başlayarak yeni ihtimalleri ekleyerek ilerlemesi	100 ihtimali verilen durumda yer alan örüntülerden bazılarını tespit edebilmesi.	100 ihtimali verilen durumda yer alan “ssm, mms, sss, mmm” örüntülerinin tamamını tespit edebilmesi.
Hedefi belirginleştirme	Ada sayısını belirleyememesi veya rastgele denemelerle araması.	Ada sayısını verilen durumun ihtimallerine göre belirlemesine karşın, eksik veya fazla ada bulunması.	Ada sayısını verilen durumun ihtimallerine göre doğru sayıda belirlemesi.
Hedefi sadeleştirme	100 ihtimali verilen durumu benzerlikleri azaltarak sadeleştirememesi.	100 ihtimali verilen durumu daha fazla sadeleştirilmesi mümkün olabilecek şekilde temsil etmesi.	100 ihtimali verilen durumu temsil etmek için en az sayıda ada ve yol kullanması.
Grafik gösterimleri kullanma	100 ihtimali verilen durumu temsil etmek için adaları, yolları ve yönleri kullanarak diyagram oluşturamaması.	100 ihtimali verilen durumu temsil etmek için diyagram oluştururken bazı ada, yol veya yön gösterimlerinde yanlışlıkların bulunması.	100 ihtimali verilen durumu temsil etmek için adaları, yolları ve yönlerini doğru biçimde göstererek diyagram oluşturması.
Uzağa genelleme	Herhangi bir çözüm bulamaması.	Ada sayısı ve yollarında fazlalıkları bulunmasına karşın bütün ihtimallerde çalışan bir çözüm sunması.	Ada sayısı ve yollarıyla fazlalıklarından arınmış, bütün ihtimallerde çalışan bir çözüm sunması.
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	Ada sayısını, yolları ve bütün ihtimallerde çalışıp çalışmadığını kontrol etmemesi.	Ada sayısının, yolların veya bütün ihtimallerde çalışıp çalışmadığının bazılarını kontrol etmesi.	Ada sayısını, yolları ve bütün ihtimallerde çalışıp çalışmadığını kontrol etmesi.

8. ETKİNLİK GÖSTERGELERİ	PUANLAMA		
	0 puan	1 puan	2 puan
Problemi yapılandırma	Ulaşılmak istenen şekil ile kendi şekli arasındaki farka şekilleri inceleyerek ulaşmasına karşın talimatları düzenlememesi.	Ulaşılmak istenen şekil ile kendi şekli arasındaki farka şekilleri inceleyerek ulaşması, daha sonra her talimatı düzenlemesi.	Ulaşılmak istenen şekil ile kendi şekli arasındaki farka şekilleri inceleyerek değil, her talimatı ayrı ayrı ele alarak ulaşması.

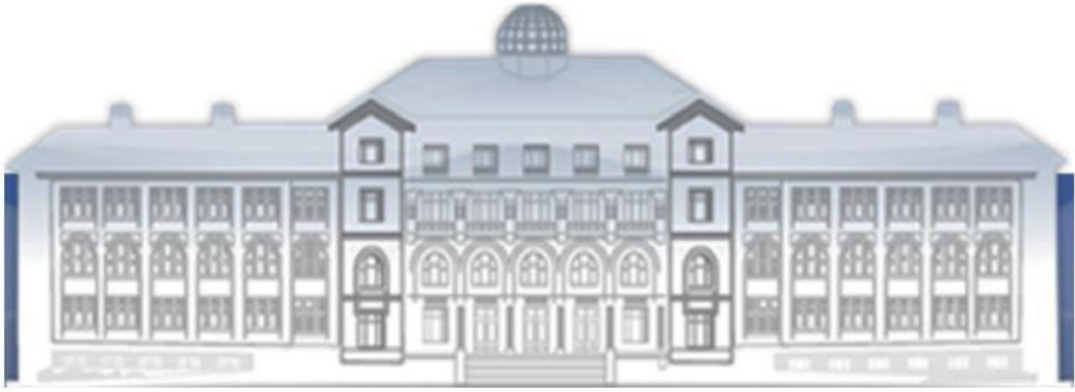
Hedefi belirginleştirme	Talimatlarda yer alan birinci ve üçüncü maddeyi daha fazla detay verecek şekilde düzenlememesi.	Birinci ve üçüncü maddede daha fazla detay verilmesi gerektiğini fark etmesine karşın uygun ifadeleri yazamaması veya maddelerden yalnızca birini düzenlemesi.	Noktaların uzaklığı hakkında birinci talimata ve noktaların birleştirilmesiyle ilgili üçüncü talimata daha fazla detay bilgi eklemesi.
Hedefi sadeleştirme	Dördüncü maddede düzenleme yapılması gerektiğinin farkında olmaması.	Dördüncü maddede fazlalık olduğunu düşünmesine karşın sileceği ifadelerle karar verememesi.	Şeklin merkezi ile ilgili gereksiz detayları dördüncü talimattan silmesi.
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	Düzenlenen yeni talimatları teyit etmemesi.	Düzenlenen yeni talimatlardan bazılarını kontrol etmesi.	Düzenlenen yeni talimatları sırasıyla teyit etmesi, oluşabilecek bütün sonuçları düşünmesi.

9. ETKİNLİK GÖSTERGELERİ	PUANLAMA		
	0 puan	1 puan	2 puan
Problemi yapılandırma	Kesişim noktalarını rastgele seçmesi.	Başlangıçta fazla kesişim gösteren noktalarla çalışmasına karşın, süreç içerisinde rastgele devam etmesi.	En fazla kesişim gösteren noktaları belirleyerek, bu noktalarla çalışması.
Grafik gösterimleri kullanma	Diyagram gösterimlerini okuyamaması ve diyagramla çalışamaması.	Diyagram gösterimlerini okuyabilmesine karşın diyagramla çalışırken sorun yaşaması.	Diyagram gösterimlerini okuyabilmesi ve diyagramla çalışabilmesi.
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	Belirlediği noktaların kurallara uyup uymadığını ve en az sayıda nokta seçip seçmediğini kontrol etmemesi.	Belirlediği noktaların kurallara uyup uymadığını veya en az sayıda nokta seçip seçmediğini kontrol etmesi.	Belirlediği noktaların kurallara uyup uymadığını ve en az sayıda nokta seçip seçmediğini kontrol etmesi.

10. ETKİNLİK GÖSTERGELERİ	PUANLAMA		
	0 puan	1 puan	2 puan
Matematiksel model seçme	Kendi problem durumunda kullanmak üzere grubun ortalamasını hesaplamak için mevcut bilgilerinden herhangi bir matematiksel model seçememesi.	Kendi problem durumunda kullanmak üzere grubun ortalamasını hesaplamak için mevcut bilgilerinden yanlış bir matematiksel model seçmesi.	Kendi problem durumunda kullanmak üzere grubun ortalamasını hesaplamak için mevcut bilgilerinden $(a_1+a_2+a_3+\dots+a_n)/n$ matematiksel modelini seçmesi.
Değişken ve sabitleri belirleme	Gruptaki kişi sayısının, ilk söylenen sayının ve son söylenen sayının seçtiği $(a_1+a_2+a_3+\dots+a_n)/n$ formülündeki yerlerini açıklayamaması.	Gruptaki kişi sayısı, ilk söylenen sayı veya son söylenen sayı değerlerinden bazılarının $(a_1+a_2+a_3+\dots+a_n)/n$ formülündeki yerlerini açıklayabilmesi.	Gruptaki kişi sayısının, ilk söylenen sayının ve son söylenen sayının seçtiği $(a_1+a_2+a_3+\dots+a_n)/n$ formülündeki yerlerini açıklayabilmesi.

Formüleştirme	$(a_1+a_2+a_3+\dots+a_n)/n$ formülünü düzenlemeye çalışmadan direkt kullanmaya çalışması veya çözüme ulaşmadan bırakması.	$(a_1+a_2+a_3+\dots+a_n)/n$ formülünü son sayı, ilk sayı ve kişi sayısına bağlı olarak düzenleme yoluna gitmesine karşın hatalar yapması.	$(a_1+a_2+a_3+\dots+a_n)/n$ formülünü (son sayı - ilk sayı)/kişi sayısı şeklinde kendi değişkenlerine göre yeniden düzenlemesi.
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	Ulaştığı nihai formülün doğru çalışıp çalışmadığını ve probleme verdiği cevabı doğrulamaması.	Ulaştığı nihai formülün doğru çalışıp çalışmadığını veya probleme verdiği cevabı doğrulaması.	Ulaştığı nihai formülün doğru çalışıp çalışmadığını ve probleme verdiği cevabı doğrulaması.

11. ETKİNLİK GÖSTERGELERİ	PUANLAMA		
	0 puan	1 puan	2 puan
Problemi yapılandırma	Okullarda musluk seçimini etkileyecek alt problemleri ve musluk çeşitlerinin avantaj/dezavantajlarını listeleyememesi.	Okullarda musluk seçimini etkileyecek alt problemleri veya musluk çeşitlerinin avantaj/dezavantajlarını listelemesi.	Okullarda musluk seçimini etkileyecek alt problemleri ve musluk çeşitlerinin avantaj/dezavantajlarını listelemesi.
Hedefi belirginleştirme	Okullarda kullanılmak üzere musluk seçimini rastgele yapması.	Seçimini yalnızca nesnelerin avantaj/dezavantajlarını veya yaşanan problemleri düşünerek yapması.	Seçimini nesnelerin avantaj/dezavantajlarını ve yaşanan problemleri birlikte düşünerek yapması.
Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	Günlük hayattan herhangi bir nesne örneği verememesi.	Günlük hayatta karşılaştığı bir nesnenin yalnızca özelliklerini incelemesi.	Günlük hayatta karşılaştığı bir nesneyi kullanım alanı ve özellikleriyle birlikte incelemesi.



“GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...”