



**LOJİSTİK FAALİYETLERDE DIŞ KAYNAK KULLANIMININ ANALİTİK
AĞ SÜRECİ VE NÖTROSOFİK KÜMELER İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ersin KIVRAK

**DOKTORA TEZİ
TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2020

Ersin KIVRAK tarafından hazırlanan “LOJİSTİK FAALİYETLERDE DIŞ KAYNAK KULLANIMININ ANALİTİK AĞ SÜRECİ VE NÖTROSOFİK KÜMELER İLE DEĞERLENDİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi TEDARİK VE LOJİSTİK YÖNETİMİ Ana Bilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Serpil EROL

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Prof. Dr. Güray KÜÇÜKKOCAOĞLU

İşletme Ana Bilim Dalı, Başkent Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Bahar ÖZYÖRÜK

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Doç. Dr. Hakan ÇERÇİOĞLU

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Doç. Dr. Hatice ÇALPINAR

İşletme Ana Bilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 28/01/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu çalışmanın Doktora Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ersin KIVRAK

28/01/2020

LOJİSTİK FAALİYETLERDE DIŞ KAYNAK KULLANIMININ ANALİTİK AĞ SÜRECİ VE NÖTROSOFİK KÜMELER İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

(Doktora Tezi)

Ersin KIVRAK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2020

ÖZET

Kamuda bazı karmaşık ve pahalı sistemlerin lojistik desteğinin sağlanması ve bunun yanında bakım ve onarımının en verimli şekilde yapılması, sürekli gelişen teknolojiye ayak uydurulması ve tüm bunların maliyet etkin olarak sürdürülebilmesi her geçen gün güçleşmektedir. Bu amaçla dış kaynak kullanımından yararlanmak en uygun stratejilerden biri olarak görülmesine karşın, dış kaynak kullanımının avantaj ve dezavantajları birlikte dikkate alınmak zorundadır. Bu çalışmada son yıllarda kamuda giderek bir sorun teşkil etmeye başlayan helikopter bakım yönetimi, çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınmaktadır. Bu problemin karakterine uygun olarak öncelikle helikopter bakım yönetiminin en etkin bir şekilde yapılabilmesi için gerekli kriterler yerli ve yabancı uzmanlar ve akademisyenler ile görüşülerek hiyerarşik bir yapıda belirlenmiştir. Kriterlerin hiyerarşik yapısı ve farklı hiyerarşideki kriterlerin birbiriyle etkileşimi sebebiyle kriterleri ağırlıklandırmak için ANP tekniğinden yararlanılmıştır. Problemin çözümüne etki edecek alternatifler belirlenirken yine konunun uzmanı olan yerli ve yabancı kişiler ve akademisyenlerle görüşülmüştür. Alternatiflerin değerlendirilmesinde görülen belirsizliğin ele alınması için karar vericilerin objektif ve yansız bir değerlendirme yapmasına olanak sağlayan nütrosifik kümelerden istifade edilmiştir. Çalışmada helikopter bakım yönetiminde dış kaynak kullanımı odaklı çok kriterli karar verme süreci önerilmiştir. Önerilen yaklaşım gerçek bir örnek olay üzerinde uygulanmıştır. Sonuçta görülmüştür ki; kamudaki karar vericiler kendi yetersizlik ve eksiklerini giderme noktasında dış kaynak kullanımına yönelirken diğer yandan da kendi yetkinliklerini kaybetmemek maksadıyla iç kaynaklarından vazgeçememiştir. Nihayetinde iç kaynak ve üreticilerin birlikte stratejik bir ortak gibi hareket etmesini gerektiren alternatif üzerinde karar kılınmıştır.

Bilim Kodu : 90615

Anahtar Kelimeler : Dış Kaynak Kullanımı, Bakım Yönetimi, Analitik Ağ Süreci, Nütrosifik Kümeler

Sayfa Adedi : 130

Danışman : Prof. Dr. Serpil EROL

EVALUATION OF OUTSOURCING IN LOGISTICS ACTIVITIES WITH ANALYTIC NETWORK PROCESS AND NEUTROSOPHIC SETS

(Ph. D. Thesis)

Ersin KIVRAK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2020

ABSTRACT

It is becoming increasingly difficult to provide logistical support for some complex and expensive systems in the public sector, as well as to maintain and repair them in the most efficient way, to keep up with the constantly developing technology and to sustain all of these cost-effectively. Although outsourcing is considered as one of the most suitable strategies for this purpose, the advantages and disadvantages of outsourcing must be taken into consideration together. In this study, helicopter maintenance management, which has become a problem in the public sector in recent years, is considered as a multi criteria decision making problem. In accordance with the characteristics of this problem, firstly, the necessary criteria for the most effective way of helicopter maintenance management have been determined in a hierarchical structure by discussing with domestic and foreign experts and academicians. Analytic Network Process (ANP) technique was used to weight the criteria due to the hierarchical structure of the criteria and the interaction of the criteria in different hierarchies. While determining the alternatives that will affect the solution of the problem, domestic and foreign experts and academicians were interviewed. Neutrosophic sets were utilized to enable decision makers to make an objective and unbiased assessment to address the uncertainty in the evaluation of alternatives. In this study, A Multi Criteria Decision Making (MCDM) process focused on outsourcing in helicopter maintenance management is proposed. The proposed approach was applied on a real case study. As a result, it was seen that the public decision-makers turned to outsourcing in terms of their inadequacies and deficiencies, on the other hand, they could not give up their internal resources in order not to lose their competencies. Ultimately, it was selected on the alternative, which required internal resources and producers to act together as a strategic partner.

Science Code : 90615

Key Words : Outsourcing, Maintenance Management, Analytic Network Process,
Neutrosophic Sets

Page Number : 130

Supervisor : Prof. Dr. Serpil EROL

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimin başladığı ilk günden tamamlanmasına kadar geçen tüm süreç boyunca, bilgi birikimi ve deneyimleriyle beni yönlendiren, sadece hoca kimliği ile değil; gerektiğinde bir anne gibi ilgi, destek ve yardımlarını esirgemeyip çalışmamın her aşamasında yanımda olan ve bana olan inancını hiç kaybetmeyen ve bu sayede tezimi nihayetlendirmeme yardımcı olan değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. Serpil EROL'a, tezimin başından bu yana tez izleme komitesinde yer alan, yüksek lisansımı da tamamladığım Başkent Üniversitesi'nden Prof. Dr. Güray KÜÇÜKKOÇAOĞLU başta olmak üzere; eğitim ve öğrenimim boyunca emeği geçen ve hayatımda kalıcı izler bırakan tüm hocalarıma teşekkür etmeyi bir borç bilirim. TÜBİTAK'tan kazandığım araştırma bursu ile ABD Texas A&M Üniversitesi'nde araştırma için bana kabul veren, ABD'de bulunduğum süre içinde yaptığım araştırmalarımda beni yönlendiren ve aile dostumuz olan değerli hocam Doç. Dr. Malini NATARAJARATHINAM'a ve bu vesile ile TÜBİTAK'ın tüm personeline ve son olarak değerli eşim Mübine, oğullarım Engin ve Enis'e teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. BAKIM YÖNETİMİ.....	7
2.1. Genel.....	7
2.2. Bakım ile İlgili Terimler ve Bakım Yönetimi.....	8
2.2.1. Bakım.....	8
2.2.2. Arıza.....	8
2.2.3. Onarım.....	9
2.2.4. Revizyon.....	9
2.2.5. Güvenilirlik.....	9
2.2.6. Hazır bulunuşluluk.....	10
2.2.7. Küvet eğrisi.....	10
2.2.8. İdame edilebilirlik (Bakım kolaylığı).....	11
2.2.9. Sürdürülebilirlik.....	11
2.2.10. Ömür devri maliyeti.....	11
2.2.11. Bakım seviyesi.....	12
2.2.12. Bakım planı.....	12
2.2.13. Önleyici bakım.....	12
2.2.14. Koruyucu bakım.....	13

2.2.15. Düzeltici bakım.....	13
2.2.16. Kestirimci bakım.....	13
2.2.17. Üretken bakım.....	13
2.2.18. Toplam üretken bakım.....	13
2.3. Bakım Planlamasının Amaçları.....	14
2.4. Bakım Yönetimi.....	15
2.4.1. Bakım yaklaşımlarının zamansal gelişimi.....	16
2.4.2. Bakım yönetim sisteminin maliyetleri ve temel hedefi.....	18
2.5. Bakım Stratejileri.....	20
2.5.1. Reaktif bakım (Reactive maintenance).....	21
2.5.2. Düzeltici bakım (Corrective maintenance).....	22
2.5.3. Önleyici ya da koruyucu bakım (Preventive maintenance).....	22
2.5.4. Kestirimci bakım (Predictive maintenance.....	24
2.5.5. Duruma dayalı bakım (Condition-based maintenance).....	26
2.5.6. Toplam üretken bakım (Total productive maintenance).....	26
2.5.7. Güvenilirlik merkezli bakım (Reliability centered maintenance).....	28
2.5.8. Bilgisayar destekli bakım (Computerized based maintenance).....	30
2.6. Literatür Taraması.....	30
3. DIŞ KAYNAK KULLANIMI.....	39
3.1. Dış Kaynak Kullanımının Tarihsel Gelişimi.....	40
3.2. Dış Kaynak Kullanım Nedenleri.....	41
3.2.1. İçsel nedenler.....	42
3.2.2. Dışsal nedenler.....	45
3.3. Dış Kaynak Kullanımının Sınıflandırılması.....	47
3.3.1. Dış kaynak kullanımının kapsamına göre sınıflandırma.....	47
3.3.2. Yararlanılan dış kaynağın çeşidine göre sınıflandırma.....	49

3.4. Dış Kaynak Kullanım Süreci.....	51
3.4.1. Dış kaynak kullanım kararının verilmesi.....	51
3.4.2. Tedarikçi seçim ve görüşme aşaması.....	52
3.4.3. Uygulama ve yönetim süreci.....	52
3.4.4. Dış kaynak kullanımının sona erdirilmesi.....	55
3.4.5. Dış kaynak kullanımının değerlendirilmesi.....	56
3.5. Dış Kaynak Kullanımının Faydaları ve Sakıncaları.....	56
3.5.1. Dış kaynak kullanımının faydaları.....	56
3.5.2. Dış kaynak kullanımının sakıncaları.....	58
3.6. Dış Kaynak Kullanım Teorileri.....	60
3.6.1. İşlem maliyeti teorisi (Transaction cost economics).....	60
3.6.2. Vekâlet teorisi (Agency theory).....	61
3.6.3. Kaynak temelli teori (Resource-based theory).....	61
3.6.4. İlişkisel teori (Relational theory).....	61
3.6.5. Bilgi temelli bakış (Knowledge-based view).....	62
3.6.6. Temel yetenek teorisi (Core competencies theory).....	62
3.6.7. Sosyal takas teorisi (Social exchange theory).....	63
3.6.8. Neo-classic ekonomi teorisi (Neoclassical economic theory).....	63
3.6.9. Bilgi ekonomisi (Economy of information).....	63
3.6.10. Evrimsel ekonomi (Evolutionary economics).....	64
3.7. Dış Kaynak Kullanım Alanları.....	64
3.8. Bakım Yönetiminde Dış Kaynak Kullanımı.....	67
4. METODOLOJİ.....	71
4.1. Yararlanılan Yöntemler.....	71
4.1.1. Analitik ağ süreci.....	71
4.1.2. Nötrosifik kümeler.....	73

4.2. Önerilen Yöntem.....	78
4.2.1. Problemin tanımlanması.....	79
4.2.2. Nötrosifik kümeler ile karar verici ağırlıklarının belirlenmesi.....	80
4.2.3. ANP ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi.....	80
4.2.4. Nötrosifik kümeler ile alternatiflerin değerlendirilmesi.....	80
4.2.5. Alternatif değerlendirmelerinin toplulaştırılması.....	81
4.2.6. Ağırlıklı karar matrisinin bulunması.....	82
4.2.7. Pozitif ve negatif ideal çözümlerinin tanımlanması.....	82
4.2.8. Mesafe ölçülerinin hesaplanması.....	83
4.2.9. Yakınlık katsayılarının hesaplanması ve en iyi alternatifin seçilmesi.....	84
5. UYGULAMA.....	85
5.1. Problemin Tanımlanması.....	85
5.1.1. Mevcut durum.....	86
5.1.2. Karar vericiler.....	86
5.1.3. Alternatifler.....	87
5.1.4. Kriterler.....	87
5.2. Nötrosifik Kümeler ile Karar Verici Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	89
5.3. ANP ile Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması.....	91
5.4. Nötrosifik Kümeler ile Alternatiflerin Değerlendirilmesi.....	92
5.5. Alternatif Değerlendirmelerinin Toplulaştırılması.....	93
5.6. Ağırlıklı Karar Matrisinin Bulunması.....	94
5.7. Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerinin Tanımlanması.....	95
5.8. Mesafe Ölçülerinin Hesaplanması.....	96
5.9. Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması ve En İyi Alternatifin Seçilmesi.....	96
6. TARTIŞMA.....	99
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	103

Sayfa

KAYNAKLAR.....	105
EKLER.....	123
EK-1. Ana Kriterlar Arası İlişkiler Super Decision Ekran Görüntüsü.....	123
EK-2. İkili Kıyaslamalar Matrisleri.....	124
EK-3. İkili Kıyaslamalar Matrisleri Super Decision Ekran Görüntüleri.....	128
ÖZGEÇMİŞ.....	131

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Reaktif Bakım Stratejisinin Avantaj ve Dezavantajları.....	21
Çizelge 2.2. Önleyici Bakım Avantaj ve Dezavantajları.....	24
Çizelge 2.3. Kestirimci Bakım Avantaj ve Dezavantajları.....	25
Çizelge 2.4. Makinelerin Altı Büyük Kaybı.....	28
Çizelge 2.5. Güvenilirlik Merkezli Bakım Avantaj ve Dezavantajları.....	30
Çizelge 2.6. Literatür Taraması.....	31
Çizelge 3.1. Klasik Satıcı ile Müşteri İlişkisi - Dış Kaynak Kullanımı.....	40
Çizelge 3.2. Bakım Yönetiminde Dış Kaynak Kullanımı Literatür Taraması.....	65
Çizelge 4.1. İkili Karşılaştırma Ölçeği.....	72
Çizelge 5.1. Temel ve Alt Kriterler.....	88
Çizelge 5.2. Karar Vericilerin Değerlendirilmesi İçin Dilsel Terimler.....	90
Çizelge 5.3. Karar Verici Grupların Önem Dereceleri.....	90
Çizelge 5.4. Kriter Ağırlıkları.....	91
Çizelge 5.5. Alternatiflerin Değerlendirilmesi İçin Dilsel Terimler ve Nötrosifik Sayılar.....	92
Çizelge 5.6. Karar Verici Grup-1'in Alternatifleri Değerlendirmesi.....	92
Çizelge 5.7. Karar Verici Grup-2'nin Alternatifleri Değerlendirmesi.....	92
Çizelge 5.8. Karar Verici Grup-3'ün Alternatifleri Değerlendirmesi.....	93
Çizelge 5.9. Toplulaştırılmış Matris.....	93
Çizelge 5.10. Ağırlıklı Karar Matrisi.....	94
Çizelge 5.11. Görelî Nötrosifik Negatif İdeal Çözüm.....	95
Çizelge 5.12. RNPIS ve RNNIS değerleri.....	96

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Banyo Küvet Eğrisi.....	11
Şekil 2.2. Bakım ve Maliyetler.....	12
Şekil 2.3. Bakım Yaklaşımlarının Tarihsel Gelişimi.....	18
Şekil 2.4. Bakım Maliyetleri Buzdağı.....	19
Şekil 4.1. ÇKKV Süreci.....	79
Şekil 5.1. Bakım Yönetimi İçin Alternatifler.....	87
Şekil 5.2. Ana ve Alt Kriterlerin Aralarındaki İlişkiler.....	89

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	Analitik Network Prosesi
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DKK	Dış Kaynak Kullanımı
MCDM	Multi Criteria Decision Making
NK	Nötrosofik Kümeler
RNNIS	Relative Neutrosophic Negative Ideal Solution
RNPIS	Relative Neutrosophic Positive Ideal Solution
SNS	Simplified Neutrosophic Sets

1. GİRİŞ

Dış kaynak kullanımı (DKK) özel sektör için olduğu kadar kamu için de her geçen gün önemli bir argüman olmaya ve önemini artırmaya devam etmektedir. Başarılı DKK örnekleri firmaları DKK'ya yönlendirirken, bazı başarısız örnekler ise firmalar için çekinceler oluşturmaktadır. Avantajları yanında dezavantajlarının da olması dış kaynak kullanımına dikkatli bir şekilde yaklaşılması gerektiği kanısını oluşturmaktadır. Dış kaynak kullanan firmaların maliyet etkinlik yanında temel yeteneklere odaklanma imkânı bulabildiği görülmektedir. Diğer yandan DKK yapılan firma ile özel ve gizli bilgilerin paylaşılması, başka bir firmaya bağlanması endişeleri körüklemektedir.

Özel sektör hiç kuşkusuz DKK'yı tercih ederken maliyetleri düşürmek, kârını artırmak, pazar payını yükseltmek gibi amaçları güdebilmektedir. Diğer yandan kamuda bazı durumlarda maliyet etkinlik ikinci planda kalabilmektedir. Kamu açısından kriz durumlarında özellikle pahalı ve kritik sistemlerin hazır bulunuşluğunun sağlanması, ki buna görev etkinlik denebilir, bazen maliyet etkinlikten daha önemli olabilmektedir. Bu tür sistemlerin hazır bulunuşluğu, bakım yönetiminin en iyi şekilde yapılmasına bağlıdır. Bakımlar ise periyodik (önleyici) bakım ve onarıcı bakım olarak düşünüldüğünde, ihtiyaç duyulacak malzeme ve yedek parçanın optimal düzeyde depolarda bulundurulması, bakım personelinin gerekli eğitimleri almış yetkin kişilerden oluşması, iyi bir planlama gibi birçok faktöre bağlıdır.

DKK uygulamalarında genelde taraflar bir yıllık sözleşme yapmayı seçmekte ve eğer sözleşmenin uzatılması söz konusu olursa her yıl sözleşme yenilenmektedir. Ancak kamuda kompleks bir sistemin bakımı için böyle bir anlayışın çok da uygun olmayacağı açıktır. Herşeyden önce her yıl sözleşme yapılabilmesi için kısa vadeli hedeflerin olması ve DKK için seçilen firmadan vazgeçilirse kolaylıkla yeni bir alternatifin olması gerekir. Bilhassa kamuda helikopter bakımını yapabilecek alternatif firmaların çok sayıda olmadığı ve bu tür sistemlerin bakımını yapabilmek için kayda değer bir ilk yatırım maliyeti gerektiği göz önüne alınırsa yıllık sözleşmelerle DKK her iki taraf için makul görünmemektedir. Ülkemiz şartlarında bile en az 3 yıllık sözleşmelerle böyle bir uygulamanın yürütülmesi gerektiği açıktır. Dolayısıyla çalışmada orta veya uzun vadeli sözleşmelerin esas alınacağı kabul edilmektedir. Literatürde DKK ile ilgili çalışmalarda “DKK için tedarikçi seçimi” probleminin ele alındığı görülmektedir. Burada orta ve uzun

vadeli bir angajman yapılması planlandığından ve kamu-özel sektör iş birliği söz konusu olduğundan basit bir tedarikçi seçiminden ziyade stratejik bir ortak seçiminden bahsedilebilir.

Problem

Çalışmada kamuda karmaşık bir yapıya sahip olduğu kadar bakımının da bir o kadar maliyetli olduğu helikopter bakım yönetiminin en etkin bir şekilde yapılabilmesi amacıyla çözüm alternatifleri olarak dış kaynak kullanımı ile birlikte iç kaynakların da dikkate alındığı bir karar verme problemi ele alınmaktadır. Helikopter, tasarımı ve kullanım maksadı gereği sürekli bakıma ihtiyaç duymaktadır. Gelişen teknoloji ve artan bakım maliyetleri helikopterlerin bakım yönetimini zorlaştırmaktadır. Ancak kamuda maliyetten ziyade helikopterlerin ihtiyaç duyulduğunda kullanıma hazır bulunması çok daha önemlidir. Mevcut durumda iç kaynaklar ile helikopter bakım yönetiminin sürdürülmesinde sorunlar yaşanmaktadır. Bu sebeple, çalışmada dış kaynak kullanımı ile birlikte dış ve iç kaynakların kombinasyonlarıyla beraber üretilen alternatiflerin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Literatürde birçok çalışma DKK'yı; Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi olarak dikkate almaktadır. Bu çalışmada helikopter bakım yönetiminin en etkin şekilde yapılması için alternatiflerin değerlendirilmesi süreci bir ÇKKV problemi olarak ele alınmış, kriterler belirlenirken yurtiçinden ve yurtdışından konuyla ilgili uzmanların ve akademisyenlerin değerlendirmelerine yer verilmiştir. Kriterler hiyerarşik bir yapıda oluşturulduğundan ve farklı hiyerarşilerdeki bazı kriterlerin birbiriyle etkileşimi sebebiyle kriterlerin ağırlıklandırılması için en uygun tekniğin ANP olabileceği değerlendirilmiştir.

Diğer yandan alternatiflerin değerlendirilmesi sürecinde insan yargılarının ön plana çıkması, bilgi eksikliği, bilgi kaybı vb. sebeplerden dolayı sonucu etkilemesi muhtemel bir belirsizlik kendini göstermektedir. Literatürde ÇKKV problemlerindeki belirsizliğin genellikle bulanık küme veya sezgisel bulanık kümeler ile ele alındığı görülmektedir. Çalışmada belirsizliği ifade edebilmek ve en iyi alternatifi seçebilmek için Neutrosophic (Nötrosifik) kümelerden yararlanılmaktadır. Nötrosifik kümelerle karar vericilerin değerlendirmeye nötr yaklaştığı kabul edilmektedir. Çalışmada kamuda bir sistemin bakım yönetimi dikkate alındığından karar vericilerin tarafsız ve kamu yararını gözettiği kabul

edilmektedir. Bu sebeple Nötrosofik kümelerin belirsizliği ele almada daha doğru bir tercih olduğu kıymetlendirilmektedir. Zadeh (1965) tarafından ortaya atılan bulanık kümelerde, küme elemanlarının üyelik dereceleri 0 ve 1 arasında belirlenmektedir. Genelde çok kullanılsa da üyelik derecesini 1'e tamamlayan değer üye olmama derecesidir. Atanassov (1986) tarafından sunulan sezgisel bulanık kümelerde ise sezgisel bulanık sayılar, üç değer ile ifade edilmektedir. Bunlar üyelik derecesi, üye olmama derecesi ve tereddüt derecesi. Bu üçünün toplamı 1'dir. Nötrosofik kümeler, bulanık kümelerden farklı olarak kararsızlık (indeterminacy) kavramını önermekte ve bu kavram diğer yaklaşımlardan daha fazla bilgiyi ifade etmektedir. Bir nötrosofik küme üç parametreden oluşmaktadır. Bunlar; gerçek (T: Truth), kararsızlık (I: Indeterminacy) ve yanlışlık (F: Falsity). Aslında gerçek ve yanlışlık, sezgisel bulanık kümelerdeki üyelik (μ) ve üye olmamaya (ν) karşılık gelmektedir. Kararsızlık, karar vericilerin tarafsız (nötr) düşünceleri belirten bir yargı için değerlendirme yaptıkları anlamına gelir. Nötrosofik kümelerde T, I ve F değerleri 0 ve 1 aralığında belirlenebilir ve bu üçünün toplamı en fazla 3 olur. Yani Nötrosofik sayılar, bulanık ve sezgisel bulanık sayılardan farklı olarak toplamı 0 ve 3 arasında ifade edilebilmektir. Ancak Nötrosofik kümelerin ilk ortaya atıldığı haliyle gerçek hayata uyarlanması oldukça karmaşıktır. Bu sebeple Ye (2014a) basitleştirilmiş nötrosofik kümeleri (Simplified Neutrosophic Sets, SNS) nötrosofik kümelerin bir uzantısı ve genişlemesi olarak önermiştir.

Alt Problemler

Ana problemin altında çözülmesi gereken bazı alt problemler şunlardır: Herşeyden önce amaca uygun olarak kriterlerin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Kriterlerin önem derecelerinin tespit edilmesi ve kriter ağırlıklarının hesaplanması gerekmektedir. Alternatiflerin belirlenmesi ve en iyi alternatifin seçilmesi sürecinde karşılaşılan belirsizliğin ifade edilmesi ve belirsizliğin giderilmesi için uygun bir yaklaşım tercih edilmelidir.

Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı kamuda karmaşık ve pahalı sistemlerin bakım yönetiminin sağlanabilmesi maksadıyla dış kaynaklar, iç kaynaklar ve bunların kombinasyonlarından oluşan çözüm alternatiflerinin değerlendirilebilmesini sağlayacak bir karar verme süreci

önermektir. Bu amaçla uygun kriterlerin ve alternatiflerin belirlenmesi ve belirsizlik etmenli bir çözüm yaklaşımının ortaya konması gerekmektedir. Klasik dış kaynak kullanımından farklı olarak uzun süreli ve stratejik seviyede bir ortaklık esas alınmaktadır.

Araştırmanın Önemi

Çalışmanın önemini üç farklı açıdan belirtmek mümkündür. İlk olarak, metodoloji ve uygulama bölümlerinde detaylı bir şekilde bahsedildiği üzere ele alınan problemin kapsamıdır. Burada klasik bir dış kaynak kullanımından ziyade çok daha ileri seviye stratejik bir yaklaşım söz konusudur. Özel sektörün devlet veya kamu kadar kendini sorumlu hissettiği ve kamunun da özel sektör bakış açısıyla düşündüğü söylenebilir. İkinci olarak, metodoloji anlamında DKK probleminin karar verme sürecindeki belirsizliğin oldukça yeni bir yaklaşım olan Nötrosifik kümeler ile ele alınması ve buna ilaveten ANP-Nötrosifik TOPSIS yöntemlerinin ilk kez birlikte kullanılması çalışmanın orijinallliğini ortaya koymaktadır. Üçüncü olarak önerilen karar verme yaklaşımının bir kamu problemine uygulanması literatüre katkı sağlamaktadır.

Araştırmanın Varsayımları

Çalışmada bir karar verme süreci söz konusu olduğundan hem kriterler ve alternatifler belirlenirken seçilen uzman kişilerin ve akademisyenlerin hem de kriter ve alternatifleri değerlendiren karar vericilerin objektif davrandığı ve kamu yararını dikkate aldığı varsayılmaktadır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmada, kamuda karmaşık ve pahalı bir sistemin bakım yönetiminin en etkili olarak yapılabilmesi amacıyla bir ÇKKV süreci çerçevesi belirlenmiştir. Kriterler ve alternatifler bu kapsamda belirlenirken, helikopter bakım yönetiminin örnek olay seçilmesi sebebiyle karar vericilerin kendi uzmanlık ve birikimleri ile kamu yararına değerlendirme yapması istenmiştir. Dolayısıyla örnek olayın sonuçları dikkate alınan problemin mevcut zaman dilimindeki şartlarını bağlamaktadır. Her ne kadar kriterler benzeri problemlerde kullanılabilecek genel geçer olarak belirlense de alternatiflerin her problemin kendine özgü olarak belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, elde edilen kriter ağırlıkları ve alternatif

skorları gibi değerlerin problemin yapısına ve karar vericilerin bakış açısına göre değişebileceği açıktır.

Çalışmanın ikinci bölümünde; bakım yönetimi ile ilgili genel kavramlar, terimler, bakım planlamasının amaçları, bakım yönetim sisteminin maliyetleri ve temel hedefi, bakım stratejileri açıklanmış ve bununla birlikte literatür taraması yer almıştır.

2. BAKIM YÖNETİMİ

2.1. Genel

Günümüzde işletmeler, artan maliyetlerinin azaltılması, rekabet edebilir, verimli ve etkin bir yaşam sürdürebilmesine bağlı olarak, tesis, makine ekipman ve teçhizatlarını korumaya daha fazla önem vermektedirler. İşletmelerde ve imalat sektöründe bakım fonksiyonu artık kaçınılmaz bir maliyet unsuru olarak görülmek yerine, karlılığa katkı sağlayan, rekabete yardımcı bir öge olarak nitelendirilmektedir. İşletme kârlılığının sürmesi için üretimin aksamaması, üretim kalitesinin düşmemesi, üretimde kayıpların ve bu kayıplarla birlikte maliyetlerin artmaması için, günümüz teknoloji ve otomasyon düzeyinin artmasıyla bakımın, bakım için gereken insan gücünün, eğitim becerisinin, motivasyonun ve organizasyonunun uygun koşullarda uygulanması önem arz etmektedir (Ünal, 2009).

Otomasyonun, makinelerin ve tesislerin karmaşıklığının artması, yapılan yatırımlara ilişkin maliyetlerin büyüklüğü göz önüne alındığında işletmeler ellerinde bulunan, üretim için kullandıkları sistem, makine, ekipman ve teçhizatları daha verimli kullanma yollarını aramaya başlamışlardır. Makine ve ekipmanların arızalanması ya da istenen hızda kullanılamaması; firmalar için önemli maliyet problemlerini ortaya çıkarmakta, imalat sistemindeki duruşlardan, ürünlerin teslimatının gecikmesi nedeniyle müşteri kaybına kadar bir dizi problemin oluşmasını tetikleyebilmektedir.

İmalat sistemi büyüyerek karmaşık hale geldiğinde veya üretilen miktar arttıkça, bakım faaliyetlerinin önemi artmaktadır. Birden fazla sayıda işleme merkezinden oluşan bir üretim hattında birkaç makinenin arızalanması, zincirleme etkilerle bütün sistemi durdurabilmektedir. Sipariş tipi üretim yapılarında, arızalanan veya bakıma alınan makinelerin yokluğunu bir ölçüde giderme olanağı bulunmaktadır. Fakat sürekli üretimde ve özellikle akış tipi imalatla, arızaların üretimin işleyişi üzerindeki etkisi büyüktür. Arıza giderildikten sonra tekrar devreye girme ve normal üretim düzeyine çıkılması için önemli bir zaman kaybı söz konusu olabilmektedir (Görener, 2012).

Firmaların, mevcut kaynaklarından en iyi şekilde faydalanarak tesis ve donanımını en iyi şekilde korumak amacıyla bakım-onarım sistemlerine planlarında yer vermesi gerekmektedir. Bakımın stratejik hedefi; bulunabilirlik, güvenilirlik ve güvenlik gibi

Üretim için belirlenmiş gereklerin en düşük maliyetle yerine getirilmesidir. Seçilen bakım onarım politikasının, sadece üretim alanında değil tüm alanlarda işletme hedefleri ile tutarlı olması gerekmektedir (Kans, 2008).

2.2. Bakım ile İlgili Terimler ve Bakım Yönetimi

Bu alışma kapsamında kullanılan bakım ile ilgili terimler ve tanımlar sunulmuştur.

2.2.1. Bakım

Üretim tesislerinde, imalatın sağlıklı bir şekilde sürmesi kullanılan makine, ekipman ve teçhizatın sorunsuz bir şekilde çalışması ile sağlanmaktadır. Bu tesislerde kullanılan tüm bu malzemeler zamanla maddesel, ekonomik ve teknolojik olarak yıpranmaya maruz kalırlar. Yaşanan bu yıpranma sonucu verimli ve etkin kullanım özellikleri ile işlevlerinden uzaklaşarak çalışamaz hale gelirler. Bu durum üretim hattında aksamalara, zaman kaybına ve ürünün imalatı ve teslimatında gecikmelere neden olur. Bakım, bu aksamaların ortaya çıkmasından ya da ortaya çıktıktan sonra giderilmesine yönelik çalışma ve gayretlerin tümüne denir (nal, 2009).

Başka bir ifadeyle, bir sistemin veya ekipmanının kendisinden beklenen faaliyetleri yerine getirmesi için üzerinde yapılması gereken faaliyetlerin tümüne bakım denir. Bakım, bir sistemi çalışır durumda tutabilmek için ihtiyaç duyulan tüm yenileme ve onarım faaliyetleridir. Bakım, bir sistemdeki makine ve donanımın düzenli bir şekilde çalışmasını sağlamak için yapılan tüm faaliyetleri içerir (Lyonnet, 2013).

2.2.2. Arıza

Arıza; bir ekipmanın kendisinden beklenen fonksiyonları yerine getirmemesi durumudur (Campbell, 2015). Arıza, engel olunamayan bir nedenle sistemin durması, malzemenin, ürünün ve gercin kendisinden beklenen işlemi yerine getirememesidir. Bir hava aracı için motorun çalışmaması, göstergelerin işlevini yitirmesi, yakıt problemleri, sensör sorunları, aerodinamik problemler çeşitli arıza durumlarına örnek gösterilmektedir.

2.2.3. Onarım

Onarım; ekipmanın, bozuk ya da eskimiş parçalarının tamir edilerek ve/veya değiştirilerek kullanılabilir hale getirilmesidir (Campbell, 2015). Bütün planlanmamış bakım faaliyetlerini kapsamaktadır. Genelde sistemin çalışması esnasında oluşan arızaların giderilmesi maksadıyla uygulanır. Amaç sistemi arızalanmadan önceki çalışma vaziyetine getirmektir. Arızanın belirlenmesi, arızanın sistemden izolasyonu, arızalı parçanın sökülmesi, parçanın değiştirilmesi veya onarılması, yerine monte edilmesi ve yeni parçanın çalışma şartlarında kontrol edilmesi şeklinde yapılmaktadır. Onarım, arıza oluşmadığı halde, muhtemel arıza şüphesi durumunda da uygulanmaktadır (Blanchard, 1998).

2.2.4. Revizyon

Revizyon; bir tesis veya donanımın periyodik olarak ve kapsamlı bir şekilde muayenesi, bakımı ve onarımı faaliyetlerini kapsamaktadır (Ünal, 2009).

2.2.5. Güvenilirlik

Güvenilirlik; bir sistem veya ürünün belirli bir periyotta, belirli kullanım koşullarında yeterli derecede performans gösterebilme olasılığıdır. Bu tanım özellikle olasılık, yeterli performans, zaman ve belirli kullanım koşullarını vurgulamaktadır. Bir sistemin güvenilirliğini belirlerken bu dört unsur oldukça önemlidir (Blanchard, 1998).

Bakım performans göstergeleri ile güvenilirlik analizinde kullanılan bazı terim ve kriterler ile bunların işaretleri aşağıda sıralanmıştır:

- Belli bir zaman aralığında oluşan arıza sayısı: *Arıza hızı fonksiyonu* ya da *arıza oranı* $\lambda(t)$,
- Arızaya kadar geçen ortalama süre: MTTF,
- Onarıma kadar geçen ortalama süre: MTTR,
- Arızalar arası geçen ortalama süre: MTBF,
- Bakımlar arası geçen ortalama süre: MTBM,
- Düzeltici bakım (Onarım) için geçen ortalama süre: MCT,
- Ortalama önleyici bakım zamanı: $\bar{M}_{pt}$
- Ortalama arıza süresi: MDT,
- Ortalama aktif bakım zamanı: $\bar{M}$

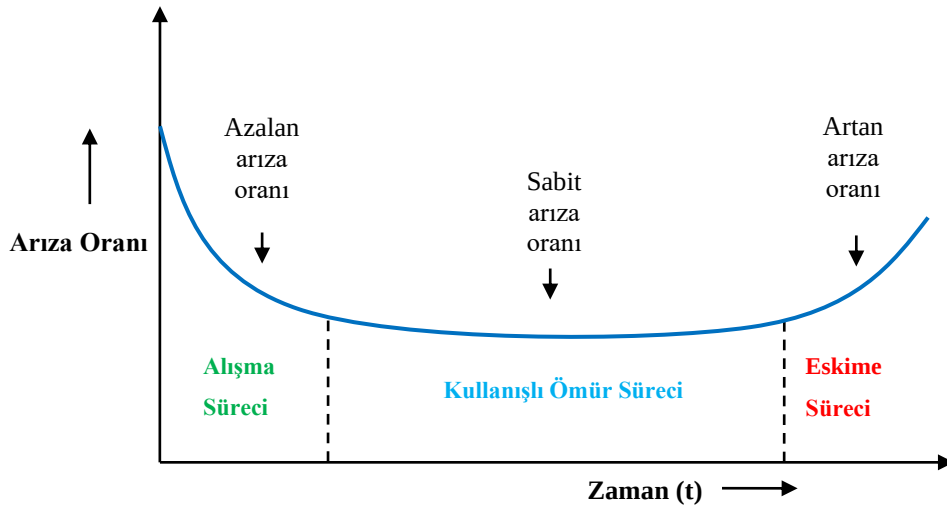
2.2.6. Hazır bulunuşluk (A)

Hazır bulunuşluluk; ekipmanın belirli bir anda kendisinden beklenen fonksiyonları başarılı bir şekilde yerine getirmesi yeteneğidir (Blanchard,1998). Sistemin hazır bulunuşluk ölçüsüdür. Hazır bulunuşluk sistem ve göreve bağlı olacak şekilde iki farklı tipte ifade edilebilir. Kullanılan üç farklı hazır bulunuşluk kavramı mevcuttur. Bunlar:

- Bir sistem ya da teçhizatın belirtilen koşullarda ideal destek ortamında kullanıldığında ve herhangi bir zamanda ihtiyaca cevap verebilecek şekilde çalışma olasılığı olan *İdeal Hazır Bulunuşluk* (A_i),
- İdeal hazır bulunuşluk kavramına benzer olmakla birlikte koruyucu bakım tanımını kapsayan (Hesaplama da bakımlar arası geçen ortalama süre ile ortalama aktif bakım zamanını kullanır.) *Kazanılmış Hazır Bulunuşluk* (A_a),
- Sistemin belirtilen koşullarda gerçek kullanım ortamında çalışma olasılığı olan ve lojistik gecikme süresi ile idari gecikme süresini içeren *Operasyonel Hazır Bulunuşluk* (A_0) 'tur.

2.2.7. Küvet eğrisi

Ürün ve sistemlerin arıza hızı zamana bağlı olarak eğri şeklinde bir değişim göstermektedir. Bu eğri süreci küvete benzemesi nedeniyle banyo küvet eğrisi (bathtub curve) adını almaktadır. Bu eğri, arıza hızının zamana göre değişiminin üç aşamada olduğunu göstermektedir. İlk aşama, alışma süreci ya da canlının doğum sürecine benzemesi nedeniyle doğum bölgesi (born-in region) olarak adlandırılmaktadır. Bu dönemde arıza hızı zamanla azalmaktadır. Kullanışlı ömür süreci (useful life region) olarak adlandırılan ikinci aşamada arıza hızı rassaldır. Bu süreçte düşük seviyede arızalar oluşacaktır ki bu canlıdaki normal yaşam süresini göstermektedir. Son aşama ise eskime aşamasıdır (wear-out region). Aynı şekilde canlılardaki gibi yaşam ömrünün sonuna doğru yaşayacağı arızalar da çoğalacaktır. Son dönemde arıza hızı zamanla artmaktadır. Banyo küvet eğrisi Şekil 2.1.'de gösterilmiştir (Dhillon, 2006).



Şekil 2.1. Banyo Küvet Eğrisi (Dhillon, 2006)

2.2.8. İdame edilebilirlik (Bakım kolaylığı)

İdame edilebilirlik, bakım fonksiyonunun kolaylık, kesinlik, güvenlik ve ekonomisi ile ilgili bir tasarım özelliğidir. Güvenilirlik gibi sistem veya ürün tasarımının ayrılmaz bir parçasıdır. Genel olarak, geçen zaman, saat başı işçilik ücretleri, bakım sıklığı ve bakım masrafları bağlantılı lojistik destek faktörleri cinsinden ölçülebilir. İdame edilebilirlik, bir unsurun bakım yapılabilme kabiliyetini gösterir. İdame edilebilirlik bir tasarım parametresidir, ancak bakım tasarımının bir sonucudur. Yine, bir sistemin belirli bir zaman diliminde yenilenme veya belirlenmiş koşullarda çalıştırılabilmesini sağlama özelliğine idame edilebilirlik denir.

2.2.9. Sürdürülebilirlik

Bir sistem ya da ekipmanın belirlenen işlemler doğrultusunda bakımları yapıldığında, kendisinden beklenen fonksiyonları yerine getirebileceği durumlarda tutulması kabiliyetidir (Blanchard, Verma ve Peterson, 1995).

2.2.10. Ömür devri maliyeti

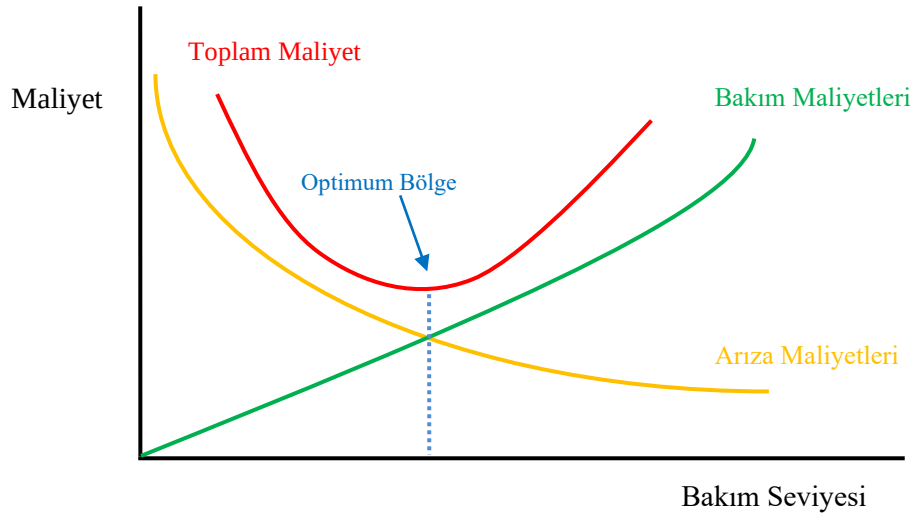
Ömür devri, sistemin kullanılabilir durumda kalması beklenen süredir. Ömür devri maliyeti, bir sistemin veya ürünün ömür devri boyunca sistemin tasarımı, araştırması, geliştirilmesi, test ve değerlendirilmesi, üretilmesi, işletilmesi ve envanterden çıkarılması için harcanan maliyetlerin bütünüdür (Blanchard, 1998).

2.2.11. Bakım seviyesi

Bakım, kullanıcının sistemi kullandığı yerde, yakın bir atölyede, depoda veya üretim tesisinde yapılmasına, yapacak kişi/atölye/tesisinin yetki ve sorumluluğuna göre değişiklik gösterebilir. Bakım seviyesi, görevin zorluğu, personel durumu, özel teçhizat ve tesis gereksinimi ve ekonomik kriterlere göre belirlenir (Blanchard, 1998). Bakım seviyesi arttıkça maliyetler de artmaktadır. Bakım seviyesi ile maliyetler arasındaki ilişki Şekil 2.2’de gösterilmiştir.

2.2.12. Bakım planı

Sistemi, ömür devri boyunca destekleyecek işlem, zaman ve tekniklerin ayrıntılı bir planlamasıdır. Bu plan sisteme sürdürebilir destek sağlamak ve hazır bulunuşluğu maksimize etmek amacı ile istenilen lojistik destek elemanlarının belirlenmesini kapsar. Bakım planı desteklenebilirlik analiz verilerinden geliştirilir ve genelde detaylı tasarım safhasında hazırlanır (Blanchard,1998).



Şekil 2.2 Bakım ve Maliyetler (Blanchard,1998)

2.2.13. Önleyici bakım

Makine ve ekipmanların, belirli bir program dahilinde, arıza oluşma şartı aranmadan yapılan inceleme, ayarlama, düzeltme, onarım, yenileme operasyonları gibi, ekipmanların kullanılabilirlik süresini artırmaya yönelik çalışmaları kapsamaktadır (Köksal, 2007).

2.2.14. Koruyucu bakım

Bir sistemin istenilen çalışma ortamında çalışabilmesi için gerekli tüm bakım faaliyetleridir. Planlanmış bakım periyodik incelemeler, durumun gözlenmesi, kritik parçaların belirli zamanlarda değiştirilmesi ve ayarlanmasını içerir. Sisteme yağ ve yakıt takviye işlemi de bu faaliyete dâhil edilebilir (Blanchard, 1998).

2.2.15. Düzeltici bakım

Bir tesis veya donanımın durmasına veya üretim kalitesinin kabul edilebilir sınırlar dışına çıkmasına neden olan arıza gerekçelerinin belirlenmesi ve giderilme yollarının bulunmasıdır (Ünal, 2009).

2.2.16. Kestirimci bakım

Gereğinde özel aygıtlar kullanılarak yapılan periyodik gözlem, muayene ve kayıt izleme sistemiyle makine, parça ve donanımın bakım-onarım gereksinimlerinin belirlenerek en uygun zamanda bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesidir. Sistem incelenerek, potansiyel arıza durumlarında bakım faaliyetleri devreye alınır (Chu, Proth ve Wolff, 1998).

2.2.17. Üretken bakım

Toplam üretken bakımın temelini oluşturmaktadır. Güvenilirliği ve bakım kolaylığını sağlamak için önleyici, kestirimci ve bakım yapılabilirliği geliştirici teknikleri, tasarım-ürün ömür çevrimi maliyeti ilkeleri doğrultusunda yaratıcı bir şekilde birleştiren sistematik bakım faaliyetleridir (Ünal, 2009).

2.2.18. Toplam üretken bakım

Toplam üretken bakım, bakım uygulamalarına tüm çalışanların katılımını sağlayan, makine operatörlerinin kendi ekipmanlarına bakım yapmasını gerektiren, sıfır arıza hedefiyle ekipman toplam etkinliğinin artırılmasına yönelik uygulanan bir bakım yaklaşımıdır (Ünal, 2009).

2.3. Bakım Planlamasının Amaçları

Bakım planlaması, bakım araçlarının birçoğunun yönetilmesinde ve bir araya getirilmesinde kullanılan bir koordine aracıdır. Teçhizatın verimli kullanılabilmesi ise, arızadan kaynaklanan gecikmelerin engellenmesi ile elde edilmekte, bu da teçhizata ve sisteme yönelik etkin bir bakım planlamasının gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır.

Planlamanın görevi doğru işi doğru zamanda gerçekleştirmektir. Bakım yönetimi, planlamayı, ileriye yönelik hazırlık ile istenmeyen iş gecikmelerini azaltmaya yarayan bir araç olarak kullanılmaktadır. Bir işin gelecekteki planlaması, planlama uzmanının iş talebinin alınması sonrasında iş planını oluşturması ile mümkün olmaktadır. İş planı, işi yapacak teknisyen için planlama uzmanı tarafından hazırlanan bilgilerdir. İş planları, bazı organizasyonlar tarafından iş paketi ve planlanmış paket olarak nitelendirilmektedir. Planlama uzmanı aynı zamanda görevin iş adımları ile birlikte, gereksinim duyulacak alt parça ve alet/teçhizatı da iş emrine dâhil etmek durumundadır. Her bir iş için uygun planlama, bakım personelinin üretkenliğinin artırılmasında etkili olacaktır.

Bakım planlamasının genel amacı; sistem ve ekipmanların yaşam çevrimi süresince en az maliyetle, etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasıdır. Bu genel amaç doğrultusunda diğer amaçları şu şekilde sıralanabilir (Lyonnet, 2013).

- Düzenli ve gerekli bakımlarla makine ve ekipmanı korumak,
- Arıza sebebiyle oluşan zaman kayıplarını minimize ederek üretkenliği artırmak, buna bağlı olarak yatırım karlılığını artırmak,
- İşgücü ve kaynakların verimli kullanılmasını sağlayarak kullanılan araç, teçhizat, yedek parça ve malzeme israfını önlemek,
- Sistemlerin çalışma performansını artırmak ve yaşam döngü süresini yükseltmek,
- Bakım için ayrılan kaynağı yönetmek ve denetlemek,
- Sabit ve değişken bakım maliyetlerini kontrol etmek,
- Teknik bilgiyi ve eğitimi sağlamaktır.

2.4. Bakım Yönetimi

Bakım, herhangi üretim veya hizmet tesisinde, kurulu sistemin çalışmasını kabul edilebilir bir düzeye çıkartılması veya böyle bir düzeyde tutulması için yapılan planlı veya plansız tüm faaliyetleri kapsar (Eroğlu, 2014). Makine, teçhizat ve üretim sistemleri açısından değerlendirildiğinde ise bakım, tüm üretim sistemini veya belirli bir teçhizatı faal tutabilmek için uygulanan faaliyetlerdir.

Bakım yönetimi geçmişte; “arıza oluştuğunda yapılması gereken tamirat ve yenileme işlemlerinin koordinasyonunu içeren, kaçınılması mümkün olmayan bir maliyet odağı” olarak ifade edilirken, günümüzde “tesis ve ekipmanların faydalı ömürlerinin uzatılmasını hedefleyen varlık yönetimi faaliyetlerinin planlanması ve yürütülmesi” olarak tanımlanmaktadır (Görener, 2012). Bakım yönetimi, yapılacak işlerin tanımlanması, planlanması, bu işlere her türlü kaynağın tahsis edilmesi, bakımların yapılması ve raporlanması faaliyetlerini kapsar. Bakım yönetimi kısaca sistemin/ekipmanın işlerliğini devam ettirebilmesi ya da eski durumuna getirilebilmesi için kaynakların etkin ve ekonomik bir şekilde kullanılması olarak tanımlanabilir (Hernandez, Seepersad ve Mistree, 2002).

Bakım yönetimi işletmelerde; teknik donanımın aksaklık çıkarmadan üretime devam edebilmesi için yapılan faaliyetlerin planlanması, koordinesi ve uygulanmasıdır. İşletmeler açısından yüksek yatırım yapılması gereken, fiziksel ve teknik donanım olmakla beraber, dış kaynak kullanımının da yapılabildiği faaliyetlerdendir.

Bakım yönetimi kâr amacı gütmeyen kamu kurum ve kuruluşlarında ise; eldeki mevcut fabrika, tesis, sistem, araç, donanım, donatım, teçhizat ve makinelerin faaliyetlerine kesintisiz devam edebilmeleri için yapmış oldukları faaliyetlerin yönetimidir. Meydana gelebilecek tüm arızalar üretim veya hizmet sürecinin sektöre uğramasına, bir başka deyişle kayıp zamanların çoğalmasına neden olur. Seçilerek uygulanacak bakım faaliyetleri kısacası bakım politikası, sistemdeki arızaların sıklığını veya arızaların ciddiyetini azaltarak, en etkin ve verimli şekilde çalışmalarını hedeflemektedir. Böylece sistemden elde edilecek faydanın çoğaltılması sağlanacak ve sistem ömür devri artacaktır.

Bakımın faydaları; sistem ömür devri artışı, karlılık, iş gücü kullanımı, zaman tasarrufu, stokların azalması, hizmet kalitesinde artış, ürün kalitesi ve standardizasyon olarak sayılabilir. Çok az sayıda yapılan bakım kadar sürekli yapılan bakım da işletmelerde ihtiyaç olan maliyet etkin bakım yönetim sistemi değildir. Bu iki bakım yönetimi seçimi arasında bir denge kurulması hem hazır bulunuşluk, güvenilirlik ve süreklilik açısından, hem de verimliliğe bağlı olarak maliyet etkinliği açısından gerekmektedir. Birçok işletme sabit zaman aralıkları ile planlı bakım programlarının yerine, analiz ve gözlemlere dayalı durum izleme (kestirimci bakım) yöntemi uygulamaya başlamışlardır (Endrenyi ve diğerleri, 2001).

İşletme yöneticilerinin en önemli görevleri işletmelerini güvenilirliği tescil edilmiş ve güvenliği sağlanmış bir tesis olarak yönetmektir. Bunu başarmak için de bakım yönetim sisteminin iyi seçilmesi gerekmektedir (Fraser, 2014). Bakım yönetiminin; hazır-oluş düzeyinin korunması ve geliştirilmesi, performansı, verimliliği, zamanında teslimat, çevre ve iş güvenliği, toplam işletme maliyet etkinliği konularındaki stratejik etkileri nedeniyle önemi artmaktadır (Alsyouf, 2007).

2.4.1. Bakım yaklaşımlarının zamansal gelişimi

Bakım; endüstriyel ve teknolojik ve zamana bağlı olarak önemli büyük gelişim ve değişimler göstermiştir. Tarihsel gelişime bağlı olarak gelinen aşamaya bakıldığında bir önceki evreye göre hep daha iyiye doğru bir eğilim gösterdiği görülmektedir. Tarihsel gelişime bakıldığında bu gelişim dört dönemde özetlenebilmektedir.

Birinci dönem çok basit ve sade bir şekilde eldeki makine/ekipmanın bozuluncaya kadar kullanılmaya devam edilmesi ve bozulunca tamir edilmesini içermektedir (Dinç, 2016). Bu dönem II'nci dünya savaşı dönemine denk gelmektedir. Bu dönemde yapılan bakım onarım faaliyetleri genel anlamda temizleme, yağlama, küçük tamir ve onarım işlemlerinden oluşmaktadır. Savaş zamanı, endüstride çalışacak insan gücüne ulaşmak oldukça zordur. Dolayısıyla her çeşit ürüne olan talep artmıştır. Bu durum mekanizasyonun artmasına sebep olmuştur. Önemli olan, arızanın süratle giderilmesidir (Moubray, 1997).

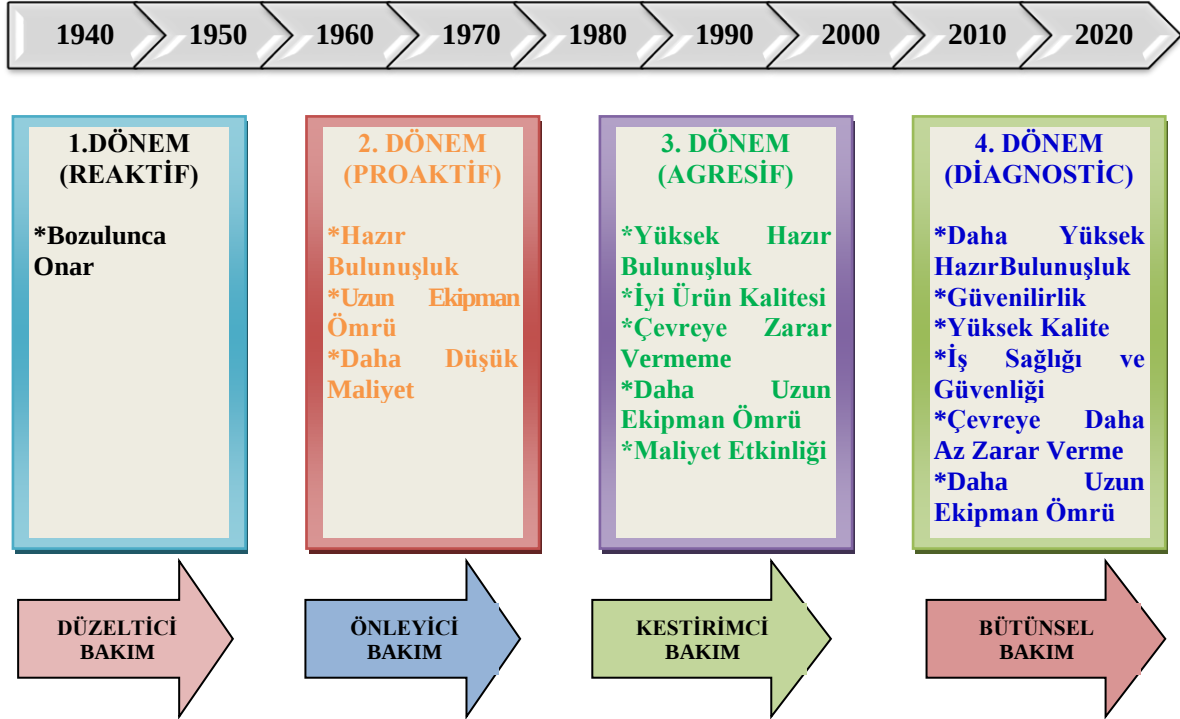
İkinci dönem, 2. Dünya Savaşı ile 1980'li yılları kapsayan süreçtir. Savaş sürecinde, üretim taleplerinin artması ile fabrikalardaki makineleşme ihtiyacı büyümüş ve makinelerin duruşunun önlenmesi önem kazanmıştır. Bu dönemde, planlı bir bakım

stratejisi öne çıkmakta ve daha uzun ekipman ömrü ve maliyetleri düşürme çabaları ön plana çıkmaktadır (Dinç, 2016). Her çeşit makine daha sayısal ve karmaşık duruma getirilmiştir. Endüstri bu makinalara bağlı olarak kurulmaya başlanmıştır. Bu bağlılık arttıkça duruş süreleri çok daha önemli olmaya başlamıştır. Ayrıca bakım maliyetleri hızla artmaya başlayınca bakım planlama ve kontrol sistemleri gelişmeye başlamıştır. Ekipmanda güvenilirlik ve bakımda güvenilirlik kavramının gündeme gelmesi ile 60'lı yılların ortalarında üretken bakım olgusu gelişme göstermiştir. Bu gelişme beraberinde güvenilirlik mühendisliği, mühendislik ekonomisi olgularını da gündeme getirmiştir. Tüm çalışanların toplu ve bireysel katkıları ile üretken bakıma bütünsel bir sistem olarak ulaşabilme düşüncesi, 1970'li yıllarda Toplam Üretken Bakım kavramını doğurmuştur (Ünal, 2009).

Üçüncü dönem, 1980'li yıllar ile 2000'li yılları kapsamaktadır. Bu dönemde bilimsel yöntemler kullanılmaya başlanmış, üretim teknolojileri hızla gelişmeye başlamış ve bakımda sensörler kullanılmaya başlanmıştır. Sistemlerin yüksek hazır bulunuşluğu, ürün kalitesinin iyileştirilmesi, doğanın zarar görmemesi için daha “çevreci” yaklaşımlar, parça ömrünün daha uzun hale getirilmesi, maliyet etkinliği bu dönemin temel belirleyici özellikleri olmuştur (Dinç, 2016). Bakım tekniklerinde ve teknolojide ortaya çıkan gelişmeler, 1980'li yıllarda “kestirimci bakım ve durum izleme” adı verilen yeni bir sistemi ortaya çıkarmıştır. Bu bakım yaklaşımının temelinde, ileri teknoloji kullanılarak yapılan ölçüm ve analizler aracılığıyla arıza belirtilerinin incelenerek ekipman daha arıza yapmadan ekipmana müdahale edilmesi mantığı yatmaktadır (Ünal, 2009).

Dördüncü dönemde ise artık özellikle rekabet avantajı sağlayan, çevreye ve personele daha duyarlı ve daha uzun arızalar arası ortalama süre sağlayan stratejiler ön plana çıkmıştır. Son zamanlarda gelişen teknoloji ve bakım elemanlarının artan kaliteleri sayesinde, günümüz şirketleri artık tepkisel tamir-bakım yaklaşımlarını terketmeye başlamış, Önleyici bakım stratejisini benimsemişlerdir. Önleyici (planlı) bakım ve önceden tahmin edilebilir (kestirimci) bakım faaliyetleri işletmelerin makine-ekipman arızalarını oluşmadan önlediğinden daha çok tercih edilir olmuştur. Toplam Verimli Bakım gibi agresif bir bakım stratejisi, üretim ekipmanının dizayn ve fonksiyonunun geliştirilmesi üzerine odaklı olmasına karşın yeni bakım stratejisi eğitim, kaynak ve bütünleşme alanlarında daha büyük yatırımlara ihtiyaç duymasından dolayı, daha yüksek ekipman ve tesis performansı

sağlayacağı beklenmektedir (Dinç, 2016). Bakım yaklaşımlarının tarihsel gelişimi Şekil 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Bakım Yaklaşımlarının Tarihsel Gelişimi (Dinç, 2016).

Bakımın amacı ekipmanın ömrünü uzatmak veya en azından tamir edilmesi maliyetli olan bir sonraki arızaya kadar olan ortalama süreyi uzatmaktır. Bakım maliyetleri normal işletmelerin genelde, toplam işletme maliyetlerinin büyük bir kısmını oluşturur (Mobley, 2011). Yapılan tahminlere göre bakım maliyetleri fabrika işletme maliyetlerinin %20-30'una denk gelmektedir. Bundan dolayı doğru planlanacak bakım faaliyetleri işletme karlılığını artırmaktadır (Sachdeva, Kumar ve Kumar, 2008).

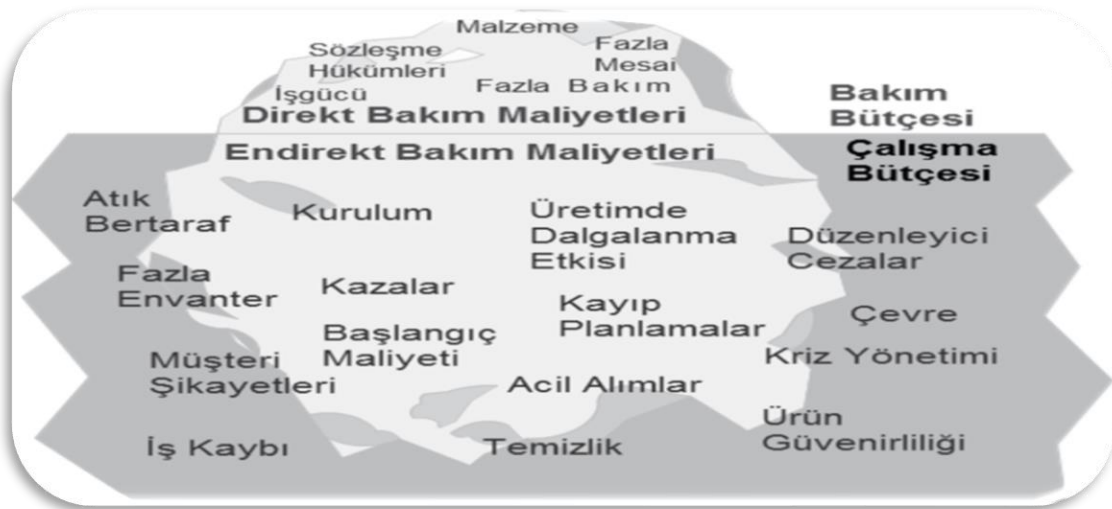
2.4.2. Bakım yönetim sisteminin maliyetleri ve temel hedefi

Firmalar; yüksek kalite, yüksek müşteri memnuniyeti, düşük üretim maliyetleri ve zamanında üretim gibi dünya ölçeğinde performans standartlarına ulaşabilmesi için, bakım konusunda daha fazla yatırım yapmalı ve çaba sarf etmelidirler. Etkif bakım birçok operasyon için kritik öneme sahiptir (Swanson, 2001). Bakım maliyetleri normal işletmelerin genelde, toplam işletme maliyetlerinin büyük bir kısmını oluşturur (Smith ve Mobley, 2003). Bakım maliyetlerinin artışı toplam üretim maliyetini de artırdığından,

maliyet endüstrinin tipine göre, %15-70'e kadar toplam maliyeti artırabilir (Bevilacqua ve Braglia, 2000).

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde bakım masraflarının genellikle endüstri tipine göre değiştiği görülmektedir. Üretim maliyetinin %15 ile 40'ı bakım masraflarına harcanmaktadır. Verimi düşük bir bakım politikası, işletmelere daha yüksek maliyetlere yol açabilmektedir. Günümüzde bakım fonksiyonlarının önemi, ürün kalitesi, güvenlik gereksinimleri ve tesisin maliyet-etkinlik düzeyini muhafaza etmesinden dolayı önemi daha da artmaktadır. Bu kapsamda, bakım maliyetleri, işletme bütçelerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Al-Najjar ve Alsyouf, 2003). Şekil 2.4.'de buzdağı görünümü üzerinde bakım maliyetlerini oluşturan görünen/direkt ve görünmeyen/endirekt unsurlar gösterilmiştir (Dinç, 2016).

Buzdağının görünen maliyetlerini; malzeme, sözleşme hükümleri, fazla mesai, işgücü ve fazla bakım oluşturmaktadır. Endirekt bakım maliyetleri ise, kazalar, fazla yedek parça envanteri, acil yedek parça ihtiyacı, kurulum gibi maliyetlerden meydana gelmektedir. Bakım çalışmalarında önemli olan maliyeti minimize etmek, gereksiz bakım faaliyetleri uygulamamak (artan işçi maliyetleri, daha fazla çevrim dışı üretim zamanı vb.) ve gerekli olan bakımı (düşük ekipman güvenilirliği, ekipman arızaları, üretimin durduğu süre) kaçırmamaktır. Dengenin başarılması, Kestirimci Bakım Teknikleri ve Durum İzleme aracılığıyla Toplam Üretken Bakım sistemi uygulanan güvenilirlik mühendisliği gerektirir (Dinç, 2016).



Şekil 2.4. Bakım Maliyetleri Buzdağı (Dinç, 2016; Smith ve Mobley, 2003).

Bakım yönetim sisteminin temel hedefi; işletme bünyesinde yer alan kaynakların (insan, tesis, makine, donanım, malzeme, para) en etkin ve verimli şekilde kullanılmasını sağlamak, bakım personelinin çalışma verimini artırmak ve beklenmeyen arızaları sıfıra yaklaştırmaktır. Teorik olarak, bakım faaliyetlerinin amacı organizasyondan istenen çıktıların elde edilmesi ile bakım kaynaklarının dağıtımı arasındaki optimum dengenin sağlanması olarak düşünülebilir (Kelly, 2006).

Bakım yöntemlerinin ortak amaçları şu şekilde sıralanabilir (Çebi, Çelik, ve Kahraman, 2008):

- Üretim maliyetlerini düşürmek,
- Ürün kalitesine katkıda bulunmak,
- Tesis/donanım ömrünü artırmak,
- Üretimin sürekliliğini korumak.

2.5. Bakım Stratejileri

Bakım stratejisi, hangi olaylarda (arıza, boşa zaman harcama, durum) hangi bakım stratejisini (denetleme, tamir veya değiştirme) uygulamanın daha uygun olduğunu tanımlar. Bakım stratejisi, tesisten tesise değişen bir planlar/teknikler bileşiminden meydana gelir. Bakımın amaçları, tesisin yapısı veya bakımı yapılacak olan ekipman, iş akış modelleri (proses odağı, ürün odağı) ve iş ortamı gibi birçok faktöre bağlıdır (Alsyouf, 2007).

Bakım, işletmelerde sadece makine ve ekipmanların yağlanması, ayarlanması, bozulan parçaların tamir edilmesi veya değiştirilmesi değil, makinelerin üretime hazır hale getirilmesi, üretim sırasında makinelerin sürekli ve düzgün çalışması ile önleyici veya koruyucu bakım uygulamalarını içermektedir. Aynı zamanda, doğru makine ve ekipmanların seçimi ve bunların işletme ihtiyaçlarını optimum seviyede karşılamasını, işletmede kullanılan varlıklarının faydalı ömrünün uzatılması, makinelerin ve ekipmanların üretim için hazır-oluş seviyelerini en yüksek düzeyde tutarak, yüksek ürün kalitesinin ve maliyetlerin minimize edilmesini sağlamaktır. Bu nedenle, bakım faaliyetlerinde yapılacak iyileştirme ve gelişmeler, işletmelerin verimliliğini ve üretim performans parametrelerini

iyileştirir, ürün kalitesini olumlu yönde etkiler ve toplam maliyetleri düşürerek firmalara rekabet üstünlüğü kazandırır (Alsyouf, 2007).

Bakım zamanının doğru seçilmesi makine/ekipmanın yararlı ömür uzunluğunu etkileyen önemli bir unsurdur. Arıza sayısı, planlı yedek parça değişimlerinin sayısı, onarım zamanı, direkt bakım maliyetleri ve dolayısıyla ortalama üretim maliyetlerini etkiler. Bakım zamanı ne kadar doğrulukla seçilirse, parçanın yararlı ömrü o kadar yüksek olacaktır (Al-Najjar ve Alsyouf, 2003).

2.5.1. Reaktif bakım (Reactive maintenance)

Reaktif Bakım, sadece arıza oluşumunda başvurulana, yedek parça ve işgücü hazır olma seviyelerinin çok büyük önem arz ettiği ve bakım planlamalarının dikkate alınmadığı bir yapı olarak nitelendirilmektedir. Yüksek oranlarda yedek parça ve insan gücü kaynağının kullanımını gerektirmektedir. Yapılan faaliyetlerin performanslarının değerlendirilmelerine yönelik veri elde edinimine ihtiyaç duyulmamaktadır ve basit seviyede bakım otomasyon sistemlerinin kullanımının yeterli geleceği düşünülmektedir. Genel karlılığı önemsemeyen ve ömür devri maliyet yaklaşımını benimsemeyen işletmelerce günümüzde de takip edildiğini söylemek mümkün görünmektedir (Marmier, Varnier ve Zerhouni, 2009).

Aniden oluşan arıza ile ilgili faaliyetler, işletmeye fazladan işgücü, mesai ve yedek parça stok maliyetleri getirecektir. Genel bir biçimde reaktif bakım stratejisinin avantaj ve dezavantajları Çizelge 2.1.'de hazırlanarak gösterilmiştir (Swanson, 2001).

Çizelge 2.1. Reaktif Bakım Stratejisinin Avantaj ve Dezavantajları

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Düşük başlangıç maliyetleri	Makine/donanımın plansız durmalarına bağlı olarak artan maliyetler
Düşük bakım personeli sayısı	Özellikle zamansız onarım ve parça değişimleri için fazla mesai gerektiğinde, artan işgücü maliyetleri
	Makine/donanımın onarımları veya parça değişimleri/tümden değişimleri neticesinde oluşabilecek fazla maliyetler
	Makine/donanım arızalarından kaynaklanan süreç problemleri
	İşgücü kaynaklarının etkin olmayan kullanımı

2.5.2. Düzeltici bakım (Corrective maintenance)

Düzeltici Bakım, bir arıza neticesinde sistemi eski haline getirmek için yapılan işlemlerin tümüne denir. Düzeltici bakım arıza meydana geldikten sonra ve acil onarım şeklinde yapılmaktadır (Mobley, 2011). Bu yöntem, çok sayıda yedeği bulunan ve fazla pahalı olmayan makinelerle üretim yapan tesislerde ve atölyelerde uygulanmaktadır. Oluşan beklenmedik bir arıza nedeniyle makine durduğunda yapılan bakım ve onarımları içermektedir. Düzeltici bakım kavramı için acil bakım, arızı bakım veya plansız bakım kavramları da kullanılmaktadır.

Her türlü makine ve ekipmanının arızalanmasından önceki durumuna getirilmesi amacıyla yapılmaktadır. Düzeltici bakımın amacı, sistemin çalışır ve emniyet kuralları açısından normal bir duruma getirilmesinin temin edilmesidir (Mete, 2007). Bu bakım stratejisi, herhangi bir makine veya parçanın arızalanmasının, üretim sistemini önemli derecede etkilemeyeceği alanlarda kullanılabilir. Etkileşimin yoğun olduğu sistemlerde kullanılması durumunda bir anda ortaya çıkan ciddi tahribat; tesis, personel ve çevre açısından büyük problemlere neden olabilmektedir (Gandhare ve Akarte, 2012).

Reaktif ya da arıza bakımı, bakım için yangın söndürme yaklaşımı olarak tanımlanabilir. Araç-gerecin işlev göremeyinceye kadar çalışmasına izin verilir. Bundan sonra arızalanan ya da görevini yerine getiremeyen araç-gereç onarılır ya da değiştirilir (Swanson, 2001).

2.5.3. Önleyici ya da koruyucu bakım (Preventive maintenance)

Önleyici Bakım, makine veya teçhizatın kabul edilebilir bir çalışma performansına ve kullanım ömrünün uzatılmasına dönük olarak yapılan zaman veya koşul bazlı olarak yapılan bakım faaliyetleridir (Sullivan, Pugh, Melendez ve Hunt, 2010). Tesis ve donanımı belirli bir programa göre arıza oluşma koşulu aranmaksızın yapılan muayene, yağlama, ayarlama, yenileme, revizyon yolları ile kullanılabilirlik süresinin artırılması çalışmalarıdır. Bu tür zaman esaslı çalışmalar “Planlı Bakım” olarak da adlandırılmaktadır (Ünal, 2009). Önleyici bakım önceden belirlenmiş periyotlarda tekrar edilen bakım faaliyetlerini içermektedir. Bu periyotlar, belirli bir takvime göre belirlenebildiği gibi ekipmanın çalışma saati veya çalıştırılma sayısı gibi unsurlara (Bir araçtaki yağ değişiminin 10 000 km.’de ya da 12 ayda bir yapılması gibi) göre de belirlenebilmektedir (Palmer, 2006).

Bu bakım stratejisi kapsamında; planlı bakımlar yapılarak, hata sıklıklarının azaltılması ve ani duruşların önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Amacı bozulmaları, acil bakım gereksinimlerini ve aşırı aşınmayı en aza indirmektir. Önleyici bakım uygulaması, gelecekte ortaya çıkabilecek arızaların en aza indirilmesi için periyodik faaliyetlerin gerçekleştirilmesi esasına dayanır (Tompkins, White, Bozer ve Tanchoco, 2010).

Artan otomasyon, üretim gecikmeleri nedeniyle yaşanan ticari kayıplar, daha yüksek kaliteli ürün üretimi, tam zamanında üretim, gereksiz ekipmanın azaltılması, enerji tüketiminin en aza indirilmesi (%5 daha az), daha organize planlı bir ortam gereksinimi gibi nedenler önleyici bakım stratejini uygulamayı önemli hale getirmektedir (Worsham, 2004).

Önleyici bakım yaklaşımının uygulanabilmesi için makine, donanım ve parçalar konusunda gerekli doküman, bilgi ve deneyime sahip olmak gerekir. Her makine, donanım için bakım talimatlarının hazırlanarak hangi periyotta (gün, hafta, ay, yıl vb.) nelerin yapılacağı belirlenmektedir. Önleyici bakım, kötüye gidişi önlemek için aşağıdaki üç faaliyeti zorunlu kılmaktadır:

- Günlük bakım (kontrol, yağlama, sıkma, temizleme vb.),
- Periyodik muayene,
- Onarım.

Önleyici bakım çalışmaları bakım ekibinin tecrübeleri, ekipmanın üreticisi tarafından verilen bakım planlama önerileri ve işletmenin makine kapasitesiyle ilgili hedeflerine bağlı olarak planlanmaktadır. Bu faaliyetler kendi içerisinde zamana dayalı ve koşula dayalı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Patra, Tripathy ve Choudhary, 2005). Önleyici bakımın amaçları şu şekilde sıralanmaktadır (Worsham, 2004; Kenne ve Nkeungoue, 2008).

- Makinelerin çalışmama durumunu en aza indirerek olası en yüksek düzeyde üretimi sağlamak,
- Üretim için optimum sayıda ekipmanı hazır duruma getirmek,
- Önceden hazırlanacak üretim programlarının gerçekleşmesini sağlamak,
- Makinelerin ekonomik ömrünü uzatmak,
- Daha iyi ekipman durumu nedeniyle ıskarta ürün, yeniden işleme ve hurdada azalma sağlamak,

- Arıza hasarlarını en aza indirmek suretiyle onarım giderlerini azaltmak,
- Daha yüksek güvenlik ve kalite koşullarına ulaşmak,
- Planlı bakım yoluyla üretim giderlerini azaltmak,
- Hatasız ve zamanında ürün elde edilmesini sağlamaktır.

Önleyici bakım stratejisinin avantaj ve dezavantajları Çizelge 2.2’de hazırlanarak gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Önleyici Bakım Avantaj ve Dezavantajları

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Birçok sermaye yoğun süreçte maliyet etkindir.	Büyük başarısızlıklarının ortaya çıkma olasılığı hala yüksektir
Esneklik, bakım periyodığının ayarlanmasına izin verir.	Yoğun işgücü gerektirir.
Parça ömrü artar.	Gereksiz bakım performansı içerir
Enerji tasarrufu sağlar.	Gereksiz bakım yapılmasından dolayı bileşenlerin kazara zarar görmesi potansiyeli vardır.
Ekipman veya süreç arızasını azaltır.	

2.5.4. Kestirimci bakım (Predictive maintenance)

Kestirimci bakım stratejisinde, izleme sistemleri vasıtasıyla elde edilen bilgiler kullanılarak, parametrelere ilişkin trend eğrileri dikkate alınarak arıza tahmin edilmeye çalışılmaktadır (Wang, Chu ve Wu, 2007). Ekipmandaki muhtemel değişim trendlerini bulmak için duruma dayalı bakımda kontrol edilen parametreler analiz edilmektedir. Böylece kontrol edilen parametrelerin belirlenen değerlere ne zaman ulaşacağı tahmin edilebilmektedir. Bu sayede bakım personeli ekipman üzerinde ne zaman bakım yapılması gerektiğine kolayca karar verebilmektedir (Chu ve diğerleri, 1998).

Makine ve ekipmanlarda; titreşim, gürültü ve sıcaklık ölçümü cihazları, yağ analizörü, termal izleme sistemleri, ultrasonik hava kaçak dedektörü, dinamik tabanlı makinelerin hareketinin statik olarak görünmesini sağlayan stroboskop cihazları ve online izleme sistemleri kullanılarak çalışma koşulları takip edilmektedir. Bu sistemlerden elde edilen veriler kullanılarak, farklı firmaların hazırladığı çeşitli tahmin ve optimizasyon yazılımlarıyla arıza olasılığına ilişkin durum tahminleri yapılabilmektedir. Bir makineye

monte edilmiş vibrasyon ölçerden, periyodik olarak elde edilen titreşim verilerinin kayıt altına alınması ve ilişkili parametrelere bağlı olarak çeşitli tahmin metotları ile arıza olasılığının öngörülmesi, bir uygulama örneği olarak gösterilebilir. Proaktif anlayışı barındıran kestirimci bakım sistemleri maliyetli sistemler olup, kullanımı eğitim ve bilgi gerektirmektedir. Herhangi bir imalat sisteminin tamamı için kestirimci bakım stratejisinin uygulanmasını, maliyetin yüksekliği nedeniyle tercih etmeyen firmalar, kritik süreçlerdeki makineleri için bu stratejiyi lokal olarak uygulayabilmektedirler (Görener, 2012).

Kestirimci bakım, belirli bakım faaliyetleri için ihtiyaçların belirlemesinde farklı kriterler kullanmasına rağmen koruyucu bakımla aynı ilkeye dayanır. Koruyucu bakım gibi, kestirimci bakım da ekipmanın arıza olasılığını düşürür. Buna ilave olarak faydası, bakımın icra edilmesi ihtiyacının belirli bir zaman geçmesinden sonra değil sadece yakın zamanda olmasından gelir (Swanson, 2001). Deterministik ve olasılıklı modellere dayandırılan bir bakım politikası olmakla beraber, makine/teçhizat/sistemlerin gerçek durumlarını ortaya koymaya yarayan ölçülebilir gözlem parametreleri vasıtasıyla arıza davranışları hakkında bilgi edinilmesi öngörülmektedir. Bu yaklaşım, gereksiz parça değişimlerinin gerçekleşmesine engel olmakta ve makine/donanımın arıza oluşumuna kadar faaliyetine izin vermektedir. Kestirimci bakım stratejisi avantaj ve dezavantajları Çizelge 2.3.de gösterilmiştir (Sullivan, Pugh, Melendez ve Hunt, 2010).

Çizelge 2.3. Kestirimci Bakım Avantaj ve Dezavantajları

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Artan bileşen işletme ömrü / kullanılabilirliği	Teşhis ekipmanında artan yatırım
Önleyici düzeltici eylemlere izin verme	Yönetim tarafından kolayca görülmeyen potansiyel tasarruflar
Ekipman veya süreç arıza sürelerinde azalma	Personel eğitimine daha fazla yatırım yapılması
Parça ve işçilik maliyetlerinde düşüş	
Daha iyi ürün kalitesi	
Artırılmış işçi ve çevre güvenliği	
Artırılmış işçi morali	
Enerji tasarrufu	
Önleyici bakım programına göre %8 ila %12 arasında tahmini maliyet tasarrufu	

2.5.5. Duruma dayalı bakım (Condition-Based maintenance)

Duruma dayalı bakım stratejisinde, sensör sistemleri vasıtasıyla ölçümlerle elde edilen verilere bağlı olarak bakım kararı verilir. Verilerin elde edilmesi için, uygun durum izleme sistemleri oluşturulmalıdır. Titreşimi izleme, yağlama analizi ve ultrasonik testler yaygın veri toplamak için kullanılan yaklaşımlardır. Veri analizine bağlı olarak izleme seviyesine değeri ne zaman normalin üstünde olursa bileşen tamir edilir veya değiştirilir. Bu strateji çoğunlukla türbinler, santrifüjlü pompalar, kompresörler vb. gibi döner ve pistonlu makineler için uygulanmaktadır. Ekipmana ait toplanan veriler, hata oluşmadan bakım yapılarak, hasarların veya beklenmeyen duruşların oluşumunu önlemeye yönelik fırsat sağlamaktadır.

Duruma Dayalı Bakım, kalite oranı, kar ve pazar payında artış ile birlikte üretim maliyetinde ve sermaye yatırımında kayda değer düşüşler sağlayabilmektedir. Ancak veri kapsamı ve kalitedeki sınırlamalar, duruma dayalı bakım stratejisinin etkinliğini ve doğruluğunu azaltmaktadır (Gandhare ve Akarte, 2012).

2.5.6. Toplam üretken bakım (Total productive maintenance)

Toplam üretken bakım; işletme içerisindeki makine ve ekipmanların verimli bir şekilde duraksamadan çalışmasını sağlamak, olası yanlışların önüne geçmek ve bu malzemelerin yaşam döngüsünü uzatmak amacıyla gerçekleştirilen çabaların bütünüdür. Toplam Üretken Bakım ürünlerde sıfır hata, makinelerde sıfır arıza, yüksek fabrika ve makine etkinlikleri, ürün kalitesinin sürdürülmesi, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve kayıpların ortadan kaldırılmasını hedeflemektedir (Arashpour, Enaghani ve Andersson, 2010). Atıkların ortadan kaldırılması prensibini uygulamakta ve yalın üretim felsefesinin en önemli araçları arasında bulunmaktadır (Lyons, Vidamour, Jain ve Sutherland, 2013).

İlk olarak 1970’li yılların başında dünyanın en büyük otomobil elektrik parçası üreticisi olan Japon bir firma tarafından bulunan ve dünyanın birçok ülkesinde hayata geçirilen toplam üretken bakım; bir üretim fabrikasının bakımı ve desteğine tüm ömür devri yaklaşımını temsil etmektedir (Yanaşma, 1999; Fraser, 2014). Geçmişte birçok üretim tesisi kapasitesinin altında çalıştırılmakta, verimlilik genelde düşük ve fabrika işletiminin maliyeti yüksek olmakta, toplam maliyetin büyük kısmı üretim kayıplarından

kaynaklanmaktadır. Üretim maliyetinin yüksek olması, birim ürünün satış maliyetini yükselterek olumsuz etki etmektedir. Toplam Verimli Bakımın Japon üretim tesislerinde, Tam Zamanında Üretim, gelişmiş üretim teknolojilerinin ve ürün kalitesinin iyileştirmesi çabalarını desteklemek için geliştirilen bir bakım yönetim felsefesidir (Swanson, 2001; Chan, Lau, Ip, Chan ve Kong, 2005). Bu yöntem ile elde edilebilecek faydalar küçümsenmeyecek boyuttadır ve bunu başarılı bir şekilde benimseyen şirketlerde arıza için %50 daha az emek, üretim kayıplarında %70 azalma, kuruluştaki %50-90 arası azalma ve ünite başına bakım maliyetinde %60 azalma olduğu dikkat çekmiştir (Dinç, 2016).

Toplam üretken bakım yönetim sisteminde amaç, kayıpların seviyesini en aza indirerek verimliliği en yüksek seviyeye çıkartmaktır. Toplam üretken bakım, işletmenin tüm çalışanlarını sisteme katmayı gerekli gören bir yönetim anlayışıdır. Dolayısıyla çalışanların bu yönetim anlayışını benimsemesi ve uygulaması gerekmektedir (Yanaşma, 1999; Chan ve diğerleri, 2005). Toplam verimli bakımın başlıca hedefi ekipmanın geçerliliğini ve verimliliğini en yükseğe çıkarmak ve tüm makine kayıplarını gidermek, ekipmanın kullanıcısında eğitim ve ilgi yoluyla sahiplik duygusu yaratmak, üretim, mühendislik ve bakım personelinin dahil olduğu küçük grup faaliyetleri yoluyla devamlı gelişmeyi desteklemektir. Her girişimin Toplam Verimli Bakım için kendine has tanıma ve görüşe sahiptir. Ancak çoğu durumda ortak unsur ve temalar bulunmaktadır. Bunlar; Varlık Stratejisi, Güçlendirme, Kaynak Planlaması ve Zamanlama, Sistemler ve Prosedürler, Ölçme, Sürekli İyileştirme Takımları ve Süreçler (Gandhare ve Akarte, 2012).

Toplam üretken bakım, bir üretim faaliyetinin baştan sona etkisini ve etkinliğini geliştirmek için ortaya konulan bir yaklaşım olmak üzere iki ana amacı vardır. Bunlar: bir insan makine sistemi olarak atölye için en uygun koşulları oluşturmak ve atölye ortamının genel kalitesini iyileştirmektir (Patra ve diğerleri, 2005). Bu yaklaşımın amaçları şu şekildedir:

- Üretim teçhizat ve süreçlerinin genel etkinliğini en üst seviyeye çıkartmak,
- Önleyici bakım icrasında ömür devri yaklaşımını benimsemek,
- Bir bakım programının planlanmasında ve icrasında üretim tesisi içersindeki tüm unsur, bölüm ve grupların katkıda bulunmasını sağlamak,

- Kendi sahip olduğu teçhizatın işletimi için kullanıcı daha fazla sorumluluk sahibi olmalı ve ekipmandaki olağan dışı durumların belirlenmesinde eğitilmiş olmalıdır (Blanchard, 1998).

Japon Tesis Bakım Enstitüsü (J.I.P.M.) tarafından Toplam Verimli Bakımın 5 temel amaca sahip olduğu ifade edilmiştir. Bunlar (Mete, 2007);

- Toplam ekipman etkinliğinin artırılması,
- Sürdürülebilirlik, güvenilirlik ve yaşam çevrim maliyetine sistematik bir yaklaşım getirmesi,
- İşletme personeli, malzeme yönetimi, bakım, mühendislik ve ekipman yönetimine dahil etmesi,
- Tüm seviyelerdeki yönetici ve işçileri bünyesinde tutması,
- Küçük grup faaliyetleri ve ekip performansıyla ekipman performansının iyileştirilmesi.

Toplam Verimli Bakım, ekipman etkinliği için zorlu engeller oluşturan, makinelerin altı büyük kaybını yok etmeye çalışır (Waeyenbergh ve Pintelon, 2002). Bunlar Çizelge 2.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.4. Makinelerin Altı Büyük Kaybı

S. No	Kesintiler	Hız Kayıpları	Kusur
1.	Ekipman arızası	Aylak Zaman ve Küçük Duruşlar	Üretim Hataları
2.	Kurulum ve ayar	Düşük Hız	Devreye Alma ve Rejime Ulaşma Kayıpları

2.5.7. Güvenilirlik merkezli bakım (Reliability centered maintenance)

1960’lı yıllarda Amerikan hava endüstrisinin sürekli artan bakım maliyetleri, düşük verimlilik ve geleneksel periyodik bakım stratejisinin etkisizliğinden kaynaklanarak ortaya çıkmıştır. Güvenirlik Merkezli Bakım önceleri daha çok uçak bakımlarında kullanılmaya başlanmıştır (Dinç, 2016).

Güvenirlik Merkezli Bakım görevi yerine getirmek için yapılacak bakıma en etkili yaklaşımı belirlemek için kullanılan devamlı bir süreçtir. En uygun uygulanabilir ve verimli bakım görevlerini, güvenilirliği ve sistemlerin güvenliğini, en düşük maliyetli ekipman ve personel ile yapmak için belirlemede sistematik, mantık tabanlı en uygun

bakım görevlerini seçmek için objektif bir yaklaşım kullanır. Süreç bu kararları oluşturmak, onaylamak ve desteklemek için operasyonel tecrübeyi ve arıza geçmişini kullanır (Smith ve Hawkins, 2004).

Güvenirlik Merkezli Bakım, temel olarak diğer bakım stratejileri tarafından ele alınmayan bazı önemli konuları ele almaktadır. Bu strateji bir tesisteki tüm ekipmanların diğer her bir süreç ve tesis güvenliği ekipmanlarıyla eşit derecede önemli olmadığını kabul etmektedir. Ekipman tasarımı ve çalışmasının farklılık gösterdiğini ve farklı ekipmanların, farklı bozulma mekanizmalarından dolayı diğerlerinden daha fazla başarısızlığa uğrama ihtimalinin olacağını kabul etmektedir. Bir işletmenin sınırsız mali ve personel kaynaklarına sahip olmadığını ve önceliklendirme yapılarak optimize eden bir bakım programının oluşturulmasını savunmaktadır.

Güvenirlik Merkezli Bakım, şirketlerin benimsediği yeni bir bakım stratejisi değil, daha çok üç farklı bakım yaklaşımının birleşimidir. Bu yaklaşımlar:

- Arızadan sonra tamir faaliyetlerinin yapıldığı “Reaktif Bakım”,
- Arızadan önce yapılan sağlıklı bakım faaliyetlerini içeren “Planlı Önleyici Bakım” ya da “Zaman Esaslı Bakım” stratejisi,
- Ekipman durumlarının izlendiği ve ölçüldüğü ekipman/parça arızasının öngörülmesinin kolaylaştırıldığı “Kestirimci ve Duruma Dayalı Bakım”.

Güvenirlik Merkezli Bakım; işlemekte olan yapının (ürün/hizmet üretim) en önemli parçalarını ilgilendiren bakım görevlerini oluşum sıklıklarıyla beraber tanımlamaya çalışan bir kılavuz olarak değerlendirmektedir. Bu bakım yaklaşımındaki başarının, bir değerlendirme ekibi tarafından yapılan belirlenmiş bir sürecin fonksiyonel analizine dayandığına işaret edilmektedir. Bununla beraber işletmenin/organizasyonun gerçek bakım ihtiyaçlarına karşılık verebilecek esnek bir bakım yönetim sisteminin bu ekibin gayretleriyle ortaya çıkabileceği fikri savunulmaktadır. Bu bakım stratejisinin sahip olduğu bazı olumlu ve olumsuz yanları bulunmaktadır. Güvenirlik Merkezli Bakımın, avantaj ve dezavantajları Çizelge 2.5’te sunulmuştur (Sullivan ve diğerleri, 2010).

Çizelge 2.5. Güvenirlilik Merkezli Bakım Avantaj ve Dezavantajları

AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
En verimli bakım programı olabilir.	Önemli başlangıç maliyeti, eğitim, ekipman vb. maliyetleri içerir.
Gereksiz bakım veya revizyonları ortadan kaldırarak maliyetleri düşürür	Yönetim tarafından tasarruf potansiyel kolayca görülmeyebilir.
Revizyon sıklığını en aza indirir.	
Ani ekipman arızası ihtimalini azaltır	
Bakım faaliyetlerini kritik bileşenlere odaklanabilmektedir.	
Artan bileşen güvenilirliği sağlar.	
Kök neden analizini içerir.	

2.5.8. Bilgisayar destekli bakım (Computerized based maintenance)

Bakım yönetimini destekleyen bilgi ihtiyacı için birçok etken bulunmaktadır. Bakım yönetiminde verilerin gerçek zamanlı alınması, kullanması, analiz ve değerlendirilmesi önemli bir rekabet faktörüdür. Günümüzde eğilim, geçmiş veriler yerine mevcut verileri kullanmaktır. Ayrıca teknolojinin gelişim ve değişimi ile bu verilere erişim yöntemi de değişmektedir. Tüm sektörlerde hızın, verimli çalışmanın ve görselliğin artması ile birlikte verilerin kolay ulaşılması ve değerlendirilmesinde bilgisayarın kullanımı zorunlu bir araç haline gelmiştir. Bakım yönetimi de bilgisayar destekli uygulamaların yoğun olarak kullanıldığı bir alandır. Bakım yönetiminde uygulanan bakım yönetim programları şirketlere birçok avantaj sağlamaktadır. Bunlar;

- Yedek parça hareketlerini izleme imkânı sunar,
- Arızaların hızlı bir şekilde bildirimini sağlar.

2.6. Literatür Taraması

Bakım faaliyetleri üretim sistemlerinin en önemli parçalarından biridir. Dolayısıyla bakım çalışmalarında yapılan her iyileştirme tüm sistemin iyileşmesini sağlayacaktır. Bunu başarmak için bakım çalışmalarının bir sistem oluşturularak yürütülmesi ve bunun için de bütünlük ve güvenilirlik tabanlı bir planın oluşturulması kaçınılmazdır. Havayolu şirketlerinde maliyetlerin büyük bir kısmını bakımlar oluşturmaktadır. Periyodik

bakımlarının planlaması ve maliyet-kazanç dengesinin kurulması bu anlamda çok önemlidir (Attepe, 2009).

Bakım yönetimi, planlaması, maliyetleri ve stratejilerine ilişkin literatüre bakıldığında birçok nitel ve nicel çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Bunlardan bir kısmı aşağıda özetlenmiştir:

Çizelge 2.6. Literatür Taraması

S. No.	Yazar/ Yazarlar	Yıl	Konu	Kullanılan Yöntem
1.	Rao vd.	1990	Hava trafik kontrolü için akıllı bakım destek sistemi geliştirilmesi	Yazılım Programı
2.	Moro ve Ramos	1999	Bakım planlaması	Hedef Programlama
3.	Wang	2002	Bakım politikaları	Sınıflandırma
4.	Martorell vd.	2002	Nükleer reaktörlerde maliyetlerin ve risklerin azaltılması	Genetik Algoritma
5.	Sriram ve Haghani	2003	Uçak bakım planlaması ve yeniden göreve atanması	“Rassal Arama” ve “Öncelikle Derinlik” yaklaşımları
6.	Mouss vd.	2003	Toplam verimliliği ve güvenirliliği artırmak amacıyla bakım politikası ile üretim kontrolünün entegrasyonu	Örnek olay incelemesi
7.	Kahvecioğlu	2004	Düzeltilici bakım, duruma dayalı bakım, önleyici bakım yaklaşımlarından optimum bakım periyodunun bulunması	Genetik Algoritma
8.	Nordgard vd.	2005	Norveç’te hidroelektrik üretimi yapan bir şirketin bakım stratejileri seçimi ve risk analizi	AHP
9.	Sarac vd.	2006	Günlük uçak bakım planlaması	Dal-Fiyat algoritması
10.	Wang vd.	2007	Bakım stratejileri seçimi	Bulanık AHP
11.	Gerede	2007	Hava araçları bakım kılavuzunun hazırlanması	Kavramsal çerçeve
12.	Zaeri vd.	2007	Bakım stratejisi seçimi	AHP
13.	Hahn ve Newman	2008	Sikorsky HH60J helikopterleri için bakım planı	Karma tamsayılı programlama
14.	Çebi vd.	2008	Uygun bakım onarım yöntemlerinin saptanmasını	AHP ve Aksiyomlarla Tasarım
15.	Koepke vd.	2008	Uçak uçuş çizelgeleme	Tamsayılı programlama
16.	Mousavi vd.	2009	Bakım Stratejisi Seçimi ve Bakım Planlaması	Bulanık TOPSIS ve AHP
17.	Marmier vd.	2009	Bakım planlanması	Kanguru metodolojisi ve bulanık mantık
18.	Overholts vd.	2009	Bakım planlanması	İki aşamalı maksimum küme kaplama modeli
19.	Orhan ve Karakoç	2010	Etkin bakım yönetim süreci için gereken unsurların belirlenmesi	Sınıflandırma
20.	Orhan vd.	2012	Uçak rotalarının belirlenmesi ve bakımların planlanması	Tamsayılı doğrusal hedef programlama

Çizelge 2.6. (devam) Literatür Taraması

S. No.	Yazar/ Yazarlar	Yıl	Konu	Kullanılan Yöntem
21.	Gandhare ve Akarte	2012	Etkin bakım yönetiminde kullanılan bakım stratejilerinin incelenmesi ve ÇKKV ile seçimi	Kavramsal anlatım
22.	Görener	2012	İmalat sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikanın bakım stratejisi seçimi	WSA ve TOPSIS yöntemi
23.	Ahmad ve Kamaruddin	2012	Zamana dayalı ve duruma dayalı bakım teknikleri	Kavramsal anlatım
24.	Fan vd.	2013	Koruyucu bakımın etkinliği	Markov karar süreci
25.	Demirtaş	2013	Hava araçlarının bakım ve onarımı için dış kaynak kullanımı	AHP
26.	Tarakci vd.	2013	Koruyucu bakım ve onarım sözleşmelerinde dış kaynak kullanımı	Geliştirilen model ile örnek olay çalışması
27.	Shafiee vd.	2013	En iyi Koruyucu Bakım Zamanının Hesaplanması	Matematiksel Modelleme
28.	Azizi ve Fathi	2014	Bakım stratejilerinin etkilerinin değerlendirilmesi	Bulanık AHP
29.	Chandahas ve Mahapatra	2015	Bakım stratejilerinin seçimi sürecinde kullanılan faktörlerin sıralanması.	AHP
30.	Baidya ve Ghosh	2015	Efektif bakım teknolojisi olan kestirimci bakım göstergelerinin etkinliğinin bulunması	AHP
31.	Vishnu ve Regikumar	2016	Bakım stratejisi seçimi	AHP
32.	Qiu vd.	2017	Performansa dayalı sözleşmeler altında çalışan tek bileşenli bir sisteme özgün yeni bir bakım politikası	Matematiksel Modelleme
33.	Yang vd.	2018	Uçak filosu için minimum uçak arızası ve maliyetinin hesaplanması	Sezgisel sıralı oyun algoritması
34.	Shen vd.	2019	Bir sistem için optimum bakım politikasının belirlenmesi.	Stokastik verilere dayalı matematiksel model

Çizelgede tarihsel perspektifte sunulan çalışmalara baktığımızda; Rao, Theisen ve Luxhoj (1990), ilk olarak hava trafik kontrolü için akıllı bakım destek sistemini önermiştir. Çalışmalarında, hava trafik kontrolü için bakım destek işlemlerinin otomasyonunu kolaylaştırmak amacıyla mevcut teknoloji uygulamalarında birkaç bilim dalını bir arada kullanmışlardır.

Moro ve Ramos (1999), bakım planlaması için hedef programlama yönteminden faydalanmıştır. Amaç fonksiyonunda birinci amaç olarak toplam yakıt maliyetlerini ikinci amaç olarak da bakım periyotlarının planlanmasını kullanmıştır. İspanya’da bir santralden aldıkları verileri GAMS programında çalıştırarak sistem işletme maliyeti ve enerji depolama seviyesinin artışı sonucunu elde etmişlerdir.

Wang (2002), bakım politikaları üzerine yapılan çalışmalar üzerinde bir araştırma yapmış ve bu çalışmaları iki bölümde sınıflandırmıştır: Tek birimli sistemler ve çok birimli sistemler. Tek birimli sistemler için uygulanan bakım politikalarını; yaşa bağlı koruyucu bakım, periyodik koruyucu bakım, arıza oranı sınırı, sıralı koruyucu bakım, onarım maliyet sınırı ve tamir numarası sayısı ve referans zamanı olarak kategorize etmektedir. Çok birimli sistemlerin bakım politikaları ise grup bakımı ve fırsatçı bakım politikaları olarak kategorize edilmektedir.

Martorell, Sánchez, Carlos ve Serradell (2002), nükleer reaktörlerde maliyetlerin ve risklerin azaltılması ile ilişkin olarak genetik algoritma yöntemini kullanmışlardır. Bakımın uzun vadede işletme maliyetlerini azalttığı; ömür devrini uzattığı ve olası riskleri azalttığını belirtmişlerdir.

Sriram ve Haghani (2003), uçak bakım planlaması ve yeniden göreve atanması problemini ele almışlardır. Uçak bakım planlamasının, uçağın işletmesi boyunca bir havayolu şirketinin vermek zorunda olduğu en önemli karar verme problemlerinden birisi olduğunu belirtmiş ve bakım planlamasının maliyet tasarrufunu sağlayacak anlaşılması kolay fakat çözümü zor bir problem olduğunu ifade etmişlerdir. Problemin çözümü için rassal arama ve derinlemesine ilk arama yaklaşımlarını karma olarak kullanan bir sezgisel yöntem geliştirmişler ve çözümde ise CPLEX paket programını kullanmışlardır.

Mouss, Mouss ve Smadi (2003) çalışmalarında, bakım politikalarının üretim yapılan sahaya göre değişebileceğini ve maliyetleri değiştirebileceğini belirtmişlerdir.

Kahvecioğlu (2004) çalışmasında, düzgün ömür dağılımına (artan bozulma oranına) sahip, onarım maliyetinin bakım maliyetine oranı belli olan bir eleman için, toplam maliyeti minimum yapacak optimum bakım periyodunun bulunmasına çalışmıştır. Çalışmada genetik algoritma tekniğinden faydalanılmıştır.

Nordgard, Heggset ve Daleng (2005), Norveç'te hidroelektrik üretimi yapan bir şirketin 73 bakım projesinin risk analizini değerlendirmişlerdir. Problemin çözümünde ÇKKV yöntemlerinden AHP'yi kullanmışlardır.

Sarac, Batta ve Rump (2006), halihazırda bir uçuş ayağı dizisine atanmış olan bir alt filonun her bir uçağı için belirli bir yolun oluşturulmasını ve seçilmesini içeren uçak rotası problemine odaklanmışlardır. Günlük uçak bakım planlaması, bakım merkezlerinin sınırlı kaynaklara sahip olması (mevcut işgücü ve bakım süreleri) nedeniyle her bir uçağın yasal kalan uçuş saati süresinin dışına çıkılmadan günlük uçuş bakım maliyetinin minimize edilmesi amacını taşımaktadır. Bu problemin optimum çözümünde dal-fiyat algoritması kullanılarak toplam maliyetleri minimize etme ile birlikte personelin ve teçhizatın bir istasyondan diğerine taşınmasının azaltılması da hedeflenmektedir.

Wang, Chu ve Wu (2007), yaptıkları çalışmalarında farklı ekipmanlar için farklı bakım stratejilerinin kullanılmasını değerlendirmişlerdir. Bu bakım stratejileri; düzeltici bakım, periyodik bakım, durum merkezli bakım ve kestirimci bakım stratejileridir. Bu bakım stratejilerinin önceliklendirilmesinde bulanık AHP'den faydalanılmıştır.

Gerede (2007) hava araçlarının önleyici bakım programlarının bakım yönlendirme kılavuzları ile nasıl hazırlanması gerektiği konusu üzerinde durmuştur.

Zaeri, Shahrabi, Pariazar ve Morabbi (2007) bakım stratejisi seçiminde hiyerarşik bir yapı oluşturmuşlar ve AHP yöntemini kullanarak en iyi bakım stratejisi seçimini yapmışlardır.

Hahn ve Newman (2008) sahil güvenliğinin, korozyon çevre şartlarının etkisini azaltmak amacıyla, Sikorsky HH60J helikopterleri için planladığı uçuş saatine dayalı kapsamlı koruyucu bakım programı için, her bir helikopterin bakıma alınacağı haftalara yönelik olarak programlama yapabilen bir karma tamsayı model geliştirmişlerdir. Çalışmalarında, farklı bakım alternatifleri, bakım kapasiteleri, helikopter sayıları vb. ihtiyaçlar ele alınarak Unix Workstation üzerinde 3 dk.'nın altında hesaplama yapabilen bir model önermişlerdir.

Çebi ve diğerleri (2008) çalışmalarında, gemi sistemlerinin gereksinimleri doğrultusunda bütünsel bakım ve onarım yönetim sistemi tasarımı için AHP ve aksiyomlarla tasarım yöntemlerinden birlikte faydalanmışlar ve oluşturdukları melez yaklaşım ile uygun bakım-onarım yöntemlerinin saptanmasını hedeflemişlerdir.

Koepke, Armacost, Barnhart ve Kolitz (2008) ABD Hava Kuvvetlerinin önemli görevi olan uçaklardan oluşan büyük ölçekli hava mobilize organizasyonundan sorumlu mobilize

komutanlığının desteklenmesi için bir tamsayılı programlama modeli oluşturmuşlardır. Oluşturdukları bu modelde uçakların kritik görev önceliklerinin belirlenmesindeki aksaklıkları minimize etmek maksadıyla bir matematiksel öneri sunmuşlardır.

Mousavi, Nezami, Heydar ve Aryanejad (2009) bakım stratejileri seçiminde Bulanık TOPSIS ve AHP yöntemlerini faktör analizi ile birlikte hibrid olarak kullanmışlardır.

Marmier, Varnier ve Zerhouni (2009) bakım planlanması yapılırken insan kaynakları ve iş gücü planlamasını kanguru metodolojisi ve bulanık mantık ile modellemişlerdir.

Overholts, Bell ve Arostegui (2009) Amerika Hava Kuvvetleri'nde kullanılan kıtalararası balistik füze bakım planlaması için iki aşamalı maksimum küme kaplama modelini kullanmışlardır. Modelin ilk aşamasının amaç fonksiyonu maksimum bakım talebini zamanında karşılamaktır. İkinci aşamanın amaç fonksiyonu ise taleplere göre ağırlıklandırılmış isteklerin maksimize edilmesidir. Elde edilen sonuçlar uygulanan geleneksel yöntemlerden daha belirgin bir iyileşme olduğunu göstermiştir.

Orhan ve Karakoç (2010) etkin bakım yönetim sürecinde göz önüne alınması gereken elemanları, bakım politikası, malzeme kontrolü, iş emir sistemi, ekipman kayıtları, önleyici ve düzeltici bakım, iş planlama ve çizelgeleme, yarım kalmış işlerin kontrolü ve öncelikli sistemler ve bakımın değerlendirilmesi şeklinde sıralamıştır. Bakım yönetimi sürecinde ise etkinliğin değerlendirmesini bakım stratejisinin tanımı ve uygulanması olarak sınıflandırmışlardır.

Orhan, Kapanoğlu ve Karakoç (2012) uçak rotalarının belirlenmesi ve bakımların planlanması problemini ele almışlardır. Uçakların etkin kullanımının yanı sıra bakım maliyetlerinin optimizasyonu hedeflenmiş ve tamsayılı doğrusal hedef programlama yöntemi kullanılmıştır. Problemde gerçek verilerden faydalanılarak CPLEX/GAMS tamsayılı doğrusal program çözücü yazılımı kullanılarak çözüm üretilmiştir.

Gandhare ve Akarte (2012) etkin bakım yönetiminde yaygın olarak kullanılan düzeltici bakım, kestirimci bakım, zamana dayalı önleyici bakım, duruma dayalı bakım, toplam verimli bakım ve güvenilirlik merkezli bakım stratejilerini incelemiş ve ilgili stratejilerin ÇKKV ile seçimini değerlendirmiştir.

Görener (2012) bir imalat tesisi için; önleyici, düzeltici, durum tabanlı ve kestirimci bakım stratejilerini değerlendirmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada, alternatiflerin değerlendirilmesi sürecinde, maliyet vb. gibi sayısal değerlerin dikkate alınmasının yanı sıra; ürün kalitesine etki, güvenlik, kabul görme, güvenilirlik gibi sayısal olarak net biçimde ifade edilmesi zor olan kriterlerin değerlendirmesinde bulanık mantığa başvurulmuştur. WSA ve TOPSIS yöntemleriyle bakım stratejisi seçimi yapılmıştır. Uygulamanın gerçekleştirildiği tesis için en uygun bakım stratejisi alternatifinin, önleyici bakım stratejisi olduğu tespit edilmiştir.

Ahmad ve Kamaruddin (2012), literatürde sıkça kullanılan zamana dayalı ve duruma dayalı bakım tekniklerini açıklamışlardır. Çalışmalarında, endüstriyel uygulamalarda bakım stratejisine karar vermede bu tekniklerin esasları değerlendirilmiştir.

Fan, Xu ve Chen (2013) koruyucu bakımın etkinliği konusunda “Markov Karar Süreci” yöntemini kullanarak, makinelerin arıza ihtimallerini bilmedikleri zamanda bazı parçaları koruyucu bakım kapsamında değiştirmişlerdir. Bunun sonucunda arıza yüzdelerinin azaldığını ve çalışma zamanları ile etkinliğinin arttığını öngörmüşlerdir.

Demirtaş (2013) hava araçlarının bakım ve onarımı için dış kaynak kullanımını ele almış ve yöntem olarak Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)’ni kullanmıştır. Alternatiflerin değerlendirilmesinde; uçuş faaliyetlerinde etkinlik, uçuş güvenliği, teknik özellikler, maliyet etkinliği, kullanım adedi, temin edebilme yeterliliği ve iş gücü kriterlerini kullanmıştır.

Tarakci, Ponnaiyan ve Kulkarni (2014) seri üretim yapan bir firmada koruyucu bakım ve onarım sözleşmelerinin dış kaynak kullanımı şeklinde yapıldığında arıza yüzdelerinin ve arızada kalma sürelerinin daha düşük olduğu, arızalanan cihazların arızalı bulunduğu süre içerisinde kiralanan başka bir cihazla üretime devam etmesinin maliyetleri azalttığı yönünde sonuçların elde edildiği bir çalışma yapmışlardır.

Shafiee, Finkelstein ve Zuo (2013) kurmuş oldukları matematiksel modelde en iyi koruyucu bakım zamanını hesaplamışlar ve yeterli bakım seviyesine ulaşarak hizmet maliyetlerinin azaltılmasını önermişlerdir.

Azizi ve Fathi (2014) yaptıkları çalışmada İran'da bir petrol istasyonunda bakım stratejilerini etkileyen önemli faktörleri (4 ana faktör ürün kalitesi, maliyet, güvenilirlik ve güvenlik ile alt faktörler) sıralamak için bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır.

Chandrabhas, Mishra ve Mahapatra (2015) yaptıkları çalışmada bakım stratejisi seçiminin tüm üretim endüstrilerinde çok önemli olduğu ve her bakım stratejisinin kendine özgü farklı karakteristiği olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada, en iyi bakım stratejisinin seçim sürecinde kullanılan; maliyet, güvenlik, değer katma ve ekipman ve teknoloji kriterlerinin AHP yöntemi ile karşılaştırması ve önem sıralaması yapılmıştır.

Baidya ve Ghos (2015) çalışmalarında üç farklı şirkette, stratejik yönetim ve bakım gereksinimi dikkate alınarak özellikle kritik parçalar için kestirimci bakım göstergelerinin etkinliğini bulmaya dayalı detay analizi yapmışlardır.

Vishnu ve Regikumar (2016) proses tesisleri için güvenilirlik merkezli bakım stratejisi seçimi kapsamında AHP tabanlı bir çerçeve önermektedir. Kullanılan metodoloji, kritiklik ve arıza modları ve etki analizi çalışmasına dayanarak her ekipman veya makine için ayrı ayrı optimum bakım stratejileri belirlenmiştir.

Qui, Cui, Shen ve Yang (2017) imalat ve hizmet sektöründe yaygın olarak kullanılan performans dayalı sözleşmeler altında çalışan tek bileşenli bir sisteme özgün yeni bir bakım politikasını ele almışlardır. Önerilen modelde amaç, performans dayalı sözleşme kapsamında faaliyet gösteren bir tedarikçinin beklenen net gelirini en üst düzeye çıkarmaktır. Ayrıca modelde, üç farklı arıza oranı fonksiyonu altında optimum bakım politikasının özellikleri karşılaştırılmıştır. Son olarak rüzgar türbini ile ilgili örnek olay çalışması yapılmıştır.

Yang, Wang, Feng, Ren, Sun ve Wang (2018) filo görevinin başarısı için yaygın olarak kullanılan seçici bakım stratejisinden bahsetmiştir. Çalışmalarında duruma dayalı bakım stratejisini göz önünde bulundurarak 12 uçağı olan bir filonun uçak arıza sıklığını, onarım sürelerini ve maliyeti azalmayı amaçlayan üç kademeli bir problemi ele almışlardır. Problemden sezgisel sıralı oyun algoritması yönteminden faydalanılmıştır.

Shen, Cui ve Ma (2019) alışmalarında sistem arızalarının hem teoride hem mühendislik uygulamalarında stokastik süreçler ile modellendiği, tek bir stokastik işlem ile sistemin farklı ortamlarda bozulmasını tanımlamanın artık yeterli olmadığından bahsetmiştir. Bu yaklaşımdan hareketle, farklı ortamlarda sistemin bozulmasının farklı stokastik süreçler tarafından yönetildiği, dinamik ortamlarda her değişimden önce birkaç kusurlu bakım işlemine maruz kalan bozulan sistemler için bir model geliştirilmiştir. Optimum bakım politikasını elde etmek için oluşturan algoritma sayısal bir örnek ile sunulmuştur.

3. DIŞ KAYNAK KULLANIMI

Rekabetin arttığı küresel piyasalarda üretim teknolojisini geliştirmek firmalar için hayati önem kazanmaktadır. Bu kapsamda maliyetleri düşürmek amacıyla firmalar işçilik maliyetlerinin daha düşük olduğu ülkelere yönelmektedirler. Hammaddelerini ise fiyatı uygun olduğu ülkelerden almaktadırlar. Ürünlerini en düşük maliyetle pazara sunmaya çalışmaktadırlar. Bu durumda dış kaynak kullanımı maliyetleri düşürmede ve firmanın iş akışında önemli bir hale gelmektedir (Browne ve Allen, 2001).

Dış kaynak kullanımı, özel bir işin firma dışındaki bir firmaya tanımlanmış performans ve kalite şartları altında önceden tanımlanmış işlemleri izleyerek yaptırılmasına denir (Baloh, Jha ve Awazu, 2008). Dış kaynak kullanan firmalar, uzman olmadıkları alanlardaki ürün ve hizmet ihtiyaçlarını başka firmalara yaptırmak suretiyle kendi kaynaklarını asıl uzman oldukları işe ayırarak üretkenliklerini artırmayı amaçlarlar. Bu durumda firmalar uzman oldukları işe yoğunlaşarak onu geliştirmeye ve uzman olmadıkları işleri ise uzman olan firmalara devrederek esas faaliyet alanlarında piyasada rekabetçi bir konum kazanmaya çalışırlar (Fırat, 2004). Bu rekabetin yüksek olduğu piyasalarda çok kritiktir (Kurşunluoğlu, 2011). Dış kaynak kullanımı, bilgi teknolojileri servisleri, muhasebe, tedarik zinciri yönetimi ve insan kaynakları gibi farklı alanlarda olabilmektedir (Marinagi, Trivellas ve Sakas, 2014).

Başka bir ifadeyle dış kaynak kullanımı, firmanın kendi kaynaklarını kullanmak yerine dışarıdaki bir organizasyondan bazı ürünlerin veya hizmetlerin alınması olarak tanımlanabilir (Butler, 2000). Dış kaynak kullanımı, firmalara ek sabit maliyetli yatırım yapmadan stratejik değişiklikler yapmalarına imkân vererek firmaların daha rekabetçi bir konuma gelmelerini sağlayabilir. Hatta bu durum dış kaynak olarak kullanılan firmalara bir işte özelleşme ve ölçek ekonomisi kullanma fırsatı da sunabilmektedir (Butler, 2000). Ayrıca kalite endişesi de firmaları dış kaynak kullanmaya teşvik edebilmektedir. Firmalar üretkenliklerini artırmak için ürün ve hizmetlerindeki hataları enküçüklemeye ve kalitelerini artırmaya çalışırlar (Bayındır, 2007).

Dış kaynak kullanımı tedarik zincirinin performansını etkileyen stratejik bir operasyon olarak da değerlendirilebilir. Etkili bir tedarik zinciri kontrol sistemi firmaların opereasyonlarını yönetmelerine yardımcı olabilir. Dış kaynak kullanımı varlıkların ve esas

faaliyet maliyetlerinin düşürülmesini ve firmanın stratejik bir esnekliğe sahip olmasını sağlayabilir (Gunasekeran, Irani, Choy, Fillipi ve Papadapoulos, 2015).

Birçok günlük iş için dış kaynak kullanılabilir. Günlük işlerin az bir kısmı çok önemli olmakta, diğerleri ise daha az önemli olmaktadır. Her ne kadar önemsiz de görülse bu işlerin firmanın esas faaliyetine önemli bir katkısı olmaktadır (Banerjee ve Williams, 2009). Dış kaynak kullanımı tedarik zincirinin tekrar yapılandırılması için de önemlidir. Hatta organizasyonel ve teknolojik yetkinliğe sahip firmalar için, karmaşık ve büyük tedarikçilerin bulunduğu faaliyetlere yönelik maliyeti azaltıcı bir dış kaynak kullanımı için fırsat sunar (Levy, 2005). Dış kaynak kullanımı bir tedarik zinciri olarak da düşünülebilir.

Dış kaynak kullanımı küçük, orta ve büyük ölçekli firmalar için rekabet avantajı sunabilmektedir. Dış kaynak kullanan firma ve tedarikçisi arasında ortak risklerin olduğu stratejik bir ilişki oluşmaktadır. Bu durum firma ile tedarikçisini klasik satıcı-müşteri ilişkisinden çıkarmaktadır. Klasik satıcı-müşteri ilişkisi ile dış kaynak kullanımının karşılaştırması Çizelge 3.1’de sunulmuştur (Bradley, 1994).

Çizelge 3.1. Klasik Satıcı-Müşteri İlişkisi-Dış Kaynak Kullanımı

KLASİK SATICI-MÜŞTERİ İLİŞKİSİ	DIŞ KAYNAK KULLANIMI
Standart	Müşteriye özel
Maliyeti düşürme odaklı	Ürün/hizmet kalite ve esneklik kriterlerini göz önüne alarak maliyeti düşürmeye odaklı
1-2 yıllık sözleşme	Uzun süreli sözleşme
Sınırlı alan uzmanlığı gereksinimi	Derinlemesine alan uzmanlığı gereksinimi
Sözleşme hazırlanma süresi kısa	Sözleşme hazırlanma süresi uzun
Firmalar arası bağlar zayıf, kolaylıkla firma değiştirilebilir	Firmalar arası bağlar güçlü; firma değiştirmek güç ve maliyetli

3.1. Dış Kaynak Kullanımının Tarihsel Gelişimi

Literatürdeki dış kaynak kullanımının tarihi incelendiğinde tam bir görüş birliğine varılmadığı görülmektedir. Bununla birlikte dış kaynak kullanımının insanlık tarihi kadar eski olduğu ve yiyeceklerin, aletlerin ve ev gereçlerinin üretim ve satışıyla birlikte başladığı söylenebilir (Özdilek, 2017).

Kaynaklar dış kaynak kullanımının Roma İmparatorluğu döneminde vergi toplama işinde kullanıldığını kanıtlamaktadır (Özdoğan, 2006). Daha öncesinde ise silahlar ve zırhlar için gerekli metal parçaların üretiminde kullanılması örnek verilebilir. Endüstri devrimiyle birlikte üretimin birçok alanına yayılmıştır. Ulusal politika aracı olarak kullanılması ise sokak lambalarının bakım işlerinin, gözaltındaki kişilerin taşıma işlerinin ve yolların bakım işlerinin özel sektöre devredilmesi ile başlar (Bone ve Kurtz, 1996). Daha sonra ABD ve Avusturalya'daki posta hizmetlerinin, Fransa'daki demiryolu bakım hizmetlerinin özel sektöre devri ise önemli örneklerdir (Kakabadse, A. ve Kakabadse N., 2002).

Akademik çevrelerde dış kaynak kullanımı, işletmenin esas faaliyet alanına odaklanması temeline dayanarak 1970'lerde görülmeye başlamıştır (Lonsdale ve Cox, 2000). O dönemde sanayi çevrelerinde pek karşılık bulamayan dış kaynak kullanımı, 1980'lerdeki ekonomik durgunluk ile birlikte yardımcı işlerde dış kaynak kullanmak ve strateji olarak esas faaliyete odaklanmak şeklinde öne çıkmıştır.

Dış kaynak kullanımının günümüzdeki şekliyle tercih edilen bir yönetim stratejisi olması ise 1990'larda ABD'nde yaşanan ekonomik durgunluğa dayanır (Özdilek, 2017). İşletmeler esas faaliyetleri olmayan işleri dış firmalara transfer etmişler ve kendi esas faaliyetlerine odaklanmak ve esas faaliyetlerini modernize etmek suretiyle rekabet güçlerini artırmaya çalışmışlardır (Corbett, 2004).

Dış kaynak kullanımına insan kaynakları, tasarım, finans, reklam, yeme, taşıma, halkla ilişkiler, pazarlama ve Ar-Ge gibi alanlarda da rastlanılmaktadır (Tezel, 1998). Ayrıca esas faaliyetlerinde dış kaynak kullanımına da rastlanabilmektedir. Ford ve Chrysler'in araçlarının yarısından azını üretmelerini ve ABD firması olan Boeing'in B767 modelini Fuji, Kawasaki ve Mitsubishi'den oluşan Japon firmalarının konsorsiyumuna ürettirmesi esas faaliyetler için dış kaynak kullanımına örnek olarak verilebilir (Gilley ve Rasheed, 2000).

3.2. Dış Kaynak Kullanım Nedenleri

Küreselleşme ve teknolojik yeniliklerin etkisiyle, günümüzde şirketler dış kaynak kullanımını artırmaya başlamışlardır. Firmaları dış kaynak kullanmaya iten çok farklı sebep vardır. Bu sebepler firmanın türüne, yapısına, büyüklüğüne ve hedeflerine göre

değişiklik göstermektedir. Bu sebepler içsel nedenler ve dışsal nedenler olmak üzere iki ana başlıkta toplanabilir.

3.2.1. İçsel nedenler

Firmaları dış kaynak kullanımına teşvik eden ve kendi iç dinamiklerinden kaynaklanan sebepleri; maliyetleri azaltma, teknolojik yenilikleri izleme, temel yetenekleri geliştirme, esneklik, küçülme, riski azaltma, süreç yenileme, finansal kaynak sağlama, kapasite fazlası talebin üstesinden gelme, yatırım harcamalarını azaltma, kaliteyi artırma ve başarılı işletmeler arasına girebilme vb. olarak sıralayabiliriz (Yüksel, 2008).

Maliyetleri azaltma isteği, firmaların dış kaynak kullanımı için en önemli sebeplerinden birisidir. İşletmeler, artan rekabet ortamında maliyeti düşürerek büyük bir avantaj sağlamak isterler. Dış kaynak kullanımı için seçilen firmanın konusunda uzman olması işi hızlı, kaliteli ve verimli yapmasına olarak sağlar. Böylece dış kaynak kullanan firma da kaynak tasarrufu yaparak, kaynaklarını daha verimli kullanma imkânı yakalar. Özellikle işletmeler dış kaynak kullanmak yerine kendileri yaptıklarında; personel, ulaşım, yeme, içme, yeni yatırım yapma, teknoloji transfer etme vb. maliyetleri olmaktadır.

Firmaları dış kaynak kullanmaya zorlayan en önemli sebeplerden birisi ise küreselleşen dünyada rekabet edebilmek için teknolojik yenilikleri takip etme zorunluluğudur. Her alanda teknolojik yenilikleri takip etmek ve her alanda sürekli yeni yatırımlar yapmak firmalar açısından maliyetli olabilmektedir. Bu durumda dış kaynak kullanımı ile bu maliyetler, sorumluluklar ve riskler tedarikçi firmaya devredilmektedir. Böylece firmalar dış kaynak kullanarak yüksek teknolojiiden faydalanma imkânına ve yönetsel olarak esnekliğe kavuşabilirler. Ayrıca esas faaliyetlerinde odaklanıp, esas faaliyet alanlarındaki teknolojileri takip edebilirler ve esas faaliyet alanlarındaki yeni teknolojilere daha fazla yatırım yapabilme imkânına kavuşurlar.

Dış kaynak kullanımının diğer önemli bir sebebi ise temel yeteneklere odaklanıp onları geliştirmektir. Temel yeteneklere odaklanıp onları geliştirmek işletmeleri hedeflerine daha çabuk ulaştıracaktır. Firmaların esas faaliyetleri dışındaki konularda kendi alanında uzman tedarikçiler ile desteklenmesi ise firmaların hedeflerine ulaşma sürecini daha da hızlandıracaktır. Her firma sınırlı kaynaklara sahiptir ve bu sınırlı kaynakların tüm

faaliyetlere dağıtılması kaynak israfı, ekstra maliyetler ve istenilen seviyede kaliteye ulaşamamasını beraberinde getirecektir. Bu sebeple firmalar kaynaklarını belli başlı öz yeteneklerini geliştirmeye kanallara edip, öz yetenekleri dışında kalan faaliyetlerde dış kaynak kullanma yoluna gitmektedirler (Karacaoğlu, 2001).

Firmaların dış kaynak kullanma sebeplerinden bir tanesi de kuruluşların esnek bir yapıya sahip olma ihtiyaçlarıdır. Esneklik, gittikçe daha da küreselleşen piyasalarda işletmelerin teknolojik değişimlere ve dış çevredeki koşullara ayak uydurabilmesi için hayati önem taşır. Firmalar uzun dönemler boyunca ayakta kalabilmek için sürekli kâr etmeye ve çevreleriyle sürekli etkileşim halinde olup değişen pazar koşullarına adapte olmaya çalışırlar. Dış kaynak kullanımı, firmaların hedeflerine ulaşmasında stratejik kararlar almasına imkân sağlamakta ve firmalara bu kararlarda farklı alternatifler sunarak piyasaya adaptasyon için gerekli olan esnekliği sunmaktadır.

Firmaların diğer bir dış kaynak kullanma sebebi ise firmaların küçülme ihtiyacıdır. Küçülme; örgüt performansını iyileştirmek maksadıyla, kullanılan kaynakların azaltılması, işletmenin ölçek olarak küçülmesi ve hantal yapıdan kurtarılarak daha esnek bir yapıya bürünmesidir. İşletmelerin küçülme sırasında stratejik öneme sahip olan işleri kendi bünyesinde bırakmak ve önemsiz ve düşük verimli işlerini başkalarına yaptırmak için dış kaynak kullanır. Böylece işletmeler hedeflerine ulaşmak için temel yetenekleri üzerine yoğunlaşırken, esas faaliyet alanlarına girmeyen işlerde ise dış kaynak kullanarak maliyetlerini azaltma yoluna giderler.

İşletmelerin riski azaltma istekleri de işletmeleri dış kaynak kullanımına iter. Piyasalardaki finansal koşullar, rekabet, işletmenin yaptığı yatırımlar, sürekli gelişen teknoloji ve değişen arz-talep dengesi nedeniyle pazarlar dinamik bir haldedir. Sürekli değişen bu ortamda işletmelerin risklerini azaltıp ek maliyetlere katlanmaksızın büyümek için dış kaynak kullanımı bir çözüm sunar. Dış kaynak kullanan işletmeler, risklerini tedarikçi firmalara dağıttıklarından yatırım maliyetleri azalır ve gerektiğinde hızlı büyüme fırsatı yakalarlar.

İşletmeler rekabet koşullarına uyum sağlamak ve müşterilerine daha kaliteli, daha çabuk ve daha kaliteli mal veya hizmet sunabilmek için zaman zaman bünyesindeki tüm iş yapma usul ve süreçlerinin köklü bir şekilde gözden geçirir ve yeniden yapılandırır. Tüm bu yeniden yapılandırma faaliyetlerine süreç yenileme denir. İşletmeler süreç yenileme

aşamasında işleme açısından değeri olmayan işleri elemek, temel olmayan faaliyetlerde ise dış kaynak kullanmak suretiyle verimliliklerini arttırırken maliyet ve risklerini düşürme imkânına kavuşurlar.

İşletmelerin dış kaynak kullanımına yöneldiklerinde işinde uzman ve sürekli rekabet halindeki birçok tedarikçiyle çalışır. İşletmeler bu alanında uzman tedarikçiler ile yapılan işler sonucunda tecrübe, bilgi ve deneyim kazanırlar. Kazanılan bu bilgi, tecrübe ve teknoloji transferi ile sinerji elde edip zayıf yönlerinin eksikliklerini giderebilirler. Elde edilen sinerji, kurumsal etkinliğe de yansiyarak, başarıyı getirir ve firmaları başarılı işletmeler arasına dahil olurlar.

İşletmeleri dış kaynak kullanımına iten diğer bir sebep ise, finansal kaynak sağlama ya da finansal kaynakların daha etkin kullanılmasıdır. Sürekli artan rekabet ortamında işletmelerin sermayeleri ve mali durumları, varlıklarını sürdürebilmeleri açısından büyük öneme sahip olmaktadır (Yüksel, 2008). Bu yüzden işletmeler finansal yapılarını en iyi şekilde yapılandırmak ve finansal kaynaklarını en iyi şekilde kullanmak isterler. İşletmeler hızla büyümeleri gerektiğinde genellikle işletmelerin sermaye birikimleri faaliyetlerini fonlamak için yetersiz kalabilmektedir (Heikkilä ve Cordon, 2002). Bu durumda dış kaynak kullanımı, işletmelerin finansal kaynaklarını esas faaliyetlerine yönlendirmelerine imkân sağlayacaktır. Bu da işletmenin büyümeden dolayı meydana gelecek yatırım ve finansman ihtiyacını da azaltacaktır.

İşletmeler rekabet avantajını kaybetmemek, piyasalardaki talep artışlarına hızlı cevap verebilmek için dış kaynak kullanımını tercih edebilmektedirler. Bu durum genellikle kapasite fazlası talep olduğunda gerçekleşmektedir. Kapasite fazlası talebi karşılamak için yeni bina ve tesis kurulumu, harcanan kaynaklar pazarın daralması durumunda âtıl kalmaktadır. Bu riskler karşısında işletmeler dış kaynak kullanımı ile kapasite fazlası talebi risk almadan karşılayarak pazar paylarını koruma veya artırma şansı yakalarlar.

İşletmelerin yaptıkları faaliyet bir yatırım ve finansman ihtiyacı doğurur. Teknolojinin sürekli geliştiği günümüzde birbirinden çok farklı faaliyetlere yatırım yapmak yerine işletmeler sadece esas faaliyetlerine yatırım yapmayı tercih ederler. Böylece işletmelerin yatırım harcamaları ve yatırım ihtiyaçları azalır. Yatırım yapılmak istenmeyen alanlarda ise dış kaynak kullanımı tercih edilebilir. Böylece uzman tedarikçiler kullanarak hem

işletmenin verimi artar hem de piyasadaki rakip firmalardan daha esnek ve güçlü hale gelebilecektir.

İşletmelerin kaliteye önem vermeleri işletmelerin gelecekleri açısından büyük önem taşır. Kaliteye önem veren işletmeler mal veya hizmet sunarken her aşamada kaliteli olmasına özen göstermelidirler. İşletmeler kendi imkân ve sermayeleriyle gerçekleştiremedikleri kalite artırımını dış kaynak kullanımına yönelmektedirler. Tedarikçi firmaların kendi alanlarında uzman olması ve teknolojiyi sürekli yakından takip etmesi işletmeler açısından önemli bir etkidir (Yüksel, 2008) İşletmeler seçtikleri kendi alanlarında uzman tedarikçi firmalar ile istedikleri kalite seviyesine ulaşabilmektedirler.

3.2.2. Dışsal nedenler

İşletmeleri dış kaynak kullanımına yöneltten dışsal sebepleri; teknolojik değişimler, rekabet ortamının artması ve küreselleşme sonucu işletmelerin yapısal değişim gerekleri olarak üç ana başlıkta toplamak mümkündür.

İşletmeler varlıklarını sürdürebilmek ve hedeflerini gerçekleştirebilmek için sürekli gelişen ve değişen teknolojiyi takip etmek zorundadırlar. Teknolojiyi ise bir sanayi dalı ile ilgili yapım yöntemlerini, kullanılan araç, gereç ve aygıtları kapsayan bilgi ve süreçleri kapsayan bir uygulama bilimi olarak tanımlanabilir (Yüksel, 2008).

Hızla değişen teknolojinin işletmeler üzerinde yarattığı rekabet baskısı işletmeleri yapısal değişimlere zorlamaktadır. Özellikle bilgi teknolojilerinde kaydedilen gelişmeler, bilginin işlenmesi, saklanması ve iletilmesi amacıyla kullanılan teknolojiler birçok alanda devrim niteliğinde değişimlere neden olmaktadır. Bu durumda yeni tehlikeler ve fırsatlar yaratmakta, işletmeler de bu değişen talebi karşılayabilmek için yeni mal veya hizmet üretme yoluna gitmektedirler.

Teknolojinin sürekli gelişmesi sonucu yeni mal veya hizmet üretme ihtiyacı doğan işletmelerde yüksek maliyetlerle oluşturulan teknolojik alt yapı ekonomik ömrünü doldurmadan eski ve atıl duruma gelmektedir (Yüksel, 2008). Teknolojinin değişmesi sonucu oluşan bu durum aynı zamanda tüketici beklentilerinin zamanında karşılanamamasına sebep olmaktadır. İşletmeler bu durumda dış kaynak kullanarak, oluşan

bu riskleri tedarikçiye aktararak, kendi işletmelerini gelişen teknolojiyi izlemek için gerekli olan maliyetlerden kurtarmaktadırlar.

Ayrıca ana faaliyet alanı bilgi işlem teknolojisi olmayan işletmelerin sürekli daha karmaşık bir hal alan teknolojik gelişmeleri etkili bir şekilde takip etmeleri mümkün değildir. Bu durum da işletmeleri dış kaynak kullanmaya teşvik etmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojileri işlem maliyetlerinin gelişen teknoloji ile birlikte sürekli azalması veya daha fazla imkân sunması da dış kaynak kullanımının uygulama potansiyelini ve etkinliğini artırmaktadır.

Özetle, dış kaynak kullanımı işletmelerin gelişen teknolojiyi daha hızlı ve daha az bir maliyetle takip etmelerine imkân sağlamaktadır.

İşletmelerin dış kaynak kullanımını tercih etme sebeplerinden biri de rekabet olarak gösterilmektedir (Yüksel, 2008). İşletmelerin tedarikçilerini etkin kullanmaları ve esas faaliyetlerine odaklanmaları devamlı artan rekabet ortamında önemli bir avantajdır. İşletmeler rakiplerinden daha güçlü olmak için dış çevresindeki fırsatları değerlendirmeli ve tehditlere karşı önlem olarak stratejik ortaklarının yeteneklerinden etkin bir biçimde kullanmalıdırlar.

İşletmelerin dış kaynak kullanım stratejileri maliyetlerini kontrol etmede, kaliteyi artırmada ve ayırt edici yetkinliklerini ortaya çıkarmada önemli bir rol oynayarak işletmelerin rekabet kabiliyetini artırır. Ayrıca iletişim ve bilgi teknolojisindeki gelişmeler, globalleşme, rekabetin artması gibi gelişmeler müşteri memnuniyetini sağlamayı daha da öne çıkarmaktadır (Yüksel, 2008). İşletmelerin müşterilerine daha hızlı bir şekilde ulaşmaları, onların problemlerine çözüm üretebilmeleri, müşterilerine daha kaliteli ve daha iyi hizmet sunmaları işletmelerin temel yeteneklerine odaklanıp, diğer alanlardaki faaliyetlerini tedarikçi firmaya vermeleri ile sağlanabilir. Böylece işletmeler artan rekabet ortamında rakipleriyle daha hızlı savaşabilecekler ve müşterilerine en iyi hizmeti sunabileceklerdir. Bunun yanında tedarikçi seçimini iyi yapan firmalar burada tedarikçi firmanın da üstünlüklerinden yarar sağlamış olacaktır.

Küresel işletmelerin yeteneklerini artırıp verimli olmaları teknolojik yeniliklere bağlıdır. İşletmeleri veya kuruluşları DKK'ya iten nedenlerin arasında işletmelerin yapısal değişim

gerekleri de yer almaktadır (Yüksel, 2008). Bugünün değişimleri önceden bilinemez ve tahmin edilemez nitelikte olduğu için işletmeler ve kuruluşlar değişim baskısında vizyonlarını, misyonlarını, sıkı iş yapma standartlarını ve amaçlarını yeniden değerlendirme gereği duymaktadırlar. Sürekli olmayan taleplere ve dinamik değişimlere adapte olmak için kurumsal yapılarda değişime gidilmekte, eylem ya da bir proje etrafında toplanan, talep karşılandıktan sonra dağılan modüler halindeki örgütlenme kaçınılmaz olmaktadır (Yüksel, 2008). DKK küresel ortamda işletmeler için bir maliyet avantajı sağlamaktadır. Bunun yanında işletmelerin değişimlere adapte olmaları ve esnek bir yapıya kavuşmaları da kaçınılmazdır. İşletmeler küresel ortamda sürdürülebilir rekabet üstünlüğü ve uzun dönemde hayatlarını devam ettirebilmesi gibi işletmenin stratejik amaçlarının gerçekleştirilmesinde DKK önemli bir yere sahiptir. Görülen odur ki, kuruluşlar DKK'yı tercih ettiklerinde, küreselleşen dünyada hem değişimlere daha çabuk ayak uydurmakta, hem de stratejik amaçlarına daha hızlı bir şekilde ulaşmaktadırlar. Böylece işletmeler daha elastik bir yapıya kavuşurken, maliyetleri azalır ve değişen teknolojiyi daha hızlı takip ettikleri için müşterilerin isteklerini daha kısa sürede ve kaliteli bir şekilde gerçekleştirmiş olurlar.

3.3. Dış Kaynak Kullanımının Sınıflandırılması

Literatürde DKK için yapılmış birçok farklı sınıflandırmanın olduğu görülmektedir. Genel olarak DKK alınan hizmete göre basit veya karmaşık olmak üzer ikiye ayrılabilir. Basit DKK'da alınan hizmetler genellikle belirli bir görevi yerine getirmek için kullanılan ikincil işler olarak adlandırılan hizmetlerdir ve ayrıntılı bir sözleşme gerektirmemektedir.

Karmaşık olan DKK ise; ayrıntılı bir araştırma ve inceleme sonunda detaylı bir anlaşma metni gerektirir. Bu çalışma kapsamında literatürdeki DKK sınıflandırmaları kapsam ve kaynak temelli olarak alt bölümlerde sunulmuştur.

3.3.1. Dış kaynak kullanımının kapsamına göre sınıflandırma

Kapsama göre sınıflandırmada DKK; ikincil hizmetler şeklinde DKK, yardımcı şebeke niteliğinde DKK, tedarikçilerle stratejik iş birliği oluşturma şeklinde DKK ve son olarak rakiplerle iş birliği oluşturma şeklinde DKK olmak üzere dörde ayrılmaktadır (Yılmaz, 2013).

İkincil (peripheral) hizmetler şeklinde DKK, işletmede yardımcı hizmetler olarak görülen yemek, temizlik ve güvenlik hizmetleri gibi hizmetler konusunda dış kaynak kullanılması ve bu hizmetlerin dışında kalan tüm işlerin işletme tarafından yapılmasıdır. Bu tip DKK'daki amaç işletmenin sabit maliyetleri azaltıp, işgücü esnekliğini, verimliliğini ve etkinliğini artırmaktır (Gençyılmaz ve Zaim, 2000).

Günümüzde büyük ölçekli işletmeler artık geleneksel yönetim tarzlarını bir kenara bırakmış ve çağdaş yönetim yaklaşımlarını benimsemeye başlamışlardır (Gençyılmaz ve Zaim, 2000). İşletmeler daha esnek ve verimli olabilmek için bürokrasiyi azaltmaya çalışmaktadırlar. Böylece işletmeler günümüzün değişen rekabet koşullarına daha kolay uyum sağlayabilmekte ve işletmelerin merkezcilikten uzaklaşması işletmelere rekabet yararı olarak geri dönmektedir. Bu işletmelere örnek olarak International Business Machines (IBM) şirketi gösterilebilir (Gençyılmaz ve Zaim, 2000). IBM 1980'li yıllarda şirket hiyerarşisi dışında birçok bağımsız birimlere sahipti. Bu birimler son derece hızla değişen ileri teknoloji pazarı karşısında yeterli derecede hareket esnekliğine sahip olacak şekilde ve küçük olarak dizayn edilmişlerdi. Oluşturulan bu yeni yapı IBM bünyesinde daha önce bu boyutlara ulaşmamış olan yaratıcılık ve yenilikçiliğin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Tedarikçilerle stratejik iş birliği oluşturma açısından DKK, iş birliği yapılan firma ile ortaya çıkacak olan problemlerin birlikte üstesinden gelmek, çözüm arayışlarına girmek ve gelişecek olan zararları işletmelerin birlikte paylaşması olarak ifade edilebilir. Böylece işletmeler tedarikçi firma ile bir stratejik iş birliği içerisine girdiği takdirde verimlilikleri artacak ve yenilikçilik üzerine odaklanacaklardır. Burada önemli olan husus işlemenin dış kaynak sağlayan tedarikçi işletme ile amaç bütünlüğünün içerisinde olmasıdır. İşletme ile tedarikçi firma fayda ve zararları birlikte paylaşmakta ve karşılaşılan sorunlara birlikte çözüm yolları bulmaktadırlar (Yılmaz, 2013). Örneğin işletme tedarikçi firmanın personelini eğitip, onlara teknik destek vermektedir. Tedarikçilerle stratejik iş birliği oluşturma şeklinde DKK uygulamaları ile Japon otomotiv sektörü Amerika Birleşik Devletleri otomotiv pazarını ele geçirmiştir (Gençyılmaz ve Zaim, 2000).

İşletmelerin rakipleriyle iş birliği içerisine girmeleri işletmelerin kendi başlarına yapacağı bir yeniliği rakip işletmeyle tedarik anlaşması yaparak oluşturdukları ortaklık üzerinden yapmaları hem kendi yararlarına olacaktır hem de tek başlarına yapabileceklerinden daha

fazla işi bu ortaklıkla yapabileceklerdir. Böylece belirli bir faaliyet ve iş için birlikte çalışmaya karar vermiş işletmeler ortaya çıkabilecek olan zararları da en aza indirmiş olacaklardır. Teknolojinin sürekli değiştiği ve geliştiği artan rekabet ortamında işletmelerin rakipleri ile stratejik iş birliği oluşturması her iki işletmeye de avantaj sağlayabilmektedir. Özellikle hedefi büyümek olan işletmeler global ürün veya hizmet sunumları için bu tip ittifakları tercih etme yoluna gitmektedirler. Bu tip ortaklıklar artan rekabet ortamında büyümek ve rakiplerine karşı bir adım önde olabilmek, piyasayı yönlendirmek amacıyla sürekli kullanılmaktadır. İşletmeler arasında kurulan bu ortaklıklar ile zamanla stratejik ve taktik fırsatlar yakalanmakta çeşitli kültür farklılıklarından dolayı bazı avantajlar sağlanabilmektedir. Stratejik ortaklıkların birçoğu işletmeler arasındaki kültür ve yapı farklılıklarından dolayı başarılı olamamaktadır (Gençyılmaz ve Zaim, 2000). Başarılı bir ittifak gerçekleştirebilmek için altmış en iyi firmanın yöneticileri tarafından hazırlanan dikkat edilmesi gereken hususlar şöyle sıralanabilmektedir (Yılmaz, 2013):

- Karşılıklı güven,
- Müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için ortak ilgi alanlarının tespit edilmesi,
- Farklı ustalık ve yeteneklerinin ortaya konulması,
- Kazançların paylaşılması,
- Başarı ve karlılığın müşteriye bağlı olduğunun anlaşılması.

3.3.2. Yararlanılan dış kaynağın çeşidine göre sınıflandırma

Yararlanılan dış kaynağın türüne göre DKK; Geleneksel DKK, danışmanlık hizmetleri sağlama, bağımsız uzman kişilerden yararlanma ve personel kiralama olarak 4 ana başlıkta toplanabilir.

Dışarıdan alınan hizmeti sağlayan işletmenin, hizmeti alan işletmeye ilişkin bir fonksiyon ya da görevi yerine getirmesini geleneksel dış kaynak kullanımı olarak ifade edilmektedir (Yılmaz, 2013). Bu durumda hizmet veren işletme, gerekli satın alma işlemleri, insan kaynakları ve işletmenin donanımı ile ilgili faktörleri temin etme garantisi sunmaktadır. Bu DKK fonksiyonu olarak yemek ve lojistik hizmetleri, güvenlik, temizlik, teknolojik altyapı

desteği, dekorasyon ve reklam işleri, iş giysileri, soğutma ve aydınlatma sistemleri vb. örnek verilebilir.

Danışmanlık firmaları, işletmelerin problemlerinin belirlenmesi ve çözüm yollarının önerilmesiyle ilgili bağımsız ve objektif hizmet sunmak için özel olarak yetiştirilmiş elemanları bünyesinde bulunduran işletmeler olarak tanımlanmaktadır (Özby, 2004). Danışmanlık hizmeti, ortaya çıkan sorunlara tarafsız çözümler üretilen özel eğitim almış uzman personel tarafından verilmektedir. Bu tip DKK'da, üst yönetim ya da üst yönetimin belirlediği yetkili personel ile danışmanlık hizmeti veren dış kaynak kullanılan firmaların danışman personeli, çalışmaları hep birlikte yürütürler. Böylelikle ortaya çıkan problemleri her iki firmanın da katkısıyla daha hızlı ve daha kolay çözüme kavuşturulması hedeflenir (Güner, 2004). Özet olarak danışmanlık hizmetlerinden yararlanma ortaya çıkan problemlerin bağımsız ve objektif yaklaşım ile kolay bir şekilde çözümlenmesini içermektedir.

İşletmeler uzman kişilerin bilgi ve becerilerine gereksinim duyabilmektedirler. Bu durumda işletmeler danışmanlık hizmetlerinde olduğu gibi bağımsız uzman firmalardan da yararlanmak isteyebilmektedir. Bu tip durumlarda işletmeler ihtiyaç duydukları zamanlarda, destek almak istediği konular için ilgili alanlarda uzmanlaşmış kişilerden hizmet talep edebilmektedirler. Bu uzmanlar araştırmacı olarak bir iş alanında uzmanlaşmış ve uzun seneler boyunca akademik olarak bir konu üzerinde yoğunlaşmış kişiler de olabilmektedirler (Mimaroglu, 2010). Dış kaynak kullanımı uygulamalarında bu uzmanların görüş ve önerilerinden yararlanılıp gelişen ve sürekli değişen teknoloji daha hızlı takip edilip, piyasadaki firmalarla rekabet edilebilir hale gelmek hedeflenmektedir.

Son olarak personel kiralama, yararlanılan dış kaynağın çeşidine göre yapılan sınıflandırmada bir alt başlıktır. Personel kiralınması, personel ihtiyacı olan işletme ile leasing ve taşeronluk firması arasında yapılan bir kiralama akdi ile işletmenin ihtiyacı bulunan sayı ve nitelikte personel işe alınmaktadır. Bu uygulamada leasing olarak çalışanları kiraya veren işletme, personelleri seçip, eğitmekte ve personel ihtiyacı olan işletme veya kuruluşlara bu personelinin kiralamaaktadır. İşe alınan kişiler aslında kiralayan yani leasing firmasının kadrolu elemanlarıdır (Mimaroglu, 2010).

3.4. Dış Kaynak Kullanım Süreci

Dış kaynak kullanımının tam olarak anlaşılması için DKK sürecinin de tam olarak anlaşılması gerekmektedir. DKK ile ilgili literatürde yer alan farklı süreç adımları ve tanımlamalarından faydalanabilmek için işletme öncelikle kendi ihtiyacını tam olarak ortaya koymalıdır. Böylece DKK kararını, fayda-maliyet analizini, DKK stratejesini, potansiyel ve uygun dış kaynakları ve bu dış kaynakların değerlendirmesini sağlıklı bir şekilde gerçekleştirebilir. Bu kapsamda yapılacak değerlendirmeden sonra işletmeler dış kaynak kullanma veya kullanmama yolunda kararlarını verebilirler (Zorlu, 2008).

Literatürde DKK'nın bir süreç olarak ele alınması gerektiği ve başından sonuna kadar en iyi şekilde yönetilmesi gerektiği açıklanmaktadır (Özdilek, 2017). DKK belirli aşamalardan oluşabileceği gibi bu aşamalarla ilgili birçok model de bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında;

- DKK kararının verilmesi
- Tedarikçi seçimi ve görüşme aşaması
- Uygulama ve yönetim süreci
- DKK'nın sona erdirilmesi
- DKK'nın değerlendirmesi

olarak DKK sürecinin aşamaları incelenmiştir.

3.4.1. Dış kaynak kullanım kararının verilmesi

Karar verme aşamasında yönetim DKK için ihtiyacı değerlendirmeli ve ileride DKK ile ilgili karşılaşılabilecek zorluklara hazırlıklı olmalıdır (Yazıcı, 2003). Bu aşamada “kendimiz mi yapalım, başkasına mı yaptıralım” sorusu çok önemli bir yer tutmaktadır (Pelit, 2007).

DKK için karar süreci 4 temel aşamaya bölünebilir (Quelin ve Duhamel, 2003). İlk aşamada işletme piyasada mevcut durumu ve kendi durumlarını gözlemlemeli ve stratejik hedeflerini net olarak ortaya koymalıdır. Bu aşamada işletme temel faaliyetlerini ve temel olmayan faaliyetlerini tanımlamalıdır. İkinci aşamada ise ilk aşamada belirledikleri

hedeflere ulaşmak için mevcut kaynaklarla neler yapabileceklerini ortaya koymaları gerekmektedir. Bu aşamada kendi yeterliliklerini ve mevcut kaynakların yeterlilikleri belirlenen hedefler doğrultusunda irdelenmelidir (Duhamel ve Quelin, 2003; Quinn ve Hilmer, 1995). Üçüncü aşamada tedarikçiler ve rakipler incelenmelidir. Bu aşamada DKK ile sağlanacak faydalar ortaya konmalıdır. Son aşamada ise maliyet analizleri ve performans kriterleri tespit edilerek tedarikçi ile yapılacak olası bir sözleşmenin çerçevesi hazırlanmalıdır.

3.4.2. Tedarikçi seçim ve görüşme aşaması

İşletmenin DKK kararı, uzun dönemde başarısını etkileyeceğinden üzerine önemle durulmalıdır. İşletmenin başarısı için ise DKK stratejisi iyi irdelenmelidir (Yazıcı, 2003). Bu kapsamda DKK stratejisi rekabet açısından bakıldığında rekabet avantajı sağlamalı ve rekabet koşullarına adapte olabilmelidir (Jennings ve Carter, 2002). DKK işletmenin tedarikçiye maliyet, etkinlik ve finansal güç açısından bağlı olması nedeniyle işletmeye avantaj veya dezavantaj sağlayabilir (Lankford ve Parsa, 1999; Çetinkaya, 2005). Bu aşamada öncelikle potansiyel tedarikçi listesi ve teklif hazırlanır (Çetinkaya, 2005). Hazırlanacak teklifte DKK nedenleri, işletmenin vizyonu-misyonu, işletmenin geçmişi, teklif verme prosedürü, inceleme prosedürü, tedarikçiden beklenen lojistik ve kalite seviyesi gibi hususlar açıklanmalıdır (Solak, 2002).

DKK işletme ile tedarikçisi arasında uzun süreli ve yakın bir ilişki sürdürülmesini gerektirir. Bu açıdan potansiyel tedarikçilerin incelenmesi aşamasında uygun tedarikçi profilinin seçilmesi, bilgi akışının yönetilebilirliği, hazırlanan teklifin ve tedarikçinin web sayfalarının incelenmesi önem arz etmektedir (Embleton ve Wright, 1998). Tedarikçi seçiminde en önemli faktörler alınacak hizmet veya ürünün kalitesi, fiyatı, işletmenin kültürünün sürdürülebilirliği, finansal yapısının güçlülüğü, problem çözme kabiliyeti ve karşılıklı güven ilişkisidir (Zorlu, 2008).

3.4.3. Uygulama ve yönetim süreci

Yönetim tarafından dış kaynak kullanımı kararı alındıktan ve uygun tedarikçi seçilip anlaşma imzalandıktan sonra uygulama aşaması gelmektedir. Bu aşamada DKK yönetim sürecine geçilecektir. Burada DKK'dan beklenen faydanın işletme için sağlanması

gerekmektedir. Bu nedenle DKK'nın amaçlarına ulaşabilmesi açısından DKK sürecinin yönetilmesi son derece önemlidir.

Bu aşamaya kadar tüm çalışmalar kâğıt üzerinde yapıldığından DKK'nın etkinliği uygulamaya geçilmesi ile birlikte görülebilecektir. Hazırlık dönemi diyebileceğimiz bundan önceki aşamalar her ne kadar başarı için önemli ise de etkin sonuçlar için yeterli değildir. Bu aşamada iyi hazırlanmış bir sözleşmenin uygulamalara tam olarak yansıtılması DKK etkinliği açısından önemli bir basamaktır.

DKK projelerinde gerek hizmeti alan işletme gerekse hizmeti sunan tedarikçi açısından sözleşme yönetimi büyük önem taşımaktadır. DKK süresince bağlı kalınacak olan sözleşmenin kalitesi satın alma öncesinde yapılmış olan hazırlığın kalitesi ile doğru orantılıdır (Özdilek, 2017).

İşletme ile tedarikçi arasında imzalanan sözleşmede temel çerçeveyi tam çizmek önemli olmakla birlikte esneklik sağlanması yapılan işlerin yönetilmesi açısından daha önemlidir. Böylece sözleşmeye bağlı riskler azaltılabilir, maliyetler, işletme verimliliği ve kalite yönetilebilir. İşletme tarafından, tedarikçinin yaptığı faaliyetler yakından kontrol edilip izlenmesi ile kalite kontrol ve maliyetler ile ilgili beklenmeyen problemlerin önüne geçilmesini sağlanabilir.

Uygulama sürecinde diğer önemli bir nokta ise işletme ile tedarikçi arasındaki iletişimin yönetilmesidir. Böylece işletme ile hizmet sağlayıcı arasındaki ilişkilerin gelişmesi ve sözleşme ile belirtilen performansların ölçülmesi için çok önemlidir. İletişim resmi görüşmeler veya periyodik raporlar ile yapılabilir. Önemli olan husus tarafların sözleşme ile ilgili tüm konuları yönetirken ve karşılaşılan problemlerin üstesinden gelirken iletişime açık olmasıdır. İşletmenin desteğinin yeterli seviyede olması ve tedarikçinin beklenen performansı sağlaması için periyodik gözden geçirmeler yapılarak mevcut problemler çözülmeli ve potansiyel problemler için gerekli tedbirler alınmalıdır. Eğer iletişim sağlıklı bir şekilde kurulmaz ise aksaklıklar yaşanabilmektedir ve bu durum sözleşmenin feshedilmesine kadar gidebilir (Özdilek, 2017).

Uygulama aşamasına geçilmesi ile birlikte tedarik edilen ürün ve hizmetlerin nitelik ve nicelik bakımından periyodik olarak izlenmesi gerekir. Bu izleme sırasında izlenecek

prosedürler olan iş sonuçlarını ve performans standartları yapılan sözleşmenin teknik ayrıntılarda belirtilmiş olmalıdır. Bu izleme ve değerlendirmeyi içeren bir bilgi sistemi DKK faaliyetlerinin ve tedarikçinin değerlendirilmesinde önemli bir araç olacaktır. Bu bilgi sistemi ile periyodik raporlar, iş sonuçları ve ürün/hizmet kabul muayeneleri de düzenli bir şekilde takip edilebilecektir. Böyle bir bilgi sistemi performans kriterlerinin hızlı ve güncel olarak değerlendirilmesini sağlayarak yapılacak ödemeler için esas teşkil ederek sözleşme yönetimini kolaylaştıracaktır. Burada işletmelerin dikkat etmesi gereken nokta tedarik edilen ürün ve hizmetlerin nitelik ve nicelik olarak izlenmesi ve değerlendirilmesi, sadece raporlar ve belgeler üzerinden yürütülecek bir faaliyet değildir. İşletmeler raporlarda ve belgelerde yer alan bilgilerin doğruluğunu sahada kontrol edecek mekanizmaları geliştirmeli ve bu mekanizmaları çalıştırmalıdır (Özdilek, 2017). Burada önemli olan husus bu mekanizmaların varlığının DKK prosedürlerinde ve sözleşmede belirtilmiş olmasıdır.

DKK uygulama aşamasında önemli olan diğer bir husus ise işletmedeki personelin yönetilmesidir. Her değişimde olduğu gibi DKK kararı da çalışanlar üzerinde bir etki yapacaktır. Bu etkinin negatif olmaması için sürecin personele anlatılması, varsa iş ile ilgili kaygılarının giderilmesi gerekmektedir. DKK ile ilgili personelin düşünce ve fikirlerinin toplanması ve değişim sürecine personelin eğitilerek personel üzerindeki belirsizlikler azaltılmalıdır.

Birçok DKK sözleşmesi hizmet alınan tedarikçiye yapılacak rutin ve periyodik ödemeleri içerir. İşletme tarafından tedarikçiye yapılacak ödemelerin hangi şartlarda ne zaman ve ne şekilde yapılacağı tam ve net olarak belirlenmelidir. Uygulama aşamasında ise DKK bütçesi dikkatle takip edilmeli ve bütçeye sadık kalınmalıdır. Eğer planlanandan daha fazla bir maliyet ile karşılaşmaya başlanılır ise daha önceki adımlara dönülerek gerekli inceleme ve düzenlemeler yapılmalıdır.

Hazırlık aşamasında DKK faaliyetleri için izlenecek politikalar, verilen kararlar için kriterler ve performans ölçüleri belirlenmiştir. Bu kaspamda karşılaşılabilecek riskler ortaya konulmalı ve kabul edilebilir risk seviyeleri belirlenmelidir. Her ne kadar uygulama aşamasında daha somut hale gelse de DKK için risk yönetimi DKK kararının alınması ile başlar. İşletmeler DKK sürecini ve tedarikçi ile olan ilişkileri içeren ayrıntılı bir risk yönetim programı oluşturulmalı ve bu programı güncel tutmalıdır. Bu programda riskin

nasıl değerlendirileceği, faaliyetlerin özellikleri ve ölçüm yöntemleri, riskin nasıl gözlemlenip yönetileceği, işletme ve tedarikçinin risk yönetimi ile ilgili sorumlulukları ve risk yönetim prosedürleri belirtilmiş olmalıdır.

3.4.4. Dış kaynak kullanımının sona erdirilmesi

İşletme açısından DKK'nın sona erdirilmesi aşaması en hassas konulardan birisidir. Bu noktada süreç sonlandırılırken mevcut işlerin halen devam etmesi gerekirken, yeni DKK faaliyetleri için bilgi birikimi ve tecrübelerin yansıtılması gerken bir dönemdir.

İşlerme DKK sözleşmesini belirlenen zamandan önce bitirmek isterse belli cezalar ile karşılaşabilir. Sözleşme fesih durumlarının ve ilgili cezaların sözleşmede belirlenmiş olması önemlidir. İşletme DKK'yı sözleşme süresi sonunda normal bir şekilde sonlandırabileceği gibi karşılabilecek farklı durumlarda sözleşmeyi sonlandırmak zorunda kalabileceğini göz önüne almalı ve bu durumlarda izlenecek süreç sözleşmede belirtilmelidir. Sözleşmeyi süresi dolmadan sonlandırmaya neden olabilecek durumlar istenilen sonuçların alınamaması, görevini yerine getirememesi veya yaşanan uyuşmazlıklar olabilir.

DKK'nın sonlandırılması aşamasında iyi bir geçiş sağlamak için tedarikçiden sağlanacak destek detaylı olarak sözleşmede belirlenmelidir. Tedarikçi tarafından üstlenilmiş işe ait her türlü bilgi, prosedürler, tedarikçinin takip ettiği süreçler ve bu süreçler ile ilgili eğitimler başarılı bir geçiş için tedarikçiden sağlanabilecek destek kapsamında değerlendirilebilir.

Bu destek faaliyetlerine karşı tedarikçiler sert ve katı bir tutum sergileyebilirler ya da ayrılan bir müşteri yerine yeni ya da devam eden bir müşteriye odaklanmak isteyebilirler. İşletmeler tedarikçiyi sona erdirmeye desteğine yönlendirmek için teşvik ve cezalar belirleyebilirler. Sona erdirmeye desteği için genellikle kullanılan yöntem ekstra ücret ödemektir (Özdilek, 2017). DKK'yı sona erdirmeye stratejisi olmayan işletmeler zor durumda kalabilirler. Çıkış stratejisinin belirlenmesi için en iyi zaman anlaşma başlamadan önce, ikili görüşmelerin olduğu zamandır (Özdilek, 2017). Anlaşma imzalandıktan sonra işletme pazarlık gücünü kaybedeceğinden işletmeler daha sözleşme imzalanmadan çıkış stratejilerini ayrıntılı olarak belirlemeli ve bunu sözleşmeye yansıtmalıdır.

3.4.5. Dış kaynak kullanımının değerlendirilmesi

Dış kaynak kullanımında pozitif sonuçların alınması ve pozitif sonuçlara odaklanılması önemlidir (Özdilek, 2017). Bu açıdan sonuçlar ölçülebilir, objektif ve başlangıç öncesi kriterlerle karşılaştırılabilir olmalıdır. Genellikle ölçülmesi gereken temel noktalar şunlardır (Özbay, 2004);

- Maliyetler,
- İnsan kaynaklarının üretken alanlara yöneltilmesi,
- Müşteri servislerindeki iyileştirmeler,
- Yüksek teknik tecrübe,
- Düşük yönetim maliyetleri,
- Hizmetlerin tam ve eksiksiz sunumu,
- Yüksek müşteri memnuniyeti,
- Temel faaliyetlerdeki sürekli odaklanma,
- Piyasa şartlarına çabuk adaptasyon,
- Yüksek doğruluk,
- Özel ihtiyaçları gidermedeki esneklik seviyesi.

3.5. Dış Kaynak Kullanımının Faydaları ve Sakıncaları

Çeşitli yönleri ile incelenmeye çalışılan dış kaynak kullanımının faydalı yönleri ve sakıncalarını tartışacağımız bu bölüm, daha çok konu ile ilgili fayda-mahsurlarının ortaya konulmaya çalışıldığı literatür çalışması şeklinde olmuştur.

3.5.1. Dış kaynak kullanımının faydaları

Literatürde dış kaynak kullanımının faydalarına ilişkin çeşitli tanımlamalar bulunmaktadır. Finans dışı faydalarını inceleyen çalışmalar olsa da en çok tartışılan faydalar finansal etkileridir.

İşletmeler DKK ile genellikle maliyet avantajı sağlarlar. İşletmeler böylelikle müşteri taleplerini daha düşük maliyet ve daha düşük risk ile karşılarlar (Hoffman, 1995). İşletmeler pazarda ve talepte yüksek değişkenlik görüldüğünde yüksek maliyet gerektiren yatırımlardan uzak durma eğilimindedirler. Bu durumlarda işletmeler genellikle dış kaynak kullanımını tercih etmektedirler. Böylece işletmeler yüksek maliyetli yatırımlar yerine ihtiyaç duyduklarında ödeme imkânına kavuşmuş olurlar (Mersin, 2003).

Dış kaynak kullanımı ile birlikte işletmelerin üretim birimlerine yatırımlarında ve üretim maliyetlerinde düşüş gözlenebilir (Bettis, Bradley ve Hamel, 1992). Bu durum işletmenin üretim kapasitesini düşürerek, işletmenin sabit maliyetlerini düşürmesini sağlar. Böylece işletmeler kısa vadede finansal durumlarında iyileşme sağlarlar. Sektöre ve uygulanan DKK methoduna göre değişiklik göstermekle birlikte, dış kaynak kullanımı işletmelere %20 ile %40 arasında maliyet avantajı sağlayabilmektedir (Özdilek, 2017).

Örneğin General Motors 90 000 ton malzemeyi dünya çapındaki 1 200 tedarikçisine günlük 3 500 araç ile göndermekte iken Vector SCM ile yaptığı DKK anlaşması ile bunu hizmet olarak almaya karar vermiştir (Çakırlar, 2009). Böylece iş döngüsünü 60 günden 13 güne düşürmeyi başarmıştır. Araştırmacılar dış kaynak kullanımı ile işletmelerin yenilikçilik kazanarak ve maliyetlerini düşürerek rekabet avantajı sağladıklarını tespit etmişlerdir (Dyer ve Singh, 1998).

Dış kaynak kullanımı işletmelere farklı avantajlar sağlamaktadır. Bunlardan birisi de işletmenin kendi bünyesinde üretimlerinde genellikle esnekliğin kaybedilmesi ve sadece bir tip teknolojiye odaklanması olmaktadır (Harrigan, 1985). Ancak dış kaynak kullanan işletmeler ise rahatlıkla tedarikçilerini ve maliyet etkin teknolojik stratejilerini kolaylıkla değiştirebilmektedirler. Ayrıca dış kaynak kullanan işletmeler uzun dönemde kendi bünyesinde üretim yapan işletmelere karşı avantajlar elde etmektedir. İşletmeler tedarikçiler arasındaki rekabetten yararlanarak ürün ve hizmetlerinin kalitesini artırabilmektedir (Kotabe, 1992).

Dış kaynak kullanımının diğer bir avantajı ise riskin işletmeler arasında dağıtılmasıdır. Bu, birden fazla tedarikçi ile çalışılarak, pazarın talebine ve teknolojik değişimlere göre tedarikçiler arasında geçiş yapılarak sağlanabilir.

Dış kaynak kullanımı ile birlikte işletmeler üretim faaliyetlerine yaptıkları yatırımı düşürebilirler. Bu durumda işletmeler hemen hemen aynı kârı daha az yatırımla gerçekleştirebilirler (Domberger, 1998). Ayrıca işletmeler biribiri ile değiştirilebilir farklı tedarikçiler kullanmak süretiyle stratejik karar verme esnekliklerini artırabilirler (Harris, Giunipero ve Hult, 1998). Dış kaynaklı şokların etkileri dış kaynaktan sağlanan ürünlerin hacimlerinin değiştirilmesi ile kolaylıkla azaltılabilir. Bu durumdaki bir ürün eğer işletme bünyesinde üretilirse piyasadaki dalgalanmaların işletmenin maliyetlerine ve tepki sürelerine daha büyük olumsuz etkisi olur (Özdilek, 2017).

3.5.2. Dış kaynak kullanımının sakıncaları

Dış kaynak kullanımının işletmeler üzerinde olumsuz etkileri de olmaktadır. Bunlardan birisi de dış kaynak kullanan işletmelerin zamanla araştırma-geliştirme faaliyetlerinden uzaklaşmalarıdır (Teece, 1987). Bu durum ise işletmelerin yeni teknolojileri ve piyasadaki yeni ürünleri geriden takip etmesine neden olmaktadır (Kotabe, 1992).

Dış kaynak kullanımında rastlanılan diğer bir tehdit ise üretim bilgi birikimin ve zamanla pazar payının kaybedilmesi olabilmektedir (Prahalad ve Hamel, 1990). Ayrıca bazı durumlarda maliyet avantajı uluslararası para transferler ücretleri ve döviz kurları nedeniyle beklenildiği kadar yüksek olmamaktadır (Markides ve Berg, 1988).

Dış kaynak kullanımında karşılaşılan diğer bir problem ise ürün ve hizmetlerin istenilen kalite seviyesini sağlayamaması sonucu pazar payının kaybedilmesidir (Anderson, 2001). Buna sebep olarak tedarikçilerin tüm süreçlerinin takip edilip yönetilemeyecek olması gösterilebilir. Bu durumdaki bir işletmenin karşılaşacağı diğer bir zorluk ise dış kaynak kullandığı alandaki üretim kabiliyetini geri kazanmada yaşayacağı zorluklardır (Dess, Rasheed, McLaughlin ve Priem, 1995).

Dış kaynak kullanan işletmeler tedarikçi ile yaptıkları sözleşmelere dikkat etmelidirler. Sözleşmede tanımlanmamış konuların ekonomik kayıplar doğurabileceği unutulmamalıdır. Ayrıca dış kaynak kullanımı mevcut çalışanların yerlerini etkileyeceği için bu mevcut çalışanların rakip firmalara ya da tedarikçi firmalara kaptırılması ile sonuçlanabilir (Bragg, 2006).

Barthélemy (2003) DKK yapan birçok örneği incelemiş ve yapılan hataları “yedi ölümcül günah” şeklinde özetlemiştir. Bu hatalar;

- Dış kaynak kullanılmaması gereken faaliyetlerde dış kaynak kullanımı,
- Yanlış tedarikçi seçimi,
- Zayıf bir sözleşme yapılması,
- Personel konularının üstünde durulmaması,
- Dış kaynak kullanılan faaliyet üzerinde kontrolünm kaybedilmesi,
- Dış kaynak kullanımında karşılaşılabacak gizli maliyetlerin hesaba katılmaması,
- Çıkış stratejisinin düzgün tespit edilmemesi

şeklinde belirtilmiştir (Barthélemy, 2003).

İşletmeleri özel yapan, taklit edilmesini zorlaştıran ve işletmenin rekabet açısından önemli bir avantaja sahip olmasını sağlayan faaliyetleri vardır. Bu faaliyetlerde dış kaynak kullanımı yapılmamalıdır (Barthélemy, 2003).

DKK açısından doğru tedarikçi seçimi önemlidir ve bu seçim yapılırken tedarikçinin tecrübesi, maliyetleri düşürme yeteneği, finansal gücü ve yeni teknolojik çözümler sunması gibi kriterler dikkate alınır. Tüm bu değerlendirmelere rağmen işletmelerin gözükmeyen özellikleri olabilir ve bu özellikler davranışsaldır ve şartlara göze değişiklik gösterebilmektedir (Barthélemy, 2003).

İşletme ile tedarikçi arasında yapılan zayıf sözleşmeler diğer bir problem alanıdır. Tarafların beklentilerini ve kısa vadeli hedeflerini sözleşmeye yansıtılmaları önemlidir. Sözleşme ile tedarikçiyle ortak işletme kurulduğu ya da tüm sorumluluğun tedarikçiye devredildiği yanılgısına düşülmemelidir (Barthélemy, 2003).

Dış kaynak kullanılmaya başlanan fonksiyonda görev alan çalışanlar kendi yetneklerine değer verilmediği hissine kapılarak verimlilik düşüklüğü yaşayabilirler. Bu durumda işletme çalışanların tedarikçiye transferi dâhil gerekli tedbirleri almalı ve çalışanlarının motivasyonunu yüksek tutmalıdır (Barthélemy, 2003).

Diğer önemli bir risk ise dış kaynak kullanılan faaliyet üzerindeki yönetimin kaybedilmesidir. Eğer performans düşüklüğü tedarikçinin uzmanlık ya da teçhizat eksikliğinden kaynaklanıyorsa bu durum düzeltilebilir. Ancak performans düşüklüğü yönetsel konulardan kaynaklanıyorsa bunu kontrol altına almak daha zor olabilir. Bu durumda tedarikçilerin bağımsız oldukları hissini verecek şekilde tedarikçiler üzerinde tedbirler alması gerekmektedir (Barthélemy, 2003).

Dış kaynak kullanımı kararlarında genellikle maliyet düşürme faktörü etkili olur ancak DKK da beraberinde bir maliyet getirir (Özdilek, 2017). Değişen şartlar altında öngülemeyen maliyetlerle karşılabileceği unutulmamalıdır (Barthélemy, 2003).

Dış kaynak kullanımında tedarikçi ile entegrasyon zor ve uzun olduğu durumlarda uzun vadeli ortaklık daha uygundur. Ancak, entegrasyon sorununun olmadığı ve tedarikçi değişimin büyük problemler yaratmadığı durumlarda tedarikçi değişimi göz önüne alınmalıdır (Barthélemy, 2003). Ayrıca önceki bölümlerde bahsedilen çıkış stratejilerin sözleşmede tespit edilmiş olması ve tarafların buna hazırlıklı olması önemlidir.

3.6. Dış Kaynak Kullanım Teorileri

Dış kaynak kullanım teorileri; işlem maliyeti teorisi (Transaction cost economics), vekâlet teorisi (agency theory), kaynak temelli teori (resource-based theory), ilişkisel teori (relational theory), bilgi temelli bakış (knowledge-based view), temel yetenek teorisi (core competencies theory), sosyal takas teorisi (social exchange theory), neo-classic ekonomi teorisi (neoclassical economic theory), Bilgi ekonomisi (Economy of information), evrimsel ekonomi (evolutionary economics) olmak üzere aşağıda açıklanmıştır.

3.6.1. İşlem maliyeti teorisi (Transaction cost economics)

İşlem Maliyeti Teorisi; işletme bünyesindeki faaliyetler dış kaynak kullanımında uygun olduğunda faydalı araçlar sunmaktadır. İşlem Maliyeti Teorisi ilişki yönetimine ve aşamaların tekrar düzenlenmesinde kullanılabilir (Özdilek, 2017). Öncelikle bu teori yüksek karmaşıklıkta DKK sözleşmelerinin seçimi ve analizi için yaklaşımlar sunar. Bu sebeple birçok araştırmacı bu teoriyi kullanır (Özdilek, 2017). Örneğin Lacity ve Willcocks (1995) bu teoriyi kullanarak bilgi teknolojileri alanında dış kaynak kullanımı

karar süreci için hazırlık aşamasını, tedarikçi seçim aşamasını, uygulama yönetim aşamalarını incelemiştir.

Brandes, Lilliecreutz ve Brege (1997) ise İşlem Maliyeti Teorisi kapsamında dış kaynak kullanımının başarı faktörlerini incelemiştir. Bu çalışmada ulaşılan sonuç tedarikçinin güçlü bir üretim altyapısı kurma kabiliyetine sahip olduğu ve elde edilen sonuçların daha iyi olduğudur.

3.6.2. Vekâlet teorisi (Agency theory)

Vekâlet teorisi, temel olarak hissedarlar ile yöneticiler arasındaki ilişkiyi ele almakla birlikte, iki işletme arasındaki uzun süreli ilişkilere de uygulanabilmektedir (Jensen ve Meckling, 1976). Bu kapsamda işletme ile tedarikçisi arasındaki ilişki de bu teori kapsamında değerlendirilebilmektedir. Vekalet teorisi uygulamaları hazırlık aşamasına odaklanmakla birlikte doğal olarak yönetim aşamasında da uygulanabilmektedir (Perunović ve Pedersen, 2007). Yapılan çalışmalar sınırlı sayıda olmakta birlikte bu teorinin dış kaynak kullanımının değerlendirme aşamasında da kullanıldığı görülmektedir (Özdilek, 2017).

3.6.3. Kaynak temelli teori (Resource-Based theory)

Bu teori ilişki yönetimi ve değerlendirme aşamalarında verilecek kararlarda kullanılmaktadır (Kutsikos ve Mentzas, 2012). Hazırlık aşamasında ise dış kaynak kullanımının başarılı veya başarısız olmasına neden olacak faktörleri tespit etmeye yönelik modellemelerde kullanılmaktadır (Özdilek, 2017).

Bu teorinin temeli farklı işletmelerin farklı kabiliyet ve imkânlarla sahip olmasına ve bu farkların sürekli olması varsayımına dayanmaktadır. Bu yaklaşımla farklı kaynak ve kabiliyetlerin doğru oranda karışımı ile işletmeler önemli bir rekabet avantajı sağlayabilmektedirler (Roy ve Aubert, 2001).

3.6.4. İlişkisel teori (Relational theory)

İlişkisel teori, işletmenin diğer işletmelerle ilişkilerinde rekabet avantajı sağlamasına ve bu rekabet avantajını sürdürmesine dayanır (McIvor, 2005). Bu model geçiş, ilişki yönetimi

ve değerlendirme aşamaları başta olmak üzere tüm aşamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Willcocks ve Choi (1995) ilişkisel teoriyi kullanarak hazırlık ve uygulama aşamalarındaki stratejik ortaklık sağlayan kararları etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Espino-Rodríguez ve Rodríguez Díaz (2008) ise bir firmanın ilişki geliştirme aşamasında tedarikçisi ile ilişki geliştirme kabiliyetini ölçmeye odaklı bir ilişki modeli önermişlerdir.

Yahnhong (2011) ise hazırlık, tedarikçi seçimi ve uygulama aşamalarına müdahale edebilmek için ilişkisel teoriye dayanan bir dış kaynak kullanım modelini açıklamıştır. Bu araştırma dış kaynak kullanımında taraflar arasındaki ilişkilerin kalitesine ve taraflar arasındaki ilişkilerin geliştirilmesinin vurgulanmasına dayanan faydaların sonuçlarını bildirmiştir.

3.6.5. Bilgi temelli bakış (Knowledge-based view)

Bilgi temelli bakış, işletmelerin ürün ve hizmetlerin üretilmesinde ortak akıl ve çabanın nasıl yapıldığını anlamasını sağlamaktadır (Nasiopoulos, Dimitrios, Damianos, Sakas ve Vlachos, 2014). Bilgi temelli bakış, dış kaynak kullanımının bilgi paylaşımlı ilişkisel yönetim sürecine uygulanmaktadır. Böylece dış kaynak kullanım süresi ile ilişkisel yönetim sürecindeki başarı arasındaki pozitif etkileşimi ortaya koymaktadır (Sakas ve Kutsikos, 2014). Bilişim temelli bakış dış kaynak kullanımı sırasında taraflar arasındaki ilişki yönetimi için temel bir model sunmaktadır (Lee, 2001).

3.6.6. Temel yetenek teorisi (Core competencies theory)

Bir işletmedeki farklı teknolojileri, farklı üretim yeteneklerini ve farklı yöntemleri kolektif bilgi birikimi ile birleştirme yeteneği temel yetenekler olarak tanımlanabilir (Prahalad ve Hamel, 1990). Tedarikçinin yeterlilik analizi ise temel yeterlilikler teorisine göre yapılmaktadır. Ayrıca bu teori ilişki yönetiminde de kullanılabilir (Özdilek, 2017).

Tedarikçinin yeterlilik analizi temel yetenek teorisine göre yapılır. Ayrıca bu teori değerlendirme ve ilişki yönetimi için de kullanılır. Temel yetenek teorisine göre işletmenin dış kaynak kullandığı faaliyetlerin organizasyonel yeteneklere olumlu katkısı olup olmadığı incelenir (Pinnington ve Woolcock 1995). Baden-Fuller, Targett ve Hunt (2000) hazırlık aşamasında kullanılacak rekabet gücünü artırmayı amaçlayan temel yetenek

teorisini kullanan bir karar modeli önermişlerdir. Gottschalk ve Solli-Sæther (2005), yaptıkları araştırma sonucunda hazırlık, değerlendirme ve ilişki yönetimi aşamalarına odaklanmanın temel yetenek teorisine göre başarı için gerekli iki ana etmenden biri olduğunu belirtmişlerdir.

3.6.7. Sosyal takas teorisi (Social exchange theory)

Sosyal Takas Teorisi, kişiler arası ilişkilerin ekonomik fayda-maliyet analizinin sosyal katılım veya sosyal değişim için ön şart olarak tanımlanmasına dayanır. Teori kaynak değişiminin (maddi veya sosyal) en temel insan etkileşimi olduğunu varsayar. Sosyal takas karşılıklı ödül-fayda sağlayan hareketler ile ilerleyen bir prosestir (Gottschalk ve Solli-Sæther, 2005). Bu teori işlem maliyeti teorisi ile birlikte değerlendirme aşamasında davranış değişikliğinin incelenmesinde kullanılır.

3.6.8. Neo-Classic ekonomi teorisi (Neoclassical economic theory)

Neo- Classic teori sektörün önde gelen ve dış kaynak kullanan firmalarının dış kaynak kullanımından faydalanma nedenlerini açıklar (Özdilek, 2017). Ancak bu teori temel yetenekleri açıklayamadığı için birçok eleştiri almıştır. Neo- Classic ekonomi teorisi gibi rasyonel ve en büyükleyici davranış hipotezi, kronik bilgi eksikliği gibi birçok temel karaktere sahiptir.

3.6.9. Bilgi ekonomisi (Economy of information)

Yeni ekonomik modellerin bilginin kesin olmadığı ve iki tarafın eşit ya da hiç bilgisi olmadığı gerçeğini açıklamak için ortaya çıktığı kabul edilir. Bu kapsamda geliştirilen ilk teorilerden birisi araştırma teorisidir (Stigler, 1961). Satıcıları ve satış fiyatlarını tespit etmek ekonomik araştırmanın ufak bir örneğidir. Bilgi ekonomisinin diğer önemli bir konsepti ise sinyal konseptidir (Spence, 1973). Dış kaynak kullanımında bilgi ekonomisinin uygulanması ise tedarikçinin araştırılması, tedarikçi seçimi ve sözleşme yapımı alanlarındadır. Bununla birlikte bilgi ekonomisi tam ve net olarak dış kaynak kullanımı araştırmalarında kullanılmamıştır (Perunović ve Pedersen, 2007).

3.6.10. Evrimsel ekonomi (Evolutionary economics)

İlk defa 19. Yüzyılda ortaya çıkmasına rağmen evrimsel ekonomi Nelson ve Winter'in (1982) çalışmalarından sonra gündeme gelmeye başlamıştır. Evrimsel ekonomi teorisi Darwincilikten evrilmiş bazı ekonomik varsayımlara dayanmaktadır (Andersen, 1994). Bu varsayımlardan bazıları şunlardır;

- Temsilcilerin karar verme süreci genellikle kurallara dayanır.
- Normlar ve kurumlar, oyuncular (birey veya işletme) asla tam olarak bilgi sahibi değildir; bu sebeble global eniyileme yerine local eniyileme tercih edilmelidir.
- İmitasyon ve yenilikçilik süreçleri önemlidir. Bu süreçler kümülatif ve seçilen yönetime bağlıdır ve bu süreçler zaman zaman kesintiye uğrayabilir.
- Oyuncular diğer temsilcilerin kurallarını bir dereceye kadar kendilerine adapte edebilme yeteneğine sahiptir. Böylece onlardan öğrenebilir ve yeni kurallar üretebilirler (Andersen, 1994).

3.7. Dış Kaynak Kullanım Alanları

Dış kaynak kullanımı yeni bir olgu değildir. İlk örneklerine 19. Yüzyıl İngiltere'si özel sektör firmalarında rastlanılmaktadır (Özdilek, 2017). Dış kaynak kullanımının bu ilk örneklerinin daha çok metal üretim süreci ile ilgili olduğu görülmektedir. Bunların dışında İngilterede yol yapımı, vergi toplanması, hapishane işletmeleri ve çöplerin toplanması işlerinde dış kaynak kullanıldığı bilinmektedir. Aynı dönemde Fransa'da da demiryolu yapımı, su toplama ve dağıtım işleri için dış kaynak kullanımına rastlanılmaktadır (Öztürk ve Sezgili, 2002).

Dış kaynak kullanımına yönetim faaliyetleri, gayrimenkul, lojistik ve dağıtım, finans, üretim, bilgi teknolojileri, müşteri servisleri ve insan kaynakları gibi birçok farklı alanda rastlanabilmektedir (Öztürk ve Sezgili, 2002).

Konu ile ilgili literatürde birçok farklı çalışma bulunmaktadır. Literatürde yer alan diğer önemli yöntemler ve çalışmalar ise Çizelge 3.2'de sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Bakım Yönetiminde DKK Literatür Taraması

S. No.	Yazar/ Yazarlar	Yıl	Konu	Kullanılan Yöntem
1.	Zaim vd.	2003	Türk televizyon üretim firması için tedarikçi seçimi	Bulanık AHP
2.	Şevkli vd.	2007	BEKO için tedarikçi seçimi	Veri Zarflama Analizi – AHP
3.	Kirytopoulos vd.	2008	İlaç sanayi için tedarikçi seçimi	ANP
4.	Boran vd.	2009	Otomotiv endüstrisi için tedarikçi seçimi	Sezgisel Bulanık TOPSIS
5.	Ho vd.	2010	ÇKKV ile tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi	Literatür Taraması
6.	Yücenur vd.	2011	Global tedarik zinciri için tedarikçi seçimi	Bulanık AHP ve Bulanık ANP
7.	Büyüközkan ve Çifçi	2012	Ford Otosan için yeşil tedarikçi seçimi	Bulanık DEMATEL, Bulanık ANP ve Bulanık TOPSIS
8.	Kılıç	2013	Hava filtresi sektörü için tedarikçi seçimi	Bulanık TOPSIS ve karışık tam sayılı lineer programlama
9.	Sheikhalishahi ve Torabi	2014	Bakım için tedarikçi seçimi	Bulanık hedef programlama
10.	Zanjani ve Nourelfath	2014	Bakım faaliyetleri için dış kaynak kullanımı	Çok-Aşamalı Stokastik Programlama
11.	Murthy vd.	2015	Bakım yönetiminde dış kaynak kullanımı sırasında bilgi yönetimi	İstatistiksel Veri Analizi
12.	Govindan vd.	2015	Yeşil tedarik zinciri için yeşil tedarikçi seçimi	Sezgisel Bulanık DEMATEL
13.	Gupta vd.	2016	Tesis yeri/tedarikçi seçimi	Sezgisel Bulanık VIKOR
14.	Machado vd.	2016	Havacılıkta bakım için dış kaynak kullanımının genel havacılık endüstrisi gereksinimleri ile uyuma düzeyi	Nitel Araştırma Yönetimleri
15.	Ruschel vd.	2017	Bakım faaliyetlerinin dış kaynaktan sağlanan takımlar ile yapılmasına	Literatür Taraması
16.	Guo vd.	2017	Giyim üretimi için yeşil tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi	Sezgisel Bulanık ÇKKV
17.	Ghorabae vd.	2017	Bulanık ortamda ÇKKV ile tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi	Literatür Taraması
18.	Rashidi ve Cullinane	2018	Dış kaynak kullanımı için sürdürülebilir tedarikçi seçimi	Bulanık Veri Zarflama Analizi ve Bulanık TOPSIS
19.	Jain vd.	2018	Otomotiv endüstrisi için tedarikçi seçimi	Sezgisel Bulanık AHP ve TOPSIS
20.	Abdel-Basset vd.	2018	Mısır'da yer alan bir süt ürünleri fabrikası için süt tedarikçisi seçimi	Nötrosofik ANP-TOPSIS
21.	Gupta vd.	2019	Yazılım bakımı için dış kaynak kullanımı	TOPSIS
22.	Perçin	2019	Kimya sanayisi firması dış kaynak kullanımı için tedarikçi seçimi	Bulanık SWARA ve Bulanık AD
23.	Kumar vd.	2019	Otomotiv endüstrisi için optimal tedarikçi seçimi	Sezgisel Bulanık Delphi ve AHP-DAMATEL

Çizelge 3.2. (devam) Bakım Yönetiminde DKK Literatür Taraması

S. No.	Yazar/ Yazarlar	Yıl	Konu	Kullanılan Yöntem
24.	Abdel-Baset, Chang, Gamal ve Smarandache	2019	Mısırda bulunan bir donanım, elektrik aletleri, oyuncak ve beyaz eşya ithalatçısı bir firma için Asya Kaplanları'ndan bir tedarikçi seçimi	Nötrosofik ANP ve VIKOR
25.	Otay ve Kahraman	2019	Otomotiv endüstrisi için tedarikçi seçimi	Nötrosofik ANP
26.	Abdel-Baset, Saleh, Gamal ve Smarandache	2019	Mısır'daki bankaların hizmet performansı değerlendirmesi	Nötrosofik TOPSIS
27.	Abdel-Baset, Chang ve Gamal	2019	Mısır Ulusal Genel Petrol Firması için tedarikçi seçimi	Nötrosofik Güçlü Sıralama
28.	Ulutaş vd.	2019	Türk tekstil firması için yeşil tedarikçi seçimi	Bulanık Entegre Model

Diğer kullanım alanlarına baktığımızda ise; call-center (Gans ve Zhou, 2003, 2007; Aks-in, De Véricourt ve Karaesmen, 2008), işletme süreçleri (Kenion, 2005), üretim (Tsai, Hsu ve Chen, 2007), bilgi teknolojileri (Gopal, Sivaramakrishnan, Krishnan ve Mukhopadhyay, 2003; Kalnins, 2004; King ve Torkzadeh, 2008) ve lojistik alanlarında (Hsiao, Kempvan der Vorst ve Omta, 2010) DKK örneklerini görmekteyiz.

Lojistik alanında dış kaynak kullanımında kalite ve servis talepleri, hızlı gelişen teknoloji, stoksuz sistemler, dağıtım kanalları ile uzun süreli iyi ilişkiler tedarik zinciri oluşturulması önemli noktalardır (Tuna, 2001). Lojistik stratejiler alanında yaşanan değişimler ile işletmeler dış kaynak kullanımına daha çok önem vermeye başlamışlardır (Razzaque ve Sheng, 1998).

Özellikle “tek durak alışveriş” mantığıyla tek bir noktadan gerekli ürün veya hizmeti tam olarak sağlama alışkanlığının artması ile firmalar daha çok tedarik zinciri stratejilerine ve sundukları ürünler/hizmetlere odaklanmayı seçmektedirler (Özdilek, 2017).

Yazılım ve donanım alanında da birçok dış kaynak kullanımına rastlanmaktadır (Özbay, 2004). Sağlık alanında da artan maliyetler ve rekabet nedeniyle dış kaynak kullanımına rastlanmaktadır (Akyürek, 2013). Sağlık hizmetlerinin aciliyetine rağmen dış kaynak kullanımı ile sağlık hizmetlerinin etkinliğinin artırılması önemlidir (Kavuncubaşı, 2000).

3.8. Bakım Yönetiminde Dış Kaynak Kullanımı

Bakım yönetiminde dış kaynak kullanımı literatürü araştırıldığında önerilen modellerin birkaç çalışma ile sınırlı olduğu görülmektedir. Bu modeller kaynakların değerlendirilmesini ve maliyetleri göz önüne alarak bakım faaliyetlerinin dış kaynaktan sağlanan takımlar ile yapılmasına dayanmaktadır (Ruschel, Santos ve Loures, 2017).

Murthy, Karim ve Ahmadi (2015) hazırladıkları çerçeve çalışması ile bakım verilerinin standartlaştırılarak saklanması bakım için dış kaynak kullanımı sırasında önemini ortaya koymuşlar ve veri toplanması için bir model önermişlerdir. Yazarlar birçok durumda sadece maliyetlerin saklandığını ama gerekli diğer verilerin eksikliğinin bakım için optimizasyon modelleri kurulmasını engellediğini belirtmişlerdir.

Zanjani ve Nourelfath (2014) bakım için dış kaynak kullanımında lojistik problemleri dikkate alan ve ekipman bakım sürelerini ile farklı parçalar için farklı taleplerini kullanan bir model sunmuşlardır. Yazarlar sundukları çok-aşamalı stokastik programlama modeli ile maliyetleri düşürmeye çalışmışlardır.

Machado, Araújo, Urbina ve Macau (2016) çalışmalarında Brezilya tamir istasyonlarının verilerini nitel araştırma yönetimleri kullanarak incelemiştir. Yazarlar çalışmalarında, havacılıkta bakım için dış kaynak kullanımının genel havacılık endüstrisi gereksinimleri ile uyuşma düzeyini incelemişlerdir.

Bakım yönetiminde dış kaynak kullanımı için alternatifleri değerlendirip alternatifler arasından en uygun olanı seçmeye yarayan model önerileri literatürde sınırlıdır. Bu kapsamdaki tek çalışmada yazılım bakımı için dış kaynak kullanımı için TOPSIS yöntemini kullanmıştır (Gupta, Mehlawat ve Mahajan, 2016).

Literatürde; DKK stratejisinin tespit edilmesinden ziyade, DKK'da tedarikçi seçim problemleri için ÇKKV modelleri önerilmiştir. Bu modeller arasında DEMATEL, TOPSIS, TODIM, AHP, ANP, DEA, VIKOR vb. modeller yer almaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar ise daha çok bahsedilen yöntemlerin bulanık mantık ile kullanılmasına yönelmiştir (Guo, Liu, Zhang ve Yang, 2017). Yapılan çalışmalar üç farklı şekilde yöntem sunmaktadır. (Abdel-Baset, Chang, Gamal ve Smarandache, 2019). Bunlardan ilki Delphi

ve AHP-DEMATEL (Kumar ve diğerleri, 2019), AHP ve TOPSIS (Jain, Sangaiah, Sakhuja, Thoduka ve Aggarwal, 2018) gibi metotlarının bulanık mantıkla birleştirilerek tedarikçi seçiminde kullanılmasıdır. İkinci tip yöntemler ise tek bir yöntemin ÇKKV problemi için sezgisel (intuitionistic) bulanık mantık kullanmasıdır (Boran, Genç, Kurt ve Akay, 2009; Govindan, Khodaverdi ve Vafadarnikjoo, 2015). Üçüncü tip çalışmalar ise sezgisel bulanık mantık kullanılarak VIKOR yöntemi ile uygun tedarikçilerin yerleri ile birlikte seçimidir (Gupta, Mehlawat ve Grover, 2016).

Bu üç tip araştırmalardaki ortak nokta sezgisel bulanık mantık kullanılmasıdır (Abdel-Baset, Chang, Gamal ve Smarandache, 2019). Bu çalışmalar verilerdeki belirsizliği ve karar vericilerinin öznelliğini modellemek için sezgisel bulanık mantık kullanmışlardır. Bu tezde sunulan model ise kriterlerin ağırlıklarının bulunmasında ANP tekniğinden yararlanırken alternatiflerin değerlendirilmesinde görülen belirsizlikleri ifade etmek için nütrosifik kümeler kullanmaktadır. Nütrosifik kümeler, sezgisel bulanık kümelere kararsızlık (indeterminacy) üyelik fonksiyonu eklenerek Smarandache (1999) tarafından geliştirilmiştir.

Literatürde nütrosifik kümeler kullanılarak yapılan tedarikçi seçimi çalışmaları incelendiğinde ise sadece üç çalışmaya (Abdel-Baset, Chang ve Gamal, 2019; Abdel-Baset, Mohamed ve Smarandache, 2018; Otay ve Kahraman, 2019) rastlanılmaktadır. (Abdel-Baset ve diğerleri, 2018) yaptıkları çalışmada ANP-TOPSIS ile nütrosifik kümeleri kullanarak Mısır'da yer alan bir süt ürünleri fabrikası için süt tedarikçisi seçimi yapmışlardır. Diğer çalışmada ise (Abdel-Baset, Saleh, Gamal ve Smarandache, 2019) Mısırdaki bulunan bir donanım, elektrik aletleri, oyuncak ve beyaz eşya ithalatçısı bir firma için Asya Kaplanlarından bir tedarikçi bulmak için Nütrosifik ANP ve VIKOR yöntemi sunmuşlardır. Son çalışmada ise (Otay ve Kahraman, 2019) otomotiv sektörü için parçalar üreten bir firma üzerinde Nütrosifik ANP yönteminin kullanımını göstermişlerdir. Yazarlar sadece fiyat, kalite, coğrafi konum ve teslimat kriterleri için 3 farklı alternatif tedarikçiyi değerlendirmişlerdir.

Bu üç çalışma da sadece kaliteli ve uygun maliyetli ürün almaya odaklanan bir tedarikçi seçimi yapmıştır. Bu tez kapsamında önerilen model tedarikçi seçiminden daha uzun süreli ve karmaşık olan dış kaynak kullanımında; iç kaynak, dış kaynak ve ikisinin beraber kullanılmasını değerlendirmektedir. Bu özelliğiyle bahsedilen ANP-Nütrosifik Kümeler

yönteminin dış kaynak kullanımında farklı alternatiflerin değerlendirilmesi için önerilen ilk modeldir. Ayrıca bu tez, bakım yönetimi için tedarikçi seçimini ÇKKV problemi olarak ele alan sınırlı literatüre de katkı sağlamaktadır.

4. METODOLOJİ

Bu bölümde öncelikle çalışmada kullanılan yöntemler açıklanmakta ve daha sonra geliştirilen yöntem sunulmaktadır.

4.1. Yararlanılan Yöntemler

Bu çalışmada kriterlerin ağırlıklandırılması için ANP tekniğinden ve karar vericilerle alternatiflerin değerlendirilmesi için ise tekdeğerli nütrosofik kümelerden istifade edilmektedir.

4.1.1. Analitik ağ süreci

Bazı karar verme problemleri hiyerarşik olarak tanımlanabildiği takdirde Saaty (1980) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Proses-AHP) tekniği ile çözülebilmektedir. Saaty'nin önerdiği AHP genellikle alternatifler ve kriterler birbirinden bağımsız olduğunda etkili olan bir yöntemdir (Saaty, 1994). Ancak bazı karar verme problemlerinde alternatif ve kriterler arasında bağımlılık olduğunda yine Saaty tarafından ileri sürülen Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process-ANP) tekniği tercih edilmektedir. ANP metodunun AHP'nin genelleştirilmiş hali olduğu söylenebilir. AHP tek yönlü hiyerarşik bir yapıyı temsil etmede etkili iken, ANP karar ve kriter seviyeleri arasında karmaşık ilişkileri tanımlamaya izin vermektedir (Saaty, 1996).

ANP yaklaşımı, hiyerarşiler yerine ağları tanımlamaya imkân tanır ve bu ağlarda seviyelerdeki ilişkiler daha yüksek veya daha düşük, üst veya alt, direkt veya endirekt olarak kolaylıkla temsil edilemezler. Örneğin, hiyerarşide olduğu gibi kriterlerin önemi, yalnızca alternatiflerin önemini belirlemekle kalmaz, alternatiflerin önemi de kriterlerin önemi üzerinde etkiye sahiptir. Bu nedenle, karar problemlerinde yukarıdan aşağıya doğru hiyerarşik temsili bir yapı karmaşık bir sistem için uygun değildir. Bu noktada karmaşık bir sistemin bir ağ ile temsil edilmesi daha uygun olmaktadır (Saaty ve Vargas, 2006).

Bir kümenin elemanları, diğer herhangi bir kümenin elemanlarının bir kısmını veya tamamını etkileyebilir. Bir ağ; kaynak kümeleri, ara kümeleri ve alt kümeleri içerecek şekilde oluşturulabilir. Bir ağdaki ilişkiler, bağımlılığı gösterecek şekilde ark yönleri ile

temsil edilir. İki küme arasındaki dış bağımlılık iki yönlü ok ile ifade edilir. Bir kümenin elemanları arasındaki bağımlılık ise döngü arklar ile temsil edilir (Sipahi ve Timor, 2010).

ANP tekniği dört ana adımdan oluşmaktadır (Saaty, 2005; Meade ve Presley, 2002):

Birinci Adım: Modelin kurulması ve problemin yapılandırılması. Problem, bir amaç doğrultusunda, ağ yapısında tanımlanır. Bu ağ yapısı, karar vericiler tarafından beyin fırtınası veya başka uygun yöntemler yoluyla kurulur. Birbiriyle ilişkili olduğu düşünülen unsurlar aynı kümeye dâhil edilir.

İkinci Adım: İkili karşılaştırma matrisleri ve öncelik vektörleri. AHP'de yapılan ikili karşılaştırmalara benzer olarak, her kümedeki karar öğeleri kontrol kriterlerine göre önem dereceleri açısından karşılaştırılır. Ayrıca, kümelerin kendileri de amaca katkıları bakımından ikili olarak karşılaştırılır. Karar vericilerin, üst düzey kriterlere katkısı bakımından değerlendirilmek üzere iki eleman veya iki kümenin ikili karşılaştırmalar dizisine cevap vermeleri istenir. İlaveten, bir kümenin elemanları arasındaki karşılıklı bağımlılıklar da ikili olarak incelenmelidir; her elemanın diğer elemanlar üzerindeki etkisi bir özvektör ile temsil edilmektedir. Görelî önem değerleri Çizelge 4.1'de sunulan Saaty'nin 1-9'lu ölçeği ile belirlenmektedir. Bu ölçekte skor değeri 1, iki eleman arasındaki eşit önemi; skor değeri 9 ise bir elemanın diğerine göre çok daha önemli olduğu anlamına gelmektedir. İkili karşılaştırma matrisinde $a_{ij} = 1/a_{ji}$ olmalıdır.

Çizelge 4.1. İkili Karşılaştırma Ölçeği

Önem Derecesi	Tanımı	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	Her iki faaliyet, amaca aynı veya eşit katkıda bulunur.
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre biraz daha fazla tercih edilir.
5	Güçlü derecede önemli	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre çok daha fazla tercih edilir.
7	Çok güçlü derecede önemli	Bir faaliyet diğerine göre çok güçlü şekilde tercih edilir.
9	Son derece önemli	Bir faaliyet diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2, 4, 6, 8	Yukarıdaki değerler arasındaki ara değerler	Bir değerlendirmeyi yapmakta sözler yetersiz kalıyorsa, sayısal değerlerin ortasındaki bir değer verilir.

Yerel öncelik vektörü, aşağıdaki denklemin çözülmesiyle karşılaştırılan elemanlarla (veya kümelerle) ilişkili göreceli öneminin bir tahmini olarak türetilir:

$$A \times w = \lambda_{max} \times w \quad (4.1)$$

burada A ikili karşılaştırma matrisi, w özvektör ve λ_{max} özvektörü tahmin etmek için Saaty'nin önerdiği birkaç algoritmanın en büyük özvektörüdür.

Üçüncü Adım: Süpermatris oluşturma. Süpermatris kavramı Markov zincirlerine benzer bir yapıdır. Birbirine bağımlı etkileri olan bir sistemde global öncelikleri elde etmek için yerel öncelik vektörü bir matrisin uygun sütunlarına girilir. Sonuç olarak, bir süpermatris aslında bölümlenmiş bir matristir ve her bir matris bölümü bir sistemdeki iki küme arasındaki ilişkiyi temsil eder.

Dördüncü Adım: Limit süpermatrisin bulunması ve en iyi alternatifin seçimi. Limit süpermatrisin bulunması maksadıyla, süpermatrisin büyük dereceden kuvveti alınır. Kuvvet alma işlemine matrisin satırları durağanlaşmaya kadar devam edilir. Limit süpermatris ile alternatiflerin ve faktörlerin öncelikleri belirlenmiş olur. Limit süpermatriste en yüksek önceliğe sahip olan alternatif, en iyi alternatif olarak seçilir.

4.1.2. Nötrosofik kümeler

Smarandache (1999) tarafından geliştirilen nötrosofik kümeler, sezgisel bulanık kümelere kararsızlık (indeterminacy) üyelik fonksiyonu eklenerek ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda nötrosofik kümeler, klasik kümelerin, Zadeh (1965) tarafından ortaya atılan bulanık kümelerin, Turksen (1986) tarafından ileri sürülen aralık değerli bulanık kümelerin, Atanassov (1986) tarafından sunulan sezgisel bulanık kümelerin, Atanassov (1986) tarafından geliştirilen aralık değerli sezgisel bulanık kümelerin genelleştirilmiş güçlü bir halidir. Nötrosofik kümeler bulanık kümelerden farklı olarak kararsızlık (indeterminacy) kavramını önmekte ve bu kavram diğer yaklaşımlardan daha fazla bilgiyi ifade etmektedir. Bir nötrosofik küme üç parametreden oluşmaktadır. Bunlar; gerçek (T), kararsızlık (I) ve yanlışlık (F). Aslında gerçek ve yanlışlık, sezgisel bulanık kümelerdeki üyelik (μ) ve üye olmamaya (ν) karşılık gelmektedir. Kararsızlık, karar vericilerin tarafsız (nötr) düşünceleri belirten bir yargı için değerlendirme yaptıkları anlamına gelir.

Her bir önerme T altkümesinde gerçeğin bir yüzdesi, I altkümesinde kararsızlığın bir yüzdesi ve F altkümesinde yanlışlığın yüzdesi olarak tahmin edilir veya oranlanır. Burada $T, I, F [0, 1]$ aralığında gerçek sayıların altkümeleridir. Genellikle nütrosifik kümeler $\langle T, I, F \rangle$ olarak gösterilmektedir. $x(t, i, f)$ gibi bir eleman nütrosifik kümeye aitse kümede t gerçek, i kararsızlık ve f yanlışlık olmak üzere t, i ve f nin T, I ve F kümelerinden alınan gerçek sayılar olduğu ifade edilir ve T, I ve F için ve toplamı $m = t + i + f$ için herhangi bir kısıtlama yoktur. Bilimsel bakış açısına göre, nütrosifik küme ve küme-teorik operatörlerinin gerçek hayat uygulamalarında belirgin bir açıklama olmadan uygulanması oldukça zordur. Bu nedenle, Ye (2014a) basitleştirilmiş nütrosifik kümeleri (Simplified Neutrosophic Sets, SNS) nütrosifik kümelerin bir uzantısı ve genişlemesi olarak önermektedir. SNS'nin bazı kavram ve tanımları Ye (2014a) tarafından aşağıdaki gibi literatüre dahil edilmektedir:

Tanım 1: Diyelim ki X bir noktalar uzayı ve x ise X 'de tanımlı bir eleman olsun. X 'de A nütrosifik kümesi $T_{A(x)}$ gerçek üyelik fonksiyonu, $I_{A(x)}$ kararsızlık üyelik fonksiyonu ve $F_{A(x)}$ yanlışlık üyelik fonksiyonu ile karakterize edilir. $T_{A(x)}, I_{A(x)}$ ve $F_{A(x)}$ fonksiyonları $]0^-, 1^+[$ gerçek standart veya standart olmayan altkümelerdir. Başka bir deyişle;

$$T_{A(x)}: X \rightarrow]0^-, 1^+[$$

$$I_{A(x)}: X \rightarrow]0^-, 1^+[$$

$$F_{A(x)}: X \rightarrow]0^-, 1^+[$$

$T_{A(x)}, I_{A(x)}$ ve $F_{A(x)}$ toplamı ile ilgili bir kısıt yoktur, yani;

$$0^- \leq \sup T_{A(x)} + \sup I_{A(x)} + \sup F_{A(x)} \leq 3^+.$$

Tanım 2: A bir nütrosifik küme olmak üzere A 'nın tümleyeni A^c ile gösterilir ve X 'de her x için;

$$T_{A^c}(x) == \{1^+\} \ominus T_{A(x)}, I_{A^c}(x) == \{1^+\} \ominus I_{A(x)} \text{ ve } F_{A^c}(x) == \{1^+\} \ominus F_{A(x)}$$

olarak tanımlanır.

Tanım 3: A bir nôtrosifik küme olmak üzere A diğer bir nôtrosifik küme olan B tarafından kapsanabilir $A \subseteq B$ şeklinde gösterilir; eğer sadece ve sadece X’de her x için;

$$\inf T_{A(x)} \leq \inf T_{B(x)}, \sup T_{A(x)} \leq \sup T_{B(x)}$$

$$\inf I_{A(x)} \geq \inf I_{B(x)}, \sup I_{A(x)} \geq \sup I_{B(x)}$$

$$\inf F_{A(x)} \geq \inf F_{B(x)}, \sup F_{A(x)} \geq \sup F_{B(x)}$$

geçerli ise kapsama söz konusudur.

Tanım 4: A ve B gibi iki nôtrosifik kümenin birleşimi C gibi bir nôtrosifik küme ortaya çıkarır; $C = A \cup B$ şeklinde yazılır, ona ait gerçek-üyelik fonksiyonu, kararsızlık-üyelik fonksiyonu ve yanlışlık-üyelik fonksiyonu X’de her x için A ve B’nin aşağıdaki işlemleri ile ilgilidir:

$$T_{C(x)} = T_{A(x)} \oplus T_{B(x)} \ominus T_{A(x)} \otimes T_{B(x)},$$

$$I_{C(x)} = I_{A(x)} \oplus I_{B(x)} \ominus I_{A(x)} \otimes I_{B(x)},$$

$$F_{C(x)} = F_{A(x)} \oplus F_{B(x)} \ominus F_{A(x)} \otimes F_{B(x)}$$

Tanım 5: A ve B gibi iki nôtrosifik kümenin kesişimi C gibi bir nôtrosifik küme ortaya çıkarır; $C = A \cap B$ şeklinde yazılır, ona ait gerçek-üyelik fonksiyonu, kararsızlık-üyelik fonksiyonu ve yanlışlık-üyelik fonksiyonu X’de her x için A ve B’nin aşağıdaki işlemleri ile ilgilidir:

$$T_{C(x)} = T_{A(x)} \otimes T_{B(x)},$$

$$I_{C(x)} = I_{A(x)} \otimes I_{B(x)},$$

$$F_{C(x)} = F_{A(x)} \otimes F_{B(x)},$$

Smarandache (1999) ntrosofik kümelerin olası uygulamaları için çok çeşitli gerçek hayat örneklerinden bahsetmektedir. Standart olmayan aralığın  altkümesinin birleşiminden oluşan ntrosofik kümeler $]0^-, 1^+[$, yani;

$$T_{A(x)} \subseteq]0^-, 1^+[, I_{A(x)} \subseteq]0^-, 1^+[\text{ ve } F_{A(x)} \subseteq]0^-, 1^+[$$

Ancak ntrosofik kümeleri pratik problemlere uygulamak oldukça zordur. Bundan dolayı, standart olmayan aralık ntrosofik kümeler, standart aralık SNS'lere indirgenir. SNS'lerde ntrosofik kümelerin işlemleri korunur ve aynen geçerlidir. Dolayısıyla SNS'lerin ntrosofik kümelerin bir alt sınıfı olduğu söylenebilir.

Tanım 6: Diyelim ki X bir noktalar uzayı ve x ise X 'de tanımlı bir eleman olsun. X 'de A ntrosofik kümesi $T_{A(x)}$ gerçek üyelik fonksiyonu, $I_{A(x)}$ kararsızlık üyelik fonksiyonu ve $F_{A(x)}$ yanlışlık üyelik fonksiyonu ile karakterize edilir. Eğer $T_{A(x)}$, $I_{A(x)}$ ve $F_{A(x)}$ gerçek standart $[0,1]$ aralığında tek altaralık/altküme yani, $T_{A(x)}: X \rightarrow [0,1]$, $I_{A(x)}: X \rightarrow [0,1]$ ve $F_{A(x)}: X \rightarrow [0,1]$ ise o zaman A ntrosofik kümesinin basitleştirilmesi şöyle tanımlanır:

$$A = \{ \langle x, T_{A(x)}, I_{A(x)}, F_{A(x)} \rangle \mid x \in X \} \quad (4.2)$$

Çalışmada SNS'nin $T_{A(x)}$, $I_{A(x)}$ ve $F_{A(x)}$ değerleri için gerçek standart $[0,1]$ birim aralığındaki tekil noktalar kullanılmaktadır. Dolayısıyla $T_{A(x)} \in [0,1]$, $I_{A(x)} \in [0,1]$ ve $F_{A(x)} \in [0,1]$ değerlerinin toplamı

$$0 \leq T_{A(x)} + I_{A(x)} + F_{A(x)} \leq 3 \quad (4.3)$$

şartını sağlar. Ntrosofik kümeleri basitleştirmek adına $A = \{ \langle x, T_{A(x)}, I_{A(x)}, F_{A(x)} \rangle \mid x \in X \}$ yerine $A = \langle T_{A(x)}, I_{A(x)}, F_{A(x)} \rangle$ SNS olarak kabul edilebilir. Bu kabul ile aşağıdaki tanımlar yapılabilir.

Tanım 7: X 'de her x için eğer sadece ve sadece $T_{A(x)} \leq T_{B(x)}$, $I_{A(x)} \geq I_{B(x)}$ ve $F_{A(x)} \geq F_{B(x)}$ ise bir basitleştirilmiş ntrosofik A kümesi diğer bir basitleştirilmiş ntrosofik B kmesince kapsanabilir.

Tanım 8: Diyelim ki A ve B iki basitleştirilmiş nütrosifik küme olsun. A ve B için yararlanabilecek işlemler aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$A + B = \langle T_{A(x)} + T_{B(x)} - T_{A(x)} \cdot T_{B(x)}, I_{A(x)} + I_{B(x)} - I_{A(x)} \cdot I_{B(x)}, F_{A(x)} + F_{B(x)} - F_{A(x)} \cdot F_{B(x)} \rangle \quad (4.4)$$

$$A \cdot B = \langle T_{A(x)} \cdot T_{B(x)}, I_{A(x)} \cdot I_{B(x)}, F_{A(x)} \cdot F_{B(x)} \rangle \quad (4.5)$$

$$\lambda A = \langle 1 - (1 - T_{A(x)})^\lambda, 1 - (1 - I_{A(x)})^\lambda, 1 - (1 - F_{A(x)})^\lambda \rangle, \lambda > 0 \quad (4.6)$$

$$A^\lambda = \langle T_A^\lambda(x), I_A^\lambda(x), F_A^\lambda(x) \rangle \quad (4.7)$$

Yukarıda verilen işlemler temel alınarak Ye (2014b) basitleştirilmiş nütrosifik kümeler için ağırlıklı aritmetik toplulaştırma operatörü (weighted arithmetic aggregation operator) ve ağırlıklı geometrik ortalama operatörünü (weighted geometric aggregation operator) geliştirmiştir.

Tanım 9: Diyelim ki A_j ($j=1,2,\dots,n$) bir basitleştirilmiş nütrosifik küme olsun. Basitleştirilmiş nütrosifik ağırlıklı aritmetik toplulaştırma operatörü (SNWA) Eş.4.8'deki gibi tanımlanır:

$$F_w(A_1, A_2, \dots, A_n) = \sum_{j=1}^n w_j A_j \quad (4.8)$$

burada A_j ($j=1,2,\dots,n$) ağırlık vektörü $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ $w_j \in [0,1]$ ve $\sum_{j=1}^n w_j = 1$. Bilhassa farz edelim ki $W = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)$ olsun. O zaman F_w SNS için bir aritmetik ortalama operatörü olarak adlandırılır.

Eş.4.8'den hareketle F_w SNS için bir aritmetik ortalama operatörü aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$F_w(A_1, A_2, \dots, A_n) = \langle 1 - \prod_{j=1}^n (1 - T_{A_j}(x))^{w_j}, 1 - \prod_{j=1}^n (1 - I_{A_j}(x))^{w_j}, 1 - \prod_{j=1}^n (1 - F_{A_j}(x))^{w_j} \rangle \quad (4.9)$$

Tanım 10: Diyelim ki A_j ($j=1,2,\dots,n$) bir basitleştirilmiş nütrosofik küme olsun. Basitleştirilmiş nütrosofik ağırlıklı geometrik ortalama operatörü (simplified neutrosophic weighted geometric average operator) Eş.4.10'daki gibi tanımlanır:

$$G_w(A_1, A_2, \dots, A_n) = \prod_{j=1}^n A_j^{w_j} \quad (4.10)$$

burada A_j ($j=1,2,\dots,n$) ağırlık vektörü $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ $w_j \in [0,1]$ ve $\sum_{j=1}^n w_j = 1$. Bilhassa farz edelim ki $W = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)$ olsun. O zaman G_w SNS için bir geometrik ortalama operatörü olarak adlandırılır.

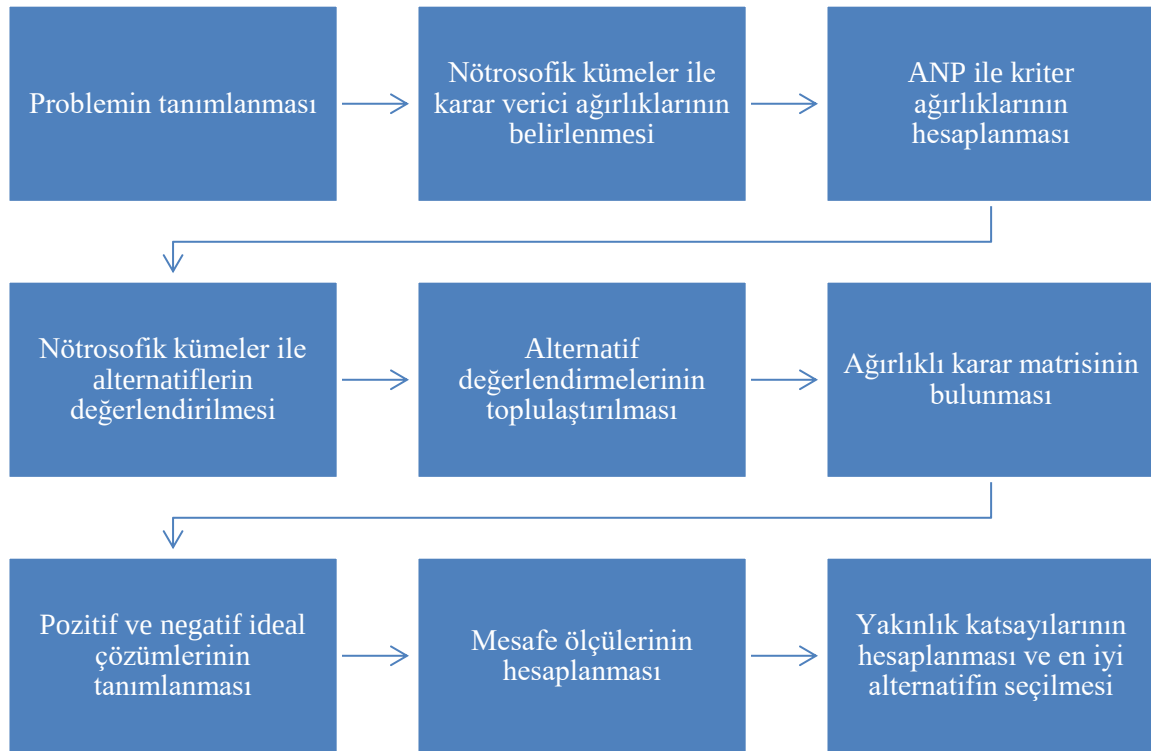
Eş.4.10'dan hareketle G_w SNS için bir geometrik ortalama operatörü aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$G_w(A_1, A_2, \dots, A_n) = \langle \prod_{j=1}^n T_{A_j}^{w_j}(x), \prod_{j=1}^n I_{A_j}^{w_j}(x), \prod_{j=1}^n F_{A_j}^{w_j}(x) \rangle \quad (4.11)$$

Toplulaştırma sonuçları F_w ve G_w için halen basitleştirilmiş nütrosofik kümedir. Açık görülüyor ki, Eş.7 ve Eş.11 arasında farklı odak noktaları vardır. Ağırlıklı aritmetik ortalama operatörü grubun ana noktalarına odaklanırken, ağırlıklı geometrik ortalama operatörü ise kişisel ana noktalara odaklanır.

4.2. Önerilen Yöntem

Çalışmada ele alınan ÇKKV problemi için belirsizlik tabanlı bir karar verme prosedürü önerilmektedir. Literatür taraması sonucunda elde edilen bilgiler ışığında en iyi bilgimize göre kriterlerin ağırlıklandırılması için ANP, alternatiflerin değerlendirilmesi amacıyla ise nütrosofik kümeleri esas alan ve TOPSIS yaklaşımından esinlenmiş bir metodoloji geliştirilmektedir. Önerilen karar verme süreci Şekil 4.1'de sunulmaktadır.



Şekil 4.1. Çok Kriterli Karar Verme Süreci

4.2.1. Problemin tanımlanması

Çalışma kapsamında bakım yönetiminde dış kaynak kullanımı strateji seçimi için ÇKKV modeli ele alınmaktadır. Problemin kaynağını bakım yönetimi teşkil etmektedir. Bakıma esas sistemler ise yüksek maliyetli ve karmaşık yapıya sahiptirler. Bu sebeple, maliyet gibi önemli faktörler yanında dış kaynak kullanımının sağladığı en önemli avantajlardan biri olan temel yeteneğe yoğunlaşma gibi faktörler de ön plana çıkmaktadır. Karar verme problemlerinin doğası gereği karar vericiler, kriterler ve alternatifler ana unsurlardır. Karar vericilerin bilgi seviyesi, bilgi eksikliği; kriterlerin bazılarının nicel olarak ifade edilirken bazılarının nitel olması ve öznellik göstermesi sebebiyle karar verme belirsizlik içeren bir süreçtir.

Bu çalışmada alternatifler belirlenirken iç kaynak ve imkanlar yanında dış kaynakların sunduğu olanaklar ve hem iç kaynakların hem de dış kaynakların birlikte ele alındığı seçenekler dikkate alınmaktadır.

Bakım yönetimi, sistem ömür devri anlayışı gereği sistemlerin her zaman kullanıma hazır halde bulundurulması (availability) açısından çok büyük bir öneme sahiptir. Kurumlar

temel yeteneklerine odaklanabilmek maksadıyla çoğu zaman dış kaynak kullanımını tercih etmektedir. Ancak DKK'nın avantajları yanında dezavantajları da mevcuttur. Bu sebeple özellikle kamuda sistemlerin kullanılabilirliğinin sağlanması ve bunun sürekliliğinin temini alternatif çözümleri değerlendirirken muhakkak dikkate alınmalıdır.

Karar vermenin belirsizlik içermesi nedeniyle ÇKKV problemleri birçok belirsizlik teorisiyle ifade edilmektedir. Bunlardan en çok bilinenleri; bulanık küme teorisi, sezgisel bulanık küme teorisi, gri teoridir. Son birkaç yıldır belirsizliği tanımlamak için Smarandache (1999) tarafından geliştirilen nütrosifik kümeleri kullanan ÇKKV yöntemleri yazında görülmektedir. Nütrosifik kümelerin diğerlerine göre bilhassa gerçek (truth), belirsizlik (indeterminacy) ve yanlışlık (falsity) ile ifade edilmesi bir avantaj sağlamaktadır. Her ne kadar karar vericiler açısından nütrosifik sayıları kullanmak zor görünse de bu sayılar yerine bu sayılara karşılık gelen dilsel ifadeleri kullanmak çok daha basittir.

4.2.2. Nütrosifik kümeler ile karar verici ağırlıklarının belirlenmesi

Birden fazla karar vericinin olduğu ortamlarda her bir karar vericinin ÇKKV sürecindeki ağırlığının eşit olması beklenemez. Karar verici ağırlıklarının belirlenmesi için nütrosifik sayılarla ifade edilen dilsel terimlerden yararlanılmaktadır.

4.2.3. ANP ile kriter ağırlıklarının hesaplanması

Çalışmada ele alınan problemin doğası gereği iç ve dış kaynak kullanımına yönelik alternatiflerin değerlendirilmesi maksadıyla literatür taraması, uzman görüşleri ve yurtiçi, yurtdışı akademisyenlerden alınan görüşler doğrultusunda belirlenen kriterler ağırlıkları ANP kullanılarak tespit edilmiştir. Ana ve alt kriterlerin aralarındaki ağlar (ilişkiler) yine uzman görüşleri alınarak kurulmuştur.

4.2.4. Nütrosifik kümeler ile alternatiflerin değerlendirilmesi

Karar vericiler dilsel terimleri kullanarak alternatifleri değerlendirirler. Daha sonra bu dilsel terimlere karşılık gelen nütrosifik sayılar yazılarak D karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$D = \langle d_{ij} \rangle = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \dots \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots d_{mn} \end{pmatrix}$$

burada d_{ij} bir nütrosifik sayı $\langle T_{ij}, I_{ij}, F_{ij} \rangle$.

4.2.5. Alternatif değerlendirmelerinin toplulaştırılması

Diyelim ki $D^k = (d_{ij}^k)_{m \times n}$ k'ıncı karar vericinin tekdeğerli nütrosifik karar matrisi ve $\alpha_k \in [0,1]$ olmak üzere $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p)^T$ karar verici ağırlığını göstersin. Tüm bireysel değerlendirmelerin, toplu bir nütrosifik karar matrisi oluşturmak için grup görüşünü oluşturmak için toplulaştırılması (aggregation) gerekir. Bu toplulaştırılmış matris, Ye (2014a) tarafından sunulan tekdeğerli nütrosifik ağırlıklı ortalama toplulaştırma operatörü (SVNWA) kullanılarak elde edilebilir. SVNWA operatörü aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$D = (d_{ij})_{m \times n}$$

$$d_{ij} = SVNWA_{\alpha}(d_{ij}^1, d_{ij}^2, \dots, d_{ij}^p) = \alpha_1 d_{ij}^1 \oplus \alpha_2 d_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \alpha_p d_{ij}^p$$

$$= \langle 1 - \prod_{k=1}^p (1 - T_{ij}^p)^{\alpha_k}, \prod_{k=1}^p (I_{ij}^p)^{\alpha_k}, \prod_{k=1}^p (F_{ij}^p)^{\alpha_k} \rangle \quad (4.12)$$

Buna göre toplulaştırılmış nütrosifik karar matrisi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$D = \langle d_{ij} \rangle_{m \times n} = \langle T_{ij}, I_{ij}, F_{ij} \rangle_{m \times n}$$

$$= \begin{pmatrix} \langle T_{11}, I_{11}, F_{11} \rangle & \langle T_{12}, I_{12}, F_{12} \rangle \dots & \langle T_{1n}, I_{1n}, F_{1n} \rangle \\ \langle T_{21}, I_{21}, F_{21} \rangle & \langle T_{22}, I_{22}, F_{22} \rangle \dots & \langle T_{2n}, I_{2n}, F_{2n} \rangle \\ \dots & \dots & \dots \\ \langle T_{m1}, I_{m1}, F_{m1} \rangle & \langle T_{m2}, I_{m2}, F_{m2} \rangle \dots & \langle T_{mn}, I_{mn}, F_{mn} \rangle \end{pmatrix}$$

burada $d_{ij} = \langle T_{ij}, I_{ij}, F_{ij} \rangle_{i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n}$ olmak üzere D nütrosifik karar matrisinin toplulaştırılmış bir elemanıdır.

4.2.6. Ağırlıklı karar matrisinin bulunması

Kriter ağırlıkları ve toplulaştırılmış nütrosofik karar matrisi bulunduktan sonra sıra ağırlıklı karar matrisinin elde edilmesine gelmektedir. Ağırlıklı karar matrisinin oluşturulması için toplulaştırılmış nütrosofik karar matrisi, kriter ağırlıkları ile sabit bir sayı ile çarpılır gibi çarpılmaktadır.

$$D \otimes W = D^w = \langle d_{ij}^w \rangle_{m \times n} = \langle T_{ij}^w, I_{ij}^w, F_{ij}^w \rangle_{m \times n}$$

$$= \begin{pmatrix} \langle T_{11}^w, I_{11}^w, F_{11}^w \rangle & \langle T_{12}^w, I_{12}^w, F_{12}^w \rangle \cdots & \langle T_{1n}^w, I_{1n}^w, F_{1n}^w \rangle \\ \langle T_{21}^w, I_{21}^w, F_{21}^w \rangle & \langle T_{22}^w, I_{22}^w, F_{22}^w \rangle \cdots & \langle T_{2n}^w, I_{2n}^w, F_{2n}^w \rangle \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \langle T_{m1}^w, I_{m1}^w, F_{m1}^w \rangle & \langle T_{m2}^w, I_{m2}^w, F_{m2}^w \rangle \cdots & \langle T_{mn}^w, I_{mn}^w, F_{mn}^w \rangle \end{pmatrix}$$

burada $d_{ij}^w, i=1,2,\dots, m, j=1,2,\dots, n$ olmak üzere ağırlıklı karar matrisi D^w 'nin bir elemanıdır ve halen nütrosofik sayıdır.

4.2.7. Pozitif ve negatif ideal çözümlerinin tanımlanması

Bu aşamada görelî pozitif ideal çözüm ve görelî negatif ideal çözüm belirlenmektedir. Diyelim ki $D_N = \langle d_{ij}^w \rangle_{m \times n} = \langle T_{ij}, I_{ij}, F_{ij} \rangle_{m \times n}$ tekdeğerli nütrosofik küme (SVNS) temelli bir karar matrisi olsun. Burada T_{ij} , I_{ij} , ve F_{ij} değerleri x_i alternatifine göre c_j kriteri için üyelik derecesi, kararsızlık derecesi ve üye olmama derecesi anlamına gelmektedir.

Genellikle ÇKKV problemlerinde kriterler ençoklamaya çalışılan fayda nitelikli ve enazlamaya çalışılan maliyet tipli olmak üzere iki çeşide ayrılmaktadır.

Tanım 13: Diyelim ki J_1 fayda nitelikli ve J_2 maliyet nitelikli kriterleri ifade etsin. Buna göre Q_N^+ görelî nütrosofik pozitif ideal çözüm (RNPIS) ve Q_N^- görelî nütrosofik negatif ideal çözüm (RNNIS) olmak üzere Q_N^+ aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$Q_N^+ = [d_1^{w+}, d_2^{w+}, \dots, d_n^{w+}] \quad (4.13)$$

burada $d_j^{w+} = \langle T_j^{w+}, I_j^{w+}, F_j^{w+} \rangle_{j=1,2,\dots,n}$.

$$T_j^{w+} = \left\{ \left(\max_i \{T_{ij}^{wj} | j \in J_1\} \right), \left(\min_i \{T_{ij}^{wj} | j \in J_2\} \right) \right\} \quad (4.14)$$

$$I_j^{w+} = \left\{ \left(\min_i \{I_{ij}^{wj} | j \in J_1\} \right), \left(\max_i \{I_{ij}^{wj} | j \in J_2\} \right) \right\} \quad (4.15)$$

$$F_j^{w+} = \left\{ \left(\min_i \{F_{ij}^{wj} | j \in J_1\} \right), \left(\max_i \{F_{ij}^{wj} | j \in J_2\} \right) \right\} \quad (4.16)$$

Benzer şekilde Q_N^- görelî nôtrosifik negatif ideal çözüm (RNNIS) aşğıdaki gibi elde edilebilir:

$$Q_N^- = [d_1^{w-}, d_2^{w-}, \dots, d_n^{w-}] \quad (4.17)$$

burada $d_j^{w-} = \langle T_j^{w-}, I_j^{w-}, F_j^{w-} \rangle_{j=1,2,\dots,n}$.

$$T_j^{w-} = \left\{ \left(\min_i \{T_{ij}^{wj} | j \in J_1\} \right), \left(\max_i \{T_{ij}^{wj} | j \in J_2\} \right) \right\} \quad (4.18)$$

$$I_j^{w-} = \left\{ \left(\max_i \{I_{ij}^{wj} | j \in J_1\} \right), \left(\min_i \{I_{ij}^{wj} | j \in J_2\} \right) \right\} \quad (4.19)$$

$$F_j^{w-} = \left\{ \left(\max_i \{F_{ij}^{wj} | j \in J_1\} \right), \left(\min_i \{F_{ij}^{wj} | j \in J_2\} \right) \right\} \quad (4.20)$$

4.2.8. Mesafe ölçülerinin hesaplanması

Mesafe ölçülerinin hesaplanması amacıyla Biswas, Pramanik ve Giri (2016) tarafından literatüre sunulan normalize edilmiş Euclidean mesafe ölçümü denkleminde faydalanılmaktadır. Her bir alternatif için görelî nôtrosifik pozitif ideal çözüm (relative neutrosophic positive ideal solution, RNPIS) ve görelî nôtrosifik negatif ideal çözüm (relative neutrosophic negative ideal solution, RNNIS) formülü Eş.4.21 ve Eş.4.22’de sırasıyla gösterilmektedir:

$$d_i^+ = \sqrt{\frac{1}{3n} \sum_{j=1}^n \left\{ \left(T_{ij}^{wj}(x_j) - T_j^{w+}(x_j) \right)^2 + \left(I_{ij}^{wj}(x_j) - I_j^{w+}(x_j) \right)^2 + \left(F_{ij}^{wj}(x_j) - F_j^{w+}(x_j) \right)^2 \right\}} \quad (4.21)$$

$$d_i^- = \sqrt{\frac{1}{3n} \sum_{j=1}^n \left\{ \left(T_{ij}^{wj}(x_j) - T_j^{w-}(x_j) \right)^2 + \left(I_{ij}^{wj}(x_j) - I_j^{w-}(x_j) \right)^2 + \left(F_{ij}^{wj}(x_j) - F_j^{w-}(x_j) \right)^2 \right\}}$$

(4.22)

4.2.9. Yakınlık katsayılarının hesaplanması ve en iyi alternatifin seçilmesi

Her bir alternatif için nütrosifik pozitif ideal çözüme göre görelî yakınlık katsayısının hesaplanması amacıyla Eş.4.23 kullanılmaktadır:

$$cc_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad i=1,2,\dots,m \quad (4.23)$$

burada $0 \leq cc_i^* \leq 1$. Yakınlık katsayıları bulunduğundan sonra alternatifler yakınlık katsayılarına göre büyükten küçüğe doğru sıralanır. En büyük yakınlık katsayısına sahip olan en iyi alternatif olarak seçilir.

5. UYGULAMA

5.1. Problemin Tanımlanması

Çalışmanın uygulama bölümünde kamuda farklı amaçlar için kullanılan ve doğası gereği yüksek maliyetli bir bakıma sahip olan hava araçları arasında daha kompleks bir yapıya sahip olan helikopter bakımı ele alınmaktadır. Helikopterler diğer hava araçlarından farklı olarak hareket kabiliyeti sebebiyle ileri geri yukarı aşağı sağa sola hareket edebilen başka bir deyişle tüm yönlere hareket yeteneği olan ve hatta bazı türlerinin 360 derece dönebildiği bir araçtır. Dolayısıyla helikopter bakımlarının sürekli ve büyük bir hassasiyetle yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde helikopterler kaza kırıma uğrayabilir ve hem helikopter personelinin hayatını kaybetmesi hem de büyük bir maddi kayıp oluşabilir.

Kamuda helikopter bakımları üzerine yaşanan bir diğer sorun envanterde bulunan helikopter türlerinin ve menşelerinin normalden fazla çeşitlilik göstermesidir. Bu çeşitlilik bakım ve onarımı zorlaştırmaktadır. Örneğin; helikopter çeşitliliği yedek parça çeşitliliği anlamına gelir ve yedek parça temini önemli bir problem sahası haline gelmektedir. Genel olarak yedek parça temini yurt içi ve yurtdışından karşılanmaktadır. Bu teminde yurtiçinin payı en fazla %5'tir. Dolayısıyla hem yedek parça temin süreleri fazla olmakta hem de maliyet yüksek olmaktadır. Helikopter bakım ve onarımında karşılaşılan diğer bir sorun ise teknolojinin sürekli gelişmesi ve bunun helikopterlere yansımasıdır. Gelişen teknoloji beraberinde bakım ve onarımı güçleştirmektedir. Bakım personelinin sürekli olarak bu yenilikleri takip etmesi ve yeniliklere adapte olması oldukça meşakkatli ve maliyetlidir. En basitinden bakım personelinin eğitim masrafları bile önemli bir maliyet kalemini oluşturmaktadır.

Bu maksatla, çalışmada belli bir cins helikopter bakımlarının en etkin ve verimli bir şekilde bakım yapılması ele alınmaktadır.

5.1.1. Mevcut durum

Kısacası, mevcut durumda helikopter bakım ve onarımı her geçen yıl birçok sebepten dolayı zorlaşmaktadır. Bu sebeple, kamunun çeşitli birimleri bu faaliyetlerin sürdürülebilirliği açısından iç kaynakların yetersiz kalmasından endişe etmektedir. Bakım faaliyetlerinin tam ve eksiksiz yerine getirilirken maliyetin de minimize edilmesi istenmektedir. Özel sektörden farklı olarak kamu helikopter bakım yönetiminde maliyetten ziyade helikopterlerin kullanılabilirliğine (availability) odaklanmaktadır. Çünkü kamunun bu noktadaki en önemli hedefi, helikopterlerin ihtiyaç duyulduğunda göreve hazır bulunmasının sağlanmasıdır.

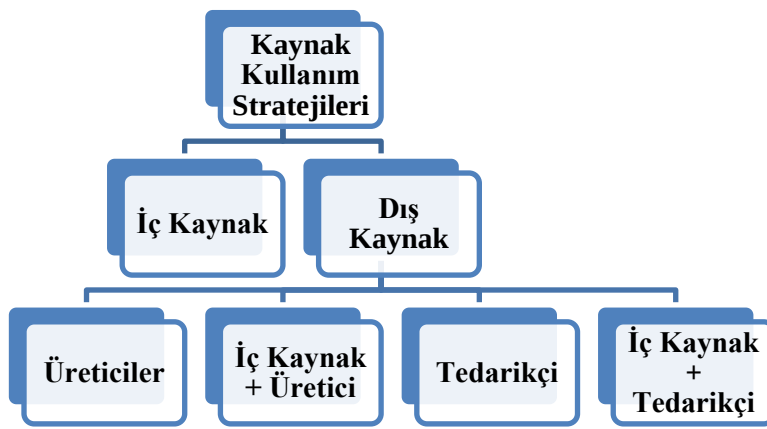
Problemin çözümü için kamunun üç birimi karar verici olarak, beş alternatif ise çözüme esas olarak belirlenmiştir. Kriterler dört ana başlık altında hiyerarşik bir yapıda tanımlanarak değerlendirmeye dahil edilmiştir.

5.1.2. Karar vericiler

Helikopter bakım yönetimi üzerinde sorumluluk ve yetki sahibi olan üç birim vardır. Bu çalışmada, karar vericiler bahse konu iç birimi oluşturan kişilerin oluşturduğu gruplardır. Yani karar vericiler değerlendirmelerini grup kararı olarak belirlemektedir. Birinci karar verici grup, idari birimdir ve organizasyonun en fazla yetkisine sahip yöneticilerinden oluşmaktadır. Birinci grup, stratejik seviyede yönetimi sağlarken genellikle diğer grupların görüşünü alarak nihai kararı veren birimdir. İkinci grup, bakım ve onarım faaliyetlerini takip eden yedek parça, malzeme ihtiyaçlarını belirleyen ve alınmasını talepte bulunan taktik seviyede etkili bir birimdir. Bakım birimleri ile idari birim arasında aracı ve koordine makamıdır. Üçüncü birim ise bizzat bakımların yapıldığı, bakım yönetimi eğitimlerinin verildiği, problemi operatif düzeyde yaşayan birimdir. Bu grupta eğiticiler ve bakım personeli bulunmaktadır. Her üç birim de karar mekanizmasında etkili ve sorumlu olan kişilerden meydana gelmektedir. Karar vericiler, kendilerine sunulan dilsel ifadeleri kullanarak hem alternatifleri hem de kriterleri uzlaşık grup kararı olarak değerlendirmektedir. Dolayısıyla, çalışmada değerlendirme yapan tüm karar vericiler alanlarında yetkin, tecrübeli olduğu kadar problemin çözümünde sorumlu ve yetki sahibidirler. Çalışmanın odağındaki problemin çözümü için gelecekte verilecek bir kararda bu kişiler önemli bir role sahip olacaklardır.

5.1.3. Alternatifler

Kamuda helikopter bakım ve onarımı için beş alternatif kaynak kullanım stratejisinden bahsedilebilir. Aslında alternatiflerin tümü tamamen olmasa da kısmen mevcut durumda uygulanmaktadır. Belirlenen alternatif kaynak kullanım stratejileri iç kaynak kullanımı ve dış kaynak kullanımı olarak ayrılırken, dış kaynak kullanımı kapsamında ise dört yaklaşım dikkate alınmaktadır. Bunlar; üretici, iç kaynak + üretici, tedarikçi, iç kaynak + tedarikçidir. Alternatiflerin yapısı Şekil 5.1’de görülmektedir.



Şekil 5.1. Bakım Yönetimi İçin Alternatifler

5.1.4. Kriterler

Bakım faktörleri çatısı altında dört ana faktör (ekonomik faktörler, stratejik ve yönetsel faktörler, servis kalite faktörleri ve risk faktörleri) birinci seviyeyi oluşturmaktadır. Ekonomik faktörlerin altında genel maliyet, personel maliyeti, işletme maliyeti ve yönetim maliyeti yer almaktadır. Burada genel maliyet, diğer üç tip maliyet ile yakından ilişkilidir. Stratejik ve yönetsel faktörlerin altında temel yeteneğe yoğunlaşma, yönetim işyükü, esneklik, teknolojik gelişmelere erişim bulunmaktadır. Burada esneklik ve teknolojik gelişmelere erişim arasında bir bağlantı mevcuttur. Ayrıca yönetim işyükü ile yönetim maliyeti arasında da bir bağlantı bulunmaktadır. Servis kalite faktörleri altında fiziksel varlıklar, güvenilirlik, heveslilik, güvence ve empati yer almaktadır. Risk faktörleri altında ise üreticilere/tedarikçilere bağımlılık ve kurumsal yetkinlik kaybı bulunmaktadır. Burada her ne kadar hukuksal zeminde uluslar arası anlaşmalarla bağlanmış sözleşmeler olsa da ülkeler arasında meydana gelecek olumsuzluklar sonrası siyasi baskı ve yaptırımlar gözardı edilmemelidir. Bu anlamda üreticilere/tedarikçilere bağımlılık konusunda

değerlendirilmesi gereken bir faktör olarak “politik riskler” de değerlendirilmiştir. Kurumsal yetkinlik kaybı ise kurumsal bilgi birikimi kaybı ve uzman personel kaybindan oluşmaktadır. Çizelge 5.1.’de temel ve alt kriterler yer almaktadır.

Çizelge 5.1. Temel ve Alt Kriterler

TEMEL KRİTERLER	(KOD)	ALT KRİTERLER
EKONOMİK FAKTÖRLER (E)	(E1)	GENEL MALİYET
	(E2)	PERSONEL MALİYETİ
	(E3)	İŞLETME MALİYETİ
	(E4)	YÖNETİM MALİYETİ
STRATEJİK VE YÖNETİMSEL FAKTÖRLER (S)	(S1)	TEMEL YETENEĞE YOĞUNLAŞMA
	(S2)	YÖNETİM İŞYÜKÜ
	(S3)	ESNEKLİK
	(S4)	TEKNOLOJİK GELİŞMELERE ERİŞİM
SERVIS KALİTE FAKTÖRLERİ (K)	(K1)	FİZİKSEL VARLIKLAR
	(K2)	GÜVENİLİRLİK
	(K3)	HEVESLİLİK
	(K4)	GÜVENCE
	(K5)	EMPATİ
RİSK FAKTÖRLERİ (R)	(R1)	ÜRETİCİLERE / TEDARİKÇİLERE BAĞIMLILIK
	(R2)	KURUMSAL BİLGİ BİRİKİMİ KAYBI
	(R3)	UZMAN PERSONEL KAYBI

Servis kalite faktörleri kriterleri, hizmet kalitesini ölçmekte kullanılan bir yol olan “Servqual Modeli” Parasuraman, Zeithaml ve Berry (1988) tarafından geliştirilmiştir.

Servis kalite faktörleri ile ilgili kriterlerin açıklamalarına aşağıda yer verilmiştir.

Esneklik; Talep edilen hizmette, teknolojiye ve şirket politikasında meydana gelebilecek değişikliklere uyum sağlayabilme yeteneği.

Fiziksel Varlıklar: Fiziksel tesisler, hizmeti sunmak için kullanılan araç ve donanım ile birlikte, personelin fiziki görünümünü içerir.

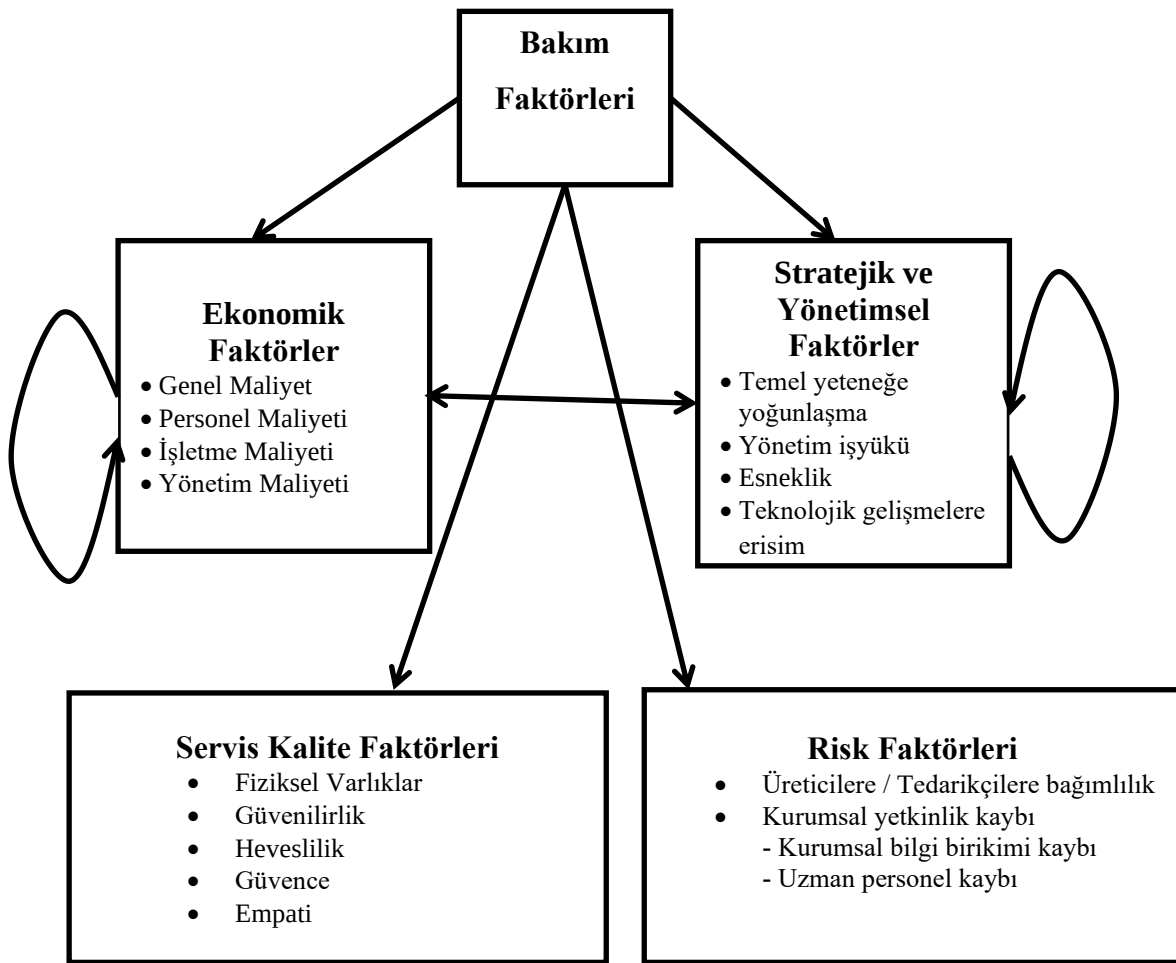
Güvenilirlik: Taahhüt edilen hizmetin ilk defada doğru yapılması ve verilen sözün tutulması anlamına gelir. Taahhüt edilen hizmetin kusursuz, güvenilir biçimde yerine getirme becerisi ve bunun sürekliliğini içerir.

Heveslilik: Hizmetin sağlanmasında çalışanların istekli oluşu, müşterilere karşı hevesli ve yardımsever olma, hizmeti zamanında ve çabuk yerine getirme ile ilgilidir.

Güvence: Şüphe, risk ve tehlikeden uzak olma anlamına gelir. Çalışanların bilgili, nazik olması ve müşterilerde güven duygusu uyandırma becerileri anlaşılır.

Empati: Müşterinin ihtiyaçlarını anlamada çaba sarf etmeyi içerir. Müşterinin özellikli ihtiyaçlarını öğrenmeyi, firmanın müşterilere kişisel ilgi göstermesi ve duyarlılığı içerir.

Şekil 5.2’de ana ve alt kriterler arasındaki ilişkiler sunulmuştur. Kriterler arası ilişkilere ait Super Decisions 2.10.0 programına ait ekran görüntüsü EK-1’de yer almaktadır.



Şekil 5-2. Ana ve Alt Kriterlerin Aralarındaki İlişkiler

5.2. Nötrosifik Kümeler ile Karar Verici Ağırlıklarının Belirlenmesi

Diyeelim ki karar verici sayısı p olsun. Açıktır ki her bir karar vericinin ÇKKV sürecindeki ağırlığının eşit olduğu söylenemez. Karar verici ağırlıklarının belirlenmesi için nötrosifik sayılarla ifade edilen dilsel terimlerden yararlanılmaktadır. Farz edelim ki k 'ncı karar

vericinin önem göstergesi $E_k = \langle T_k, I_k, F_k \rangle$ ile tanımlanan bir nütrosifik sayı olsun. O zaman k 'inci karar vericinin ağırlığı Eş.5.1'deki gibi yazılabilir:

$$\alpha_k = \frac{1 - \sqrt{\{(1 - T_k(x))^2 + (I_k(x))^2 + (F_k(x))^2\}/3}}{\sum_{k=1}^p (1 - \sqrt{\{(1 - T_k(x))^2 + (I_k(x))^2 + (F_k(x))^2\}/3})} \quad (5.1)$$

$$\alpha_k, k=1,2,\dots,p \text{ ve } \sum_{k=1}^p \alpha_k = 1$$

Karar verici grupların önem dereceleri sistem analisti tarafından uzman görüşleri alınarak ve Çizelge 5.2.'deki dilsel terimler kullanılarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 5.2. Karar Vericilerin Değerlendirilmesi İçin Dilsel Terimler

Dilsel terim	Nütrosifik sayı
Çok Önemli	$\langle 0,9; 0,1; 0,1 \rangle$
Önemli	$\langle 0,8; 0,2; 0,15 \rangle$
Orta	$\langle 0,5; 0,4; 0,45 \rangle$
Önemsiz	$\langle 0,35; 0,6; 0,7 \rangle$
Çok önemsiz	$\langle 0,1; 0,8; 0,9 \rangle$

Analistin karar verici grup için belirlediği dilsel ifadeler Çizelge 5.3'te sunulmaktadır.

Çizelge 5.3. Karar Verici Grupların Önem Dereceleri

	Karar Verici Grup-1	Karar Verici Grup-2	Karar Verici Grup-3
Dilsel ifade	Çok Önemli	Önemli	Orta
Nütrosifik sayı	$\langle 0,9; 0,1; 0,1 \rangle$	$\langle 0,8; 0,2; 0,15 \rangle$	$\langle 0,5; 0,4; 0,45 \rangle$

Karar verici ağırlıklarını hesaplamak maksadıyla Eş.16 kullanılmaktadır. Örnek olarak Karar Verici Grup-1'in ağırlığı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\alpha_1 = \left(1 - \sqrt{\{(1 - 0,9)^2 + (0,1)^2 + (0,1)^2\}/3} \right) / \left(\left(1 - \sqrt{\{(1 - 0,9)^2 + (0,1)^2 + (0,1)^2\}/3} \right) + \left(1 - \sqrt{\{(1 - 0,8)^2 + (0,2)^2 + (0,15)^2\}/3} \right) + \left(1 - \sqrt{\{(1 - 0,5)^2 + (0,4)^2 + (0,45)^2\}/3} \right) \right) = 0,398$$

Tüm karar verici grupların ağırlıkları hesaplandığında;

$\alpha_1=0,398$ $\alpha_2=0,360$ $\alpha_3=0,242$ elde edilmektedir.

5.3. ANP ile Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Kriter ağırlıklarının hesaplanması maksadıyla karar verici gruplardan Çizelge 4.1’de sunulan dilsel ifadeleri kullanarak değerlendirme yapmaları istenmiştir.

Çizelge 5.4. Kriter Ağırlıkları

BAKIM FAKTÖRLERİ	Ağırlık	Alt Ağırlık	Global Ağırlıklar
EKONOMİK FAKTÖRLER	0,45989		
GENEL MALİYET	0,53802		0,24743
PERSONEL MALİYETİ	0,14119	0,61441	0,06493
İŞLETME MALİYETİ	0,25940	0,26837	0,11930
YÖNETİM MALİYETİ	0,06139	0,11722	0,02823
STRATEJİK VE YÖNETİMSEL FAKTÖRLER	0,20912		
TEMEL YETENEĞE YOĞUNLAŞMA	0,57704		0,12067
YÖNETİM İŞYÜKÜ	0,06615		0,01383
ESNEKLİK	0,15591		0,03260
TEKNOLOJİK GELİŞMELERE ERİŞİM	0,20089		0,04201
SERVİS KALİTE FAKTÖRLERİ	0,24449		
FİZİKSEL VARLIKLAR	0,47137		0,11525
GÜVENİLİRLİK	0,23133		0,05656
HEVESLİLİK	0,07265		0,01776
GÜVENCE	0,14870		0,03636
EMPATİ	0,07595		0,01857
RİSK FAKTÖRLERİ	0,08650		
ÜRETİCİLERE/TEDARİKÇİLERE BAĞIMLILIK	0,38655		0,03344
KURUMSAL YETKİNLİK KAYBI	0,61345		
KURUMSAL BİLGİ BİRİKİMİ KAYBI		0,55752	0,02958
UZMAN PERSONEL KAYBI		0,44248	0,02348

İkilli kıyaslamalara ait örnek matrisler EK-2’de yer almaktadır. Dilsel ifadelere karşılık gelen nicel değerlerin geometrik ortalamaları hesaplanmıştır. Daha sonra veriler Super

Çizelge 5.8. Karar Verici Grup-3'ün Alternatifleri Değerlendirmesi

	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5	c_6	c_7	c_8	c_9	c_{10}	c_{11}	c_{12}	c_{13}	c_{14}	c_{15}	c_{16}
x_1	İ	Çİ	Çİ	İ	OK	İ	O	K	Oİ	OK	K	O	O	OK	K	K
x_2	O	Oİ	Oİ	O	İ	O	O	Oİ	Oİ	O	Oİ	İ	İ	Çİ	Çİ	Çİ
x_3	O	OK	OK	K	İ	İ	İ	Çİ	İ	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ	İ	O	K
x_4	Oİ	Oİ	İ	İ	Oİ	Oİ	O	İ	O	Oİ	O	Oİ	Oİ	Çİ	İ	OK
x_5	O	OK	O	K	Oİ	Çİ	Çİ	İ	İ	Çİ	İ	İ	İ	Oİ	OK	K

5.5. Alternatif Değerlendirmelerinin Toplulaştırılması

Karar verici grupların alternatifleri değerlendirmesinden sonra nihai grup kararını oluşturabilmek amacıyla dilsel terimlere karşılık gelen nütrosifik sayıların toplulaştırılması (aggregation) gerekmektedir. Bu sebeple Eş.4.12'de verilen SVNWA operatöründen faydalanılmaktadır. İlgili hesaplamalar sonucunda Çizelge 5.9'da verilen toplulaştırılmış matris elde edilmiştir.

Çizelge 5.9. Toplulaştırılmış Matris

	c_1	c_2	c_3	c_4
x_1	$\langle 0,844; 0,165; 0,115 \rangle$	$\langle 0,900; 0,100; 0,050 \rangle$	$\langle 0,900; 0,100; 0,050 \rangle$	$\langle 0,882; 0,125; 0,075 \rangle$
x_2	$\langle 0,560; 0,450; 0,400 \rangle$	$\langle 0,650; 0,350; 0,300 \rangle$	$\langle 0,650; 0,350; 0,300 \rangle$	$\langle 0,618; 0,390; 0,340 \rangle$
x_3	$\langle 0,500; 0,500; 0,450 \rangle$	$\langle 0,350; 0,650; 0,600 \rangle$	$\langle 0,409; 0,602; 0,551 \rangle$	$\langle 0,258; 0,718; 0,743 \rangle$
x_4	$\langle 0,650; 0,350; 0,300 \rangle$	$\langle 0,771; 0,239; 0,189 \rangle$	$\langle 0,750; 0,263; 0,213 \rangle$	$\langle 0,755; 0,258; 0,207 \rangle$
x_5	$\langle 0,500; 0,500; 0,450 \rangle$	$\langle 0,239; 0,729; 0,763 \rangle$	$\langle 0,450; 0,560; 0,510 \rangle$	$\langle 0,263; 0,714; 0,737 \rangle$

Çizelge 5.9. (devam) Toplulaştırılmış Matris

	c_5	c_6	c_7	c_8
x_1	$\langle 0,467; 0,541; 0,491 \rangle$	$\langle 0,882; 0,125; 0,075 \rangle$	$\langle 0,343; 0,662; 0,663 \rangle$	$\langle 0,263; 0,714; 0,737 \rangle$
x_2	$\langle 0,800; 0,200; 0,150 \rangle$	$\langle 0,450; 0,560; 0,510 \rangle$	$\langle 0,602; 0,409; 0,358 \rangle$	$\langle 0,771; 0,239; 0,189 \rangle$
x_3	$\langle 0,882; 0,125; 0,075 \rangle$	$\langle 0,800; 0,200; 0,150 \rangle$	$\langle 0,800; 0,200; 0,150 \rangle$	$\langle 0,900; 0,100; 0,050 \rangle$
x_4	$\langle 0,650; 0,350; 0,300 \rangle$	$\langle 0,496; 0,531; 0,480 \rangle$	$\langle 0,500; 0,500; 0,450 \rangle$	$\langle 0,750; 0,263; 0,213 \rangle$
x_5	$\langle 0,771; 0,239; 0,189 \rangle$	$\langle 0,843; 0,200; 0,149 \rangle$	$\langle 0,900; 0,100; 0,050 \rangle$	$\langle 0,848; 0,162; 0,112 \rangle$

Çizelge 5.9. (devam) Toplulaştırılmış Matris

	c_9	c_{10}	c_{11}	c_{12}
x_1	$\langle 0,602; 0,409; 0,358 \rangle$	$\langle 0,414; 0,597; 0,546 \rangle$	$\langle 0,384; 0,628; 0,616 \rangle$	$\langle 0,500; 0,500; 0,450 \rangle$
x_2	$\langle 0,602; 0,409; 0,358 \rangle$	$\langle 0,695; 0,338; 0,287 \rangle$	$\langle 0,720; 0,294; 0,244 \rangle$	$\langle 0,755; 0,258; 0,207 \rangle$
x_3	$\langle 0,800; 0,200; 0,150 \rangle$	$\langle 0,900; 0,100; 0,050 \rangle$	$\langle 0,900; 0,100; 0,050 \rangle$	$\langle 0,900; 0,100; 0,050 \rangle$
x_4	$\langle 0,500; 0,500; 0,450 \rangle$	$\langle 0,597; 0,414; 0,364 \rangle$	$\langle 0,618; 0,390; 0,340 \rangle$	$\langle 0,650; 0,350; 0,300 \rangle$
x_5	$\langle 0,800; 0,200; 0,150 \rangle$	$\langle 0,831; 0,177; 0,127 \rangle$	$\langle 0,848; 0,162; 0,112 \rangle$	$\langle 0,848; 0,162; 0,112 \rangle$

Çizelge 5.9. (devam) Toplulaştırılmış Matris

	c_{13}	c_{14}	c_{15}	c_{16}
x_1	$\langle 0,5; 0,5; 0,45 \rangle$	$\langle 0,414; 0,597; 0,546 \rangle$	$\langle 0,316; 0,677; 0,662 \rangle$	$\langle 0,125; 0,83; 0,882 \rangle$
x_2	$\langle 0,755; 0,258; 0,207 \rangle$	$\langle 0,9; 0,1; 0,05 \rangle$	$\langle 0,868; 0,141; 0,091 \rangle$	$\langle 0,789; 0,242; 0,192 \rangle$
x_3	$\langle 0,9; 0,1; 0,05 \rangle$	$\langle 0,652; 0,378; 0,327 \rangle$	$\langle 0,39; 0,618; 0,568 \rangle$	$\langle 0,316; 0,677; 0,662 \rangle$
x_4	$\langle 0,65; 0,35; 0,3 \rangle$	$\langle 0,9; 0,1; 0,05 \rangle$	$\langle 0,694; 0,316; 0,266 \rangle$	$\langle 0,467; 0,541; 0,491 \rangle$
x_5	$\langle 0,848; 0,162; 0,112 \rangle$	$\langle 0,771; 0,239; 0,189 \rangle$	$\langle 0,467; 0,541; 0,491 \rangle$	$\langle 0,2; 0,75; 0,8 \rangle$

5.6. Ağırlıklı Karar Matrisinin Bulunması

Ağırlıklı karar matrisinin elde edilmesi için toplulaştırılmış karar matrisi kriter ağırlıkları ile çarpılmıştır. Çarpım işlemi Eş.4.6'ya benzer şekilde gerçekleştirilmiştir. İşlem sonucunda bulunan ağırlıklı karar matrisi Çizelge 5.10'daki gibidir.

Çizelge 5.10. Ağırlıklı Karar Matrisi

	c_1	c_2	c_3	c_4
x_1	$\langle 0,369; 0,044; 0,030 \rangle$	$\langle 0,139; 0,007; 0,003 \rangle$	$\langle 0,240; 0,012; 0,006 \rangle$	$\langle 0,058; 0,004; 0,002 \rangle$
x_2	$\langle 0,184; 0,138; 0,119 \rangle$	$\langle 0,066; 0,028; 0,023 \rangle$	$\langle 0,118; 0,050; 0,042 \rangle$	$\langle 0,027; 0,014; 0,012 \rangle$
x_3	$\langle 0,158; 0,158; 0,138 \rangle$	$\langle 0,028; 0,066; 0,058 \rangle$	$\langle 0,061; 0,104; 0,091 \rangle$	$\langle 0,008; 0,035; 0,038 \rangle$
x_4	$\langle 0,229; 0,101; 0,084 \rangle$	$\langle 0,091; 0,018; 0,014 \rangle$	$\langle 0,152; 0,036; 0,028 \rangle$	$\langle 0,039; 0,008; 0,007 \rangle$
x_5	$\langle 0,158; 0,158; 0,138 \rangle$	$\langle 0,018; 0,081; 0,089 \rangle$	$\langle 0,069; 0,093; 0,081 \rangle$	$\langle 0,009; 0,035; 0,037 \rangle$

Çizelge 5.10. (devam) Ağırlıklı Karar Matrisi

	c_5	c_6	c_7	c_8
x_1	$\langle 0,073; 0,090; 0,078 \rangle$	$\langle 0,029; 0,002; 0,001 \rangle$	$\langle 0,014; 0,035; 0,035 \rangle$	$\langle 0,013; 0,051; 0,054 \rangle$
x_2	$\langle 0,177; 0,027; 0,019 \rangle$	$\langle 0,008; 0,011; 0,010 \rangle$	$\langle 0,030; 0,017; 0,014 \rangle$	$\langle 0,060; 0,011; 0,009 \rangle$
x_3	$\langle 0,227; 0,016; 0,009 \rangle$	$\langle 0,022; 0,003; 0,002 \rangle$	$\langle 0,051; 0,007; 0,005 \rangle$	$\langle 0,092; 0,004; 0,002 \rangle$
x_4	$\langle 0,119; 0,051; 0,042 \rangle$	$\langle 0,009; 0,010; 0,009 \rangle$	$\langle 0,022; 0,022; 0,019 \rangle$	$\langle 0,057; 0,013; 0,010 \rangle$
x_5	$\langle 0,163; 0,032; 0,025 \rangle$	$\langle 0,025; 0,003; 0,002 \rangle$	$\langle 0,072; 0,003; 0,002 \rangle$	$\langle 0,076; 0,007; 0,005 \rangle$

Çizelge 5.10. (devam) Ağırlıklı Karar Matrisi

	c_9	c_{10}	c_{11}	c_{12}
x_1	$\langle 0,101; 0,059; 0,050 \rangle$	$\langle 0,030; 0,050; 0,044 \rangle$	$\langle 0,009; 0,017; 0,017 \rangle$	$\langle 0,025; 0,025; 0,022 \rangle$
x_2	$\langle 0,101; 0,059; 0,050 \rangle$	$\langle 0,065; 0,023; 0,019 \rangle$	$\langle 0,022; 0,006; 0,005 \rangle$	$\langle 0,050; 0,011; 0,008 \rangle$
x_3	$\langle 0,169; 0,025; 0,019 \rangle$	$\langle 0,122; 0,006; 0,003 \rangle$	$\langle 0,040; 0,002; 0,001 \rangle$	$\langle 0,080; 0,004; 0,002 \rangle$
x_4	$\langle 0,077; 0,077; 0,067 \rangle$	$\langle 0,050; 0,030; 0,025 \rangle$	$\langle 0,017; 0,009; 0,007 \rangle$	$\langle 0,037; 0,016; 0,013 \rangle$
x_5	$\langle 0,169; 0,025; 0,019 \rangle$	$\langle 0,096; 0,011; 0,008 \rangle$	$\langle 0,033; 0,003; 0,002 \rangle$	$\langle 0,066; 0,006; 0,004 \rangle$

Çizelge 5.10. (devam) Ağırlıklı Karar Matrisi

	c_{13}	c_{14}	c_{15}	c_{16}
x_1	$\langle 0,013; 0,013; 0,011 \rangle$	$\langle 0,018; 0,030; 0,026 \rangle$	$\langle 0,011; 0,033; 0,032 \rangle$	$\langle 0,003; 0,041; 0,049 \rangle$
x_2	$\langle 0,026; 0,006; 0,004 \rangle$	$\langle 0,074; 0,004; 0,002 \rangle$	$\langle 0,058; 0,004; 0,003 \rangle$	$\langle 0,036; 0,006; 0,005 \rangle$
x_3	$\langle 0,042; 0,002; 0,001 \rangle$	$\langle 0,035; 0,016; 0,013 \rangle$	$\langle 0,015; 0,028; 0,025 \rangle$	$\langle 0,009; 0,026; 0,025 \rangle$
x_4	$\langle 0,019; 0,008; 0,007 \rangle$	$\langle 0,074; 0,004; 0,002 \rangle$	$\langle 0,034; 0,011; 0,009 \rangle$	$\langle 0,015; 0,018; 0,016 \rangle$
x_5	$\langle 0,034; 0,003; 0,002 \rangle$	$\langle 0,048; 0,009; 0,007 \rangle$	$\langle 0,018; 0,023; 0,020 \rangle$	$\langle 0,005; 0,032; 0,037 \rangle$

5.7. Pozitif ve Negatif İdeal Çözümlerinin Tanımlanması

Çalışmada toplam 16 alt kriterden sekizi fayda sekizi ise maliyet kriteri olarak kabul edilmiştir.

J_1 fayda nitelikli olanlar: stratejik ve yönetsel faktörler (temel yeteneğe yoğunlaşma, yönetim işyükü, esneklik, teknolojik gelişmelere erişim), servis kalite faktörleri (fiziksel varlıklar, güvenilirlik, heveslilik, güvence, empati).

J_2 maliyet nitelikli olanlar: ekonomik faktörler (genel maliyet, personel maliyeti, işletme maliyeti, yönetim maliyeti), risk faktörleri (üreticilere/tedarikçilere bağımlılık, kurumsal yetkinlik kaybı (kurumsal bilgi birikimi kaybı, uzman personel kaybı)).

Q_N^+ görelî nôtrosifik pozitif ideal çözüm (RNPIŞ) Eş.4.13-Eş.4.16 ve Q_N^- görelî nôtrosifik negatif ideal çözüm (RNNİŞ) Eş.4.17-Eş.4.20 kullanılarak Çizelge 5.11.'deki gibi tanımlanmıştır.

Çizelge 5.11. Görelî Nôtrosifik Negatif İdeal Çözüm

	c_1	c_2	c_3	c_4
Q_N^+	$\langle 0,158; 0,158; 0,138 \rangle$	$\langle 0,018; 0,081; 0,089 \rangle$	$\langle 0,061; 0,104; 0,091 \rangle$	$\langle 0,008; 0,035; 0,038 \rangle$
Q_N^-	$\langle 0,369; 0,044; 0,030 \rangle$	$\langle 0,139; 0,007; 0,003 \rangle$	$\langle 0,240; 0,012; 0,006 \rangle$	$\langle 0,058; 0,004; 0,002 \rangle$

Çizelge 5.11. (devam) Görelî Nôtrosifik Negatif İdeal Çözüm

	c_5	c_6	c_7	c_8
Q_N^+	$\langle 0,227; 0,016; 0,009 \rangle$	$\langle 0,008; 0,011; 0,010 \rangle$	$\langle 0,072; 0,003; 0,002 \rangle$	$\langle 0,092; 0,004; 0,002 \rangle$
Q_N^-	$\langle 0,073; 0,090; 0,078 \rangle$	$\langle 0,029; 0,002; 0,001 \rangle$	$\langle 0,014; 0,035; 0,035 \rangle$	$\langle 0,013; 0,051; 0,054 \rangle$

Çizelge 5.11. (devam) Görelî Nötrosofik Negatif İdeal Çözüm

	c_9	c_{10}	c_{11}	c_{12}
Q_N^+	$\langle 0,169; 0,025; 0,019 \rangle$	$\langle 0,122; 0,006; 0,003 \rangle$	$\langle 0,040; 0,002; 0,001 \rangle$	$\langle 0,080; 0,004; 0,002 \rangle$
Q_N^-	$\langle 0,077; 0,077; 0,067 \rangle$	$\langle 0,030; 0,050; 0,044 \rangle$	$\langle 0,009; 0,017; 0,017 \rangle$	$\langle 0,025; 0,025; 0,022 \rangle$

Çizelge 5.11. (devam) Görelî Nötrosofik Negatif İdeal Çözüm

	c_{13}	c_{14}	c_{15}	c_{16}
Q_N^+	$\langle 0,042; 0,002; 0,001 \rangle$	$\langle 0,018; 0,030; 0,026 \rangle$	$\langle 0,011; 0,033; 0,032 \rangle$	$\langle 0,003; 0,041; 0,049 \rangle$
Q_N^-	$\langle 0,013; 0,013; 0,011 \rangle$	$\langle 0,074; 0,004; 0,002 \rangle$	$\langle 0,058; 0,004; 0,003 \rangle$	$\langle 0,036; 0,006; 0,005 \rangle$

5.8. Mesafe Ölçülerinin Hesaplanması

Mesafe ölçülerinin hesaplanması amacıyla Biswas ve diğerleri (2016) tarafından literatüre sunulan normalize edilmiş Euclidean mesafe ölçümü denkleminde faydalanılmaktadır. Her bir alternatif için görelî nötrosofik pozitif ideal çözüm (relative neutrosophic positive ideal solution, RNPIS) ve görelî nötrosofik negatif ideal çözüm (relative neutrosophic negative ideal solution, RNNIS) Eş.4.21 ve Eş.4.22’de sırasıyla verilen normalize edilmiş Euclidean mesafe ölçümü denklemleri yardımıyla hesaplanmış ve bulunan değerler Çizelge 5.12’de sunulmuştur.

Çizelge 5.12. RNPIS ve RNNIS Değerleri

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
d_i^+	0,069	0,033	0,009	0,045	0,014
d_i^-	0,017	0,047	0,069	0,033	0,065

5.9. Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması ve En İyi Alternatifin Seçilmesi

Her bir alternatifin yakınlık katsayılarını bulmak için Eş.4.23’ten yararlanılmaktadır. Alternatiflere ait yakınlık katsayıları aşağıdaki gibidir:

$$cc_1^* = 0,197 \quad cc_2^* = 0,589 \quad cc_3^* = 0,887 \quad cc_4^* = 0,425 \quad cc_5^* = 0,826$$

Alternatifler yakınlık katsayılarına göre sıralanırsa $x_3 > x_5 > x_2 > x_4 \geq x_1$ elde edilir. Diğer bir deyişle, (iç kaynak + üreticiler) $>$ (iç kaynak + tedarikçiler) $>$ (üreticiler)

>(tedarikçiler) > (iç kaynak) sıralaması elde edilmiştir. Bu sonuca göre en iyi alternatif (iç kaynak +üreticiler) olarak tespit edilmiştir.

6. TARTIŞMA

Bu çalışmada kamuda işletme ve idamesi yüksek maliyetli olan sistemlerin bakım yönetiminin en etkin bir şekilde yapılabilmesi için dış kaynak kullanımını da dikkate alan bir karar verme süreci dikkate alınmaktadır. Mevcut durumda hızla gelişen teknolojinin takibi, her geçen yıl artan bakım maliyetleri ve bunların sürdürülebilirliğinin zorlaşması nedeniyle kamunun ilgili birimleri karmaşık sistemlerin bakım yönetimini etkin olarak yürütmede sıkıntılarla karşılaşmaktadır. Dolayısıyla dış kaynak kullanımı yetersizliklerin giderilmesinde rol oynayabilecektir. Ancak buradaki şartlar klasik DKK'dan oldukça farklılık arz etmektedir. Gerek sözleşme sürelerinin orta ve uzun vadeli yapılması ve gerekse sadece bir tedarikçi seçimi değil belki de bir stratejik ortaklık bünyesinde bakım yönetiminin sağlanması ihtiyacı bu çalışmada ele alınan problemi farklı kılmaktadır.

Literatürdeki DKK ele alan birçok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da problem bir ÇKKV problemi olarak benimsenmiştir. Çalışmada dokuz adımlı bir ÇKKV süreci önerilmiştir. Bu adımlar; problemin tanımlanması, nütrosifik kümeler ile karar verici ağırlıklarının belirlenmesi, kriter ağırlıklarının hesaplanması, nütrosifik kümeler ile alternatiflerin değerlendirilmesi, alternatif değerlendirmelerinin toplulaştırılması, ağırlıklı karar matrisinin bulunması, pozitif ve negatif ideal çözümlerinin tanımlanması, mesafe ölçülerinin hesaplanması, yakınlık katsayılarının hesaplanması ve en iyi alternatifin seçilmesidir. Kriterlerin belirlenmesinde yurtiçi ve yurtdışından alanında uzman kişiler ile saygın akademisyenlerden istifade edilmiştir.

Örnek olay uygulamasında kamuda halen kullanılmakta olan ve her geçen yıl bakım yönetiminin zorlaştığı belirtilen bir helikopter çeşidinin bakım yönetiminin en etkili şekilde yapılabilmesi için uygun alternatif çözümlerinin değerlendirilmesi dikkate alınmıştır. Helikopter bakımında esas alınan unsurlardan birisi de maliyetler yanında sistemin ihtiyaç duyulduğunda kullanıma hazır bulunması (availability) yani hazırbulunuşluktur. Karar vericiler belirlenirken mevcut durumda helikopter bakım yönetiminde etkili olan üç farklı birim seçilmiştir. Bu birimler bakım yönetiminde çeşitli düzeylerde karar verme yetkisine sahiptirler. Karar verme grupları sistem analisti tarafından nütrosifik dilsel ifadelerle değerlendirilerek ağırlıklandırılmıştır. Kriterler ise karar verici gruplar tarafından ikili karşılaştırmalar ile değerlendirilerek ANP tekniğinden yararlanılarak ağırlıklandırılmıştır. Alternatifler karar verici gruplarca dış kaynak, iç kaynak ve bunların kombinasyonları

olarak belirlenmiştir. Alternatifler karar verici gruplar tarafından nütrosifik dilsel terimler yardımıyla değerlendirilmiştir. Daha sonra TOPSIS metoduna benzer işlemler yürütülerek nihayetinde alternatifler ağırlıklandırılmış ve en iyi alternatif üretici + iç kaynak olarak belirlenmiştir.

Uygulama bölümünde helikopter bakım yönetimi üzerine beş alternatif belirlenmiş ve dört temel seviyede ve toplam 16 alt seviyede dikkate alınan kriterler baz alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Karar verme süreci sonucunda iç kaynak + üreticiler seçeneği en iyi alternatif olarak elde edilmiştir.

Karar verici gruplar mevcut durumda işleyen bakım sistemini yakından bilen ve sistemdeki problemleri bizzat yaşayan kişilerden oluşmaktadır. Bakım yönetiminin iç kaynaklar ile yürütülmesinde birçok sebepten dolayı sıkıntılar artmaktadır. Örneğin, alanında uzman yetişmiş personel ihtiyacı, sürekli gelişen teknoloji, karmaşılaşan sistemler, yedek parça ve malzeme temin süreçleri, bürokratik işlemler bunlardan bazılarıdır. Diğer yandan ise helikopterlerin herhangi bir anda ihtiyaç duyulduğunda göreve hazır halde bulundurulması ihtiyacı iç kaynakların yeterliliği konusunda soru işaretlerini artırmaktadır.

Helikopter bakımının en etkin bir şekilde yürütülebilmesi için karar vericilerin en iyi alternatifin iç kaynak + üreticiler olduğuna karar vermeleri halihazırdaki sistemin yetersizliğini de göstermektedir. Sonuçlar karar verici gruplarla paylaşılmış ve yorumlamaları istenmiştir. Alınan geri bildirimlerden en önemlileri şunlardır:

- Her ne kadar kullanıcı ve birinci kademe bakım iç kaynaklarla yapılabilse de fabrika bakım seviyesindeki bakımlarda istenen seviyede olmadıkları ve üreticilerle beraber çalışmanın daha uygun olacağı değerlendirilmektedir.
- Bir helikopterin ortalama ömrünün 40 yıl olarak belirlenmesine karşın sürekli gelişen teknoloji ve karşı teknolojiler sistem ömür devrini azaltmaktadır ve dinamik bir bakış açısına ihtiyaç artmaktadır. Bu durum kamu tarafından yeterli düzeyde giderilememektedir. Dolayısıyla iç kaynak ve üreticiler birlikte hareket etmelidir.
- Özellikle yedek parça ve malzeme ile ilgili üreticilerle uzun süreli (5-10 yıl) sözleşmeler yapılması ve gereksinimlerin direkt olarak üreticiden temin edilmesi belki maliyet açısından değil ama hızlı tepki verilmesi araçların kullanılabilirliğini artıracaktır.

- İç kaynak ve üreticiler seçeneğinin avantajları yanında çekinceler de bulunmaktadır. Üreticilere tamamen teslimiyet kriz durumlarında büyük sorunlara sebep olabileceğİ değerlendirilmektedir. Bundan dolayı iç kaynak bakım yeteneklerinin hiçbir zaman kaybedilmemesi gerekmektedir.
- Yurtdışı üreticilerle yapılan sözleşmelerin uluslararası normlara uygun olarak bağlayıcı olarak yapılması önem arz etmektedir. Bununla ilgili uluslararası hukuksal zeminin de bağlayıcı olarak hazırlanması yönetsel ve hukuksal anlamda oluşturulacak üretici firmalarla kurulacak heyetlerin katılımı ile iş modelinin kurulması önem arz etmektedir.
- İç kaynak ile bakım faaliyetlerinde en önemli unsurlardan birisi hiç kuşkusuz uzman personel yeteneğidir. İlgili personelin sürekli eğitime önem verilmesi ve personelin elde tutulmasına yönelik maddi ve manevi tedbirler alınmalıdır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak; önümüzdeki 15-20 yıllık perspektifte iç kaynak ve üreticiler ile birlikte helikopter bakım faaliyetlerinin yürütülmesi en uygun hal tarzı olarak benimsenmektedir. Bu açıdan öncelikle hukuki mevzuatta ihtiyaç duyulan ve duyulacak değişiklikler yapılırken her türlü mevzuatın önünde uluslararası siyasi baskı ve yaptırımlar unutulmamalıdır.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre kamu, mevcut durumda helikopter gibi pahalı ve karmaşık sistemlerin bakım yönetiminin sürdürülebilirliği konusunda bazı çekincelere sahiptir. Kamunun başarısız olma gibi bir lüksü yoktur. Bu sebeple, bakım yönetiminin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için üretici ile stratejik bir ortak gibi çalışılması ve diğer yandan iç kaynakların her an üretici seçeneğinin devre dışı kalabileceği ihtimaline karşı yeteneklerini kaybetmemesi gerekmektedir.

Önümüzdeki yıllarda iç kaynaklar ile üreticilerin birlikte çalışabildiği bir lojistik destek modeline ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır. Gerek akademisyenlerin ve gerek uygulamacıların kamunun yetersizliklerinin giderildiği ve üreticilerin çıkarlarının korunduğu maliyet etkin bir yaklaşım üzerinde çalışabilecekleri değerlendirilmektedir. Hiç kuşkusuz önerilecek yaklaşımların pratiğe dönüştürülebilmesi için başta hukuki düzenlemeler yapılması, kamunun bu tür projeleri takip ve kontrol ettiği birimlerin kurulması, kurumsal hafızanın oluşturulması gerekmektedir. Diğer yandan bu çalışmaların bilgi sistemleriyle desteklenmesi uygun olacaktır.

Kritik sistemlerin lojistik desteğinde yaşanan sorunları minimize etmek için mümkün olduğunca Ar-Ge çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Böylelikle, malzeme ve yedek parça temin süreleri kısılır, maliyetler düşer ve dolayısıyla hazırbulunuşluk artırabilir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Baset, M., Chang, V. and Gamal, A. (2019). Evaluation of The Green Supply Chain Management Practices: A Novel Neutrosophic Approach. *Computers in Industry*, 108, 210–220. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.02.013>.
- Abdel-Baset, M., Chang, V., Gamal, A. and Smarandache, F. (2019). An Integrated Neutrosophic ANP and VIKOR Method for Achieving Sustainable Supplier Selection: A Case Study in Importing Field. *Computers in Industry*, 106, 94-110. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.12.017>.
- Abdel-Basset, M., Mohamed, M. and Smarandache, F. (2018). A Hybrid Neutrosophic Group ANP-TOPSIS Framework for Supplier Selection Problems. *Symmetry*, 10(226), 1-22. <https://doi.org/10.3390/sym10060226>.
- Abdel-Basset, M., Saleh, M., Gamal, A. and Smarandache, F. (2019). An Approach of TOPSIS Technique for Developing Supplier Selection with Group Decision Making Under Type-2 Neutrosophic Number. *Applied Soft Computing Journal*, Basımda. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.01.035>.
- Ahmad, R. and Kamaruddin, S. (2012). An Overview of Time-Based and Condition-Based Maintenance in Industrial Application. *Computers & Industrial Engineering*, 63(1), 135–149.
- Aks-in, O., De Véricourt, F. and Karaesmen, F. (2008). Call Center Outsourcing Contractanalysis and Choice. *Management Science*, 54(2), 354–368.
- Akyürek, Ç. E. (2013). Türk Sağlık Sisteminde Dış Kaynaklardan Yararlanma Uygulamalarının Yasal Altyapısı. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 2, 1-23.
- Al-Najjar, B. and Alsayouf, I. (2003). Selecting the most efficient maintenance approach using fuzzy multiple criteria decision making. *International Journal of Production Economics*, 84(1), 85-100.
- Alsayouf, I. (2007). The Role of Maintenance in Improving Companies Productivity and Profitability. *International Journal of Production Economics*, 105(1), 70-78.
- Andersen E. S. (1994). *Evolutionary Economics*, Post-Schumpeterian Contributions. London: Pinter, 2.
- Anderson, B. (2001). *The Hidden Costs of IT Outsourcing*. Computer Aid News and Notes, 12-16.
- Arashpour, M., Enaghani, M. R. and Andersson, R. (2010). *The Rationale of Lean and Total Productive Maintenance (TPM)*. Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh, 9-10.
- Atanassov, K. T. (1986). Intuitionistic Fuzzy Sets. *Fuzzy Sets and Systems* 20, 87-96.

- Atanassov, K. T. (1989). Interval Valued Intuitionistic Fuzzy Sets. *In Intuitionistic Fuzzy Sets*, 139-177.
- Attepe, S. (2009) *Bütünleşik Koruyucu ve Tahmin Edici Bakım Sistemleri için Kullanılabilir Modeller*, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 10-12.
- Azizi, A. and Fathi, K. (2014). Selection of Optimum Maintenance Strategies Based on a Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Management Science Letters*, 4(5), 893-898.
- Baden-Fuller, C., Targett D. and Hunt, B. (2000). Outsourcing to Outmanoeuvre: Outsourcing Redefines Competitive Strategy and Structure, *European Management Journal*, 18(3), 285-295.
- Baidya, R. and Ghosh, S. K. (2015). Model for a Predictive Maintenance System Effectiveness Using The Analytical Hierarchy Process as Analytical Tool. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 1463–1468.
- Baloh P., Jha S. and Awazu Y. (2008). Building Strategic Partnerships for Managing Innovation Outsourcing. *Strategic Outsourcing, An International Journal*, 1(2), 100-121.
- Banerjee A. and Williams S.A. (2009). International Service Outsourcing–Using Offshore Analytics to Identify Determinants of Value Added Outsourcing. *Strategic Outsourcing: An International Journal*, 2(1), 68-79. <https://doi.org/10.1108/17538290910935909>.
- Barthélemy J. (2003). The Hard and Soft Sides of IT Outsourcing Management. *European Management Journal*, 21(5), 539-548.
- Bayındır, S. (2007). Yenilik Çalışmalarında Dış Kaynak Kullanımı. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 3, 241-250.
- Bevilacqua, M. and Braglia, M. (2000). The Analytic Hierarchy Process Applied to Maintenance Strategy Selection. *Reliability Engineering & System Safety*, 70(1), 71-83.
- Bettis, R., Bradley, S. and Hamel, G. (1992). Outsourcing and Industrial Decline. *Academy of Management Executive*, 6(1), 7–22.
- Biswas P., Pramanik S. and Giri B.C. (2016) TOPSIS Method for Multi-Attribute Group Decision Making Under Single Valued Neutrosophic Environment. *Neural Computing and Application*, 27(3), 727-737.
- Blanchard, B. S. (1998). *Logistics Engineering&Managament (Fifth Edition)*. Cornell University, Prentice Hall, 3-5.
- Blanchard, B. S., Verma, D. and Peterson, E. L. (1995). *Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Managemenet*, John Wiley&Sons Inc. NewYork,1-3.

- Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M. ve Akay, D. (2009). A Multi-Criteria Intuitionistic Fuzzy Group decision making for supplier selection with TOPSIS method. *Expert Systems with Applications*, 36, 11363–11368. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.03.039>.
- Boone, L. E. and Kurtz, D. L. (1996). *Contemporary Business*, Eight Edition. Dryden Press, New York.
- Bradley, M. M. (1994). Emotional Memory: A Dimensional Analysis. In S. Van Goozen, N. E. Van de Poll, & J. A. Sergeant (Eds.), *The Emotions: Essays on Emotion Theory*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 97-134.
- Bragg S. M. (2006). *Outsourcing: A Guide to Selection The Correct Business Unit, Negotiating The Contract, Maintaining Control of The Process*, (Second Edition) Canada, John Wiley and Sons, 45-47
- Brandes H., Lilliecreutz J. and Brege S. (1997). Outsourcing-Success or Failure? *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 3(2) 63-75.
- Browne, M. and Allen, J. (2001). *Logistic Outsourcing*. In *Logistic and Supply-Chain Management*, Pergamon, Oxford, 5-8,
- Butler, J. (2000). *Winning the Outsourcing Game: Making the Best Deals and Making Them Work*, Washington, CRC Press, 3-14
- Büyüközkan, G. ve Çifçi, G. (2012). A Novel Hybrid MCDM Approach Based on Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP and Fuzzy TOPSIS to Evaluate Green Suppliers. *Expert Systems with Applications*, 39, 3000–3011.
- Campbell, J. D. and Picknell, J. V. R. (2015). *Uptime Strategies for Excellence in Maintenance Management* (Third Edition). CRC Press, Taylor & Franchis Group, 459.
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K. and Kong, S. (2005). Implementation of Total Productive Maintenance: A Case Study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71-94.
- Chandrabhas, S. K. M. and Mahapatra, D. (2015). Maintenance Strategy and Decision Making–AHP Method. *International Journal of Advanced Engineering Research and Studies*, 256, 258.
- Chu, C., Proth, J. M. and Wolff, P. (1998). Predictive Maintenance: The One-Unit Replacement Model. *International Journal of Production Economics*, 54(3), 285-295.
- Corbett, M.F. (2004). *The Outsourcing Revolution: Why It Makes Sense and How To Do It Right*. Chicago, Dearborn Trade, 39.
- Çakırlar, H. (2009). *İşletmelerin Lojistik Faaliyetlerinde Dış Kaynak Kullanımı: Trakya Bölgesinde Faaliyet Gösteren İşletmeler Üzerinde Bir İnceleme*, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne, 75.

- Çebi, S., Çelik, M. ve Kahraman, C. (2008). Gemi Sistemleri İçin Entegre Bakım-Onarım Yönetimi Gereksiniminin Analizi. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 3(4), 17-24.
- Çetinkaya, M. (2005). *Hizmet İşletmelerinde Dış Kaynaklardan Yararlanma Uygulamaları (Outsourcing): Afyon İlindeki Hizmet İşletmelerinde Yaşanan Sorunlar Üzerine Bir Alan Araştırması*, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon, 38-40.
- Demirtaş, O. (2013). Evaluating The Core Capabilities for Strategic Outsourcing Decisions at Aviation Maintenance Industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 99, 1134-1143.
- Dess, G. G., Rasheed, A., McLaughlin, K. and Priem, R. (1995). The New Corporate Architecture. *Academy of Management Executive*, 9 (3), 7–20.
- Dhillon, B. S. (2006). *Maintainability, Maintenance and Reliability for Engineers*. New York, CRC Press, 23
- Dinç H. (2016). *Analitik Hiyerarşi Süreci Metodu ile Alternatif Bakım Stratejisi Seçimi: İmalat Sanayinde Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Diyarbakır, 7-8.
- Domberger, S. (1998). *The Contracting Organization: A Strategic Guide to Outsourcing*. Oxford, Oxford University Press, 23-24.
- Dyer, J. H. and Singh, H. (1998). The Relational View: Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage. *Academy of Management Review*, 23(4), 660–679.
- Embleton, P.R. and Wright, P.C. (1998). A Practical Guide to Successful Outsourcing, *Empowerment in Organizations*, 6(3) 94– 106.
- Endrenyi, J., Aboresheid, S., Allan, R. N., Anders, G. J., Asgarpoor, S., Billinton, R., Chowdhury, N., Dialynas, E. N., Fipper, M., Fletcher, R. H. and Grigg, C. (2001). The Present Status of Maintenance Strategies and the Impact of Maintenance on Reliability. *Power Systems, IEEE Transactions on Power Systems*, 16(4), 638-646.
- Eroğlu, Ö. (2014). *Bakım/Onarım Alternatiflerinin Bulanık DEMATEL ve SMAA-2 Yöntemleriyle Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 14-16
- Espino-Rodríguez T. F. and Rodríguez-Díaz, M. (2008). Effects of internal and relational capabilities on outsourcing: an integrated model, *Industrial Management & Data Systems*, 108, 328-345.
- Fan, H., Xu, Z. and Chen, S. (2013). Optimally Maintaining a Multi-State System with Limited Imperfect Preventive Repairs. *International Journal of Systems Science*, 46(10), 1729-1740.

- Fırat, A. (2004). *Rekabet Sürecinde Dış Kaynak Kullanımı (Outsourcing) Yoluyla Dağıtım Kanalı Etkinliğinin Artırılması ve Türkiye'deki Otomotiv Sanayicilerine Yönelik Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 23-26
- Fraser, K. (2014). Facilities Management: The Strategic Selection of a Maintenance System. *Journal of Facilities Management*, 12(1), 18–37.
- Gandhare, B. S. and Akarte, M. (2012). *Maintenance Strategy Selection*. In Ninth AIMS International Conference on Management, 1330-1336.
- Gans, N. and Zhou, Y. (2003). Call-routing Problem with Service-Level Constraints. *European Journal of Operational Research*, 51(2), 255–271.
- Gans, N. and Zhou, Y. (2007). Call-Routing Schemes for Call-Center Outsourcing. *Manufacturing Service Operation Management*, 9(1), 33–50.
- Gençyılmaz, G. ve Zaim, S. (2000) Şirketlerin Stratejik Üretim Planlamasında Dış Kaynak Kullanımının (Outsourcing) Rolü, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 29(1), 119-138.
- Gerede, E. (2007). Önleyici Bakım Programlarının Tasarlanması Aracı Olarak Bakım Yönlendirme Kılavuzları. *Mühendislik ve Makine*, 48(566), 22-31.
- Ghorabae, M. K., Amiri, M., Zavadskas, E. K. and Antucheviciene, J. (2017). Supplier Evaluation and Selection in Fuzzy Environments: A Review of MADM Approaches. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 30(1), 1073-1118. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2017.1314828>.
- Gilley, K. M. and Rasheed, A. (2000). Making More by Doing Less: An Analysis of Outsourcing and Its Effect on Firm Performance. *Journal of Management*, 26(4), 763-790.
- Gopal, A., Sivaramakrishnan, K., Krishnan, M.S. and Mukhopadhyay, T. (2003). Contracts in Offshore Software Development: An Empirical Analysis. *Management Science*, 49, 1671–1683.
- Gottschalk P. and Solli-Sæther H. (2005). Critical Success Factors From IT Outsourcing Theories: An Empirical Study, *Industrial Management & Data Systems*, 105(6) 685-702.
- Govindan, K., Khodaverdi, R. and Vafadarnikjoo, A. (2015). Intuitionistic Fuzzy Based DEMATEL Method for Developing Green Practices and Performances in a Green Supply Chain. *Expert Systems with Applications*, 42(20), 7207–7220. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2015.04.030>.
- Görener, A. (2012). Maintenance Strategy Selection by Using WSA and TOPSIS Methods Under Fuzzy Decision Environment. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 31(2), 159-177.

- Gunasekeran, A., Irani Z., Choy, K., Fillipi, L. and Papadopoulos, T. (2015). Performance Measures and Metrics in Outsourcing Decisions: A Review for Research and Applications, *International Journal of Production Economics*, 161, 153-166.
- Guo, Z., Liu, H., Zhang, D. and Yang, J. (2017). Green Supplier Evaluation and Selection in Apparel Manufacturing Using a Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Approach. *Sustainability*, 9(650), 1-13. <https://doi.org/10.3390/su9040650>.
- Gupta, P., Mehlawat, M. K. and Grover, N. (2016). Intuitionistic Fuzzy Multi-Attribute Group Decision-Making with an Application to Plant Location Selection Based on a New Extended VIKOR Method. *Information Sciences*, 370(371), 184-203. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2016.07.058>.
- Gupta, P., Mehlawat, M. K. and Mahajan, D. (2019). Multi-Objective Optimization Framework for Software Maintenance, Component Evaluation and Selection Involving Outsourcing, Redundancy and Customer to Customer Relationship. *Information Sciences*, Basımda. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.01.017>.
- Güner, Ü. (2004). *Dış Kaynak Kullanımının Ekonomik Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya, 9.
- Hahn, R. A. and Newman, A. M. (2008). Scheduling United States Coast Guard Helicopter Deployment and Maintenance at Clearwater Air Station, Florida. *Computers & Operations Research*, 35(6), 1829-1843.
- Harrigan, K.R. (1985). Exit Barriers and Vertical Integration. *Academy of Management Journal*, 28, 686–697.
- Harris, A., Giunipero, L. C. and Hult, G. T. M. (1998). Impact of Organizational and Contract Flexibility on Outsourcing Contracts. *Industrial Marketing Management*, 7, 373–384.
- Hernandez, G., Seepersad, C. and Mistree, F. (2002). Designing for Maintenance: A Game Theoretic Approach. *Engineering Optimization*, 34(6), 561-577.
- Heikkilä, J. and Cordon, C. (2002). Outsourcing: A Core or Non-core Strategic Management Decision? *Strategic Change*, 11(4), 183–193.
- Ho, W., Xu, X. and Dey, P. K. (2010). Multi-Criteria Decision Making Approaches for Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review. *European Journal of Operational Research*, 202, 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.05.009>.
- Hoffman, L. A. (1995). World Production and Use of Oats. In *The Oat Crop: Production and Utilization*. Springer, Dordrecht., 34-61
- Hsiao, H. I., Kempvan der V. and Omta, S. W. F. (2010). A Classification of Logistic Outsourcing Levels and Their Impact on Service Performance: Evidence from the Food Processing Industry. *International Journal of Production Economics*, 124(1), 75–86.

- Jain, V., Sangaiah, A. K., Sakhuja, S., Thoduka, N. and Aggarwal, R. (2018). Supplier Selection Using Fuzzy AHP and TOPSIS: A Case Study in The Indian Automotive Industry. *Neural Computing & Applications*, 29(7), 555-564. <https://doi.org/10.1007/s00521-016-2533-z>.
- Jennings, M. M. and Carter, C. R. (2002). Logistics Social Responsibility: An Integrative Framework, *Journal of business logistics*, 23(1), 145-80.
- Jensen M. C. and Meckling W.H. (1976). Theory of the Firm: Managerial Behaviour, Agency Costs and Ownership Structure, *Journal of Financial Economics*, 3,305-360.
- Kahvecioğlu, A. (2004). Onarılabilir Elemanlara Önleyici Bakımın Etkisi ve Optimizasyonu. *Mühendis ve Makine*, 45(531), 43-51.
- Kakabadse, A. and Kakabadse, N. (2002). Trends in Outsourcing: Contrasting USA and Europe, *Journal of European Management*, 20(2), 189-195.
- Kalnins, A. (2004). Relationships and Hybrid Contracts: An Analysis of Contract Choice in Information Technology. *Journal of Law, Economic and Organization*, 20, 207–229.
- Kans, M. (2008). An Approach for Determining The Requirements of Computerised Maintenance Management Systems. *Computers in Industry*, 59(1), 32-40.
- Karacaoğlu, K. (2001). *Dış Kaynaklardan Yararlanma ve Teknoloji ile İlgili Dış Kaynaklardan Yararlanmanın Türkiye’de Bankacılık Sektöründe Uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde, 15
- Kavuncubaşı, Ş. (2000). *Hastane ve Sağlık Kurumları Yönetimi*, Siyasal Kitabevi, Ankara, 153.
- Kelly, A. (2006). *Maintenance Systems and Documentation*. Elsevier, USA, 8-9.
- Kenion, C. (2005). Optimal Price Design for Variable Capacity Outsourcing Contracts. *Journal of Revenue Pricing Management*, 4(2) 124–155.
- Kenne, J. P. and Nkeungoue, L. J. (2008). Simultaneous Control of Production, Preventive and Corrective Maintenance Rates of a Failure-Prone Manufacturing System. *Applied Numerical Mathematics*, 58(2), 180-194.
- Kılıç, H. S. (2013). An Integrated Approach for Supplier Selection in Multi-Item/Multi-Supplier Environment. *Applied Mathematical Modelling*, 37, 7752–7763. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2013.03.010>.
- Kirytopoulos, K., Leopoulos, V. and Voulgaridou, D. (2008). Supplier Selection in Pharmaceutical Industry an Analytic Network Process Approach. *Benchmarking: An International Journal*, 15(4), 494-516.
- King, W. and Torkzadeh, G. (2008). Information Systems Offshoring: Research Status and Issues. *Management Information Systems Quarterly*, 32, 205–225.

- Koepke, C. G., Armacost, A. P., Barnhart, C. and Kolitz, S. E. (2008). An Integer Programming Approach to Support The US Air Force's Air Mobility Network. *Computers & Operations Research*, 35(6), 1771-1788.
- Kotabe, M. (1992). *Global Sourcing Strategy: R&D, Manufacturing, and Marketing Interfaces*. Quorum, New York, 2-3
- Köksal, M. (2007). *Bakım Planlaması*. Seçkin Yayıncılık, İstanbul, 11-12.
- Kumar, A., Pal, A., Vohra, A., Gupta, S., Manchanda, S. and Dash, M. K. (2019). Construction of Capital Procurement Decision Making Models to Optimize Supplier Selection Using Fuzzy Delphi and AHP-DEMATEL. *Benchmarking: An International Journal*, Basımda. <https://doi.org/10.1108/BIJ-01-2017-0005>.
- Kurşunluoğlu, E. (2011). *Parakendecilikte Müşteri Hizmetleri Yolu ile Müşteri Memnuniyeti ve Sadakati Yaratılması: İzmir İlinde Bir Araştırma*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 159-161.
- Kutsikos, K. and Mentzas, G. (2012). Managing Value Creation in Knowledge Intensive Business Service Systems. Karwowski (Editör), *Knowledge Service Engineering Handbook*, 123-138. Taylor & Francis, New York, 123-138.
- Lacity, M. C., Willcocks, L.P. and Feeny, D.F. (1995), IT Outsourcing: Maximize Flexibility and Control, *Harvard Business Review*, 73(3), 84-93.
- Lankford, W. M and Parsa, F. (1999). Outsourcing: A Primer. *Management Decision*, 37(4) 310–316.
- Lee, J. N. (2001), The Impact of Knowledge Sharing, Organizational Capability and Partnership Quality on IS Outsourcing Success, *Information Management*, 38(5) 323-335.
- Levy, D. L. (2005). Offshoring in The New Global Political Economy. *Journal of Management Studies*, 42(3), 687–693.
- Lonsdale, C. and Cox, A. (2000). The Historical Development of Outsourcing: the Latest fad? *Industrial Management & Data Systems*, 100(9), 45-52.
- Lyonnet, P. (2013). *Maintenance Planning: Methods and Mathematics*. New Delhi, Springer Science & Business Media, 1-2.
- Lyons, A. C., Vidamour, K., Jain, R. and Sutherland, M. (2013). Developing An Understanding of Lean Thinking in Process Industries. *Production Planning & Control*, 24(6), 475-494.
- Machado, M. C., Araújo, M. A. G. E., Urbina, L. M. S. and Macau, F. R. (2016). A Qualitative Study of Outsourced Aeronautical Maintenance: The Case of Brazilian Organizations. *Journal of Air Transport Management*, 55, 176-184. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.04.013>.

- Marinagi, C., Trivellas, P. and Sakas, D. (2014). The Impact of Information Technology on the Development of Supply Chain Competitive Advantage. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 147, 586–591.
- Markides, C. and Berg, N. (1988). Manufacturing Offshore is Bad Business. *Harvard Business Review*, 66(5), 113–120.
- Marmier, F., Varnier C. and Zerhouni, N. (2009). Proactive, Dynamic and Multi-Criteria Scheduling of Maintenance Activities, *International Journal of Production Research*, 47(8), 2185-2201.
- Martorell, S., Sánchez, A., Carlos, S., Serradell, V. (2002). Simultaneous and Multi-Criteria Optimization Of TS Requirements and Maintenance At NPPs. *Annals of Nuclear Energy*, 29(2), 147-168.
- McIvor R. (2005). *The Outsourcing Process: Strategies for Evaluation and Management*, New York, Cambridge University Press, 10-11.
- Meade, L. M. and Presley, A. (2002). R&D Project Selection Using The Analytic Network Process. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(1), 59-66.
- Mersin N. (2003). Lojistik Sektöründe Dış Kaynak Kullanımı, *Lojistik Dergisi*, 2.
- Mete, M. (2007). *Bakım Yönetiminde Bulanık Çok Amaçlı Karar Verme Modeli*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 56-61.
- Mimaroğlu, B. (2010). *Dış Kaynak Kullanımının Örgütün Verimliliği Üzerine Etkileri*. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 9-10.
- Mobley, R. K. (2011). *Maintenance Fundamentals* (Second Edition). Elsevier Butterworth-Heinemann, USA, 3.
- Moro, L. M. and Ramos, A. (1999). Goal Programming Approach To Maintenance Scheduling Of Generating Units In Large Scale Power Systems. *Power Systems, IEEE Transactions*, 14(3), 1021-1028.
- Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance* (Second Edition), Industrial Press Inc, New York, 1-6.
- Mousavi, S. S., Nezami, F. G., Heydar, M. and Aryanejad, M. B. (2009). *A Hybrid Fuzzy Group Decision Making and Factor Analysis for Selecting Maintenance Strategy*. International Conference on Computers & Industrial Engineering, 1204-1209.
- Mouss, H. L., Mouss, K. N. and Smadi, H. (2003). *The Maintenance and Production: Integration Approach*. In EFTA 2003. Conference on Emerging Technologies and Factory Automation. Proceedings 1, 629-633.

- Murthy, D. N. P., Karim, M. R. and Ahmadi, A. (2015). Data Management in Maintenance Outsourcing. *Reliability Engineering and System Safety*, 142, 100-110. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2015.05.002>.
- Nasiopoulos K.D., Damianos P.S. and Vlachos, D.S. (2014). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Modeling The Scientific Dimension of Academic Conferences. 467-477.
- Nelson, R. R. and Winter, S.G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, 9-11.
- Nordgard, D. E., Heggset, J. and Daleng, J. (2005). *Using Risk Analyses in A Multi Criteria Decision Making Framework for Evaluation of Hydropower Maintenance Projects*. In *Power Technology*, 1-7.
- Orhan, İ., Kapanoğlu, M. ve Karakoç, T. H. (2012). Hedef Programlama ile Bütünleşik Uçak Rotalama ve Bakım Çizelgeleme. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 1 (27), 11-26.
- Orhan, İ. ve Karakoç, H. (2010). Bakım Yönetim Süreçleri ve Etkinliğinin Değerlendirilmesi. *Mühendis ve Makine*, 51(607), 33-38.
- Otay, İ. ve Kahraman, C. (2019). Analytic Network Process with Neutrosophic Sets. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, 369, 525-542. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00045-5_20.
- Overholts II, D. L., Bell, J. E. and Arostegui, M. A. (2009). A Location Analysis Approach For Military Maintenance Scheduling With Geographically Dispersed Service Areas. *Omega*, 37(4), 838-852.
- Özdilek, G. (2017). *The Impacts of Outsourcing to A Firm's Performance*, Yüksek Lisans Tezi, Yaşar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 7.
- Özbay, T. (2004). *İşletme Yönetiminde Yeni Eğilimler Dizisi Sorularla Dış Kaynak Kullanımı (Outsourcing)*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, İstanbul, 19.
- Özdoğan, O. N. (2006). *Otel İşletmelerinde Faaliyet Alanları Açısından Dış Kaynak Kullanımı (Outsourcing) ve Finansal Performans Üzerine Etkileri*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 25.
- Öztürk, A. ve Sezgili, K. (2002). Dış Kaynaklardan Yararlanmanın Yeni Bir Rekabet Stratejisi Olarak Kullanılması ve Uygulama Süreci, *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(2), 127-142.
- Palmer, D. (2006). *Maintenance Planning and Scheduling Handbook*, New York, McGraw-Hill, 821.
- Patra N. K., Tripathy, J.K. and Choudhary B. K. (2005). Implementing The Office Total Productive Maintenance Program, *Emerald Library Review*, 54(7), 415-424.

- Pelit, E. (2007). İşletmelerde Dış Kaynak Kullanımı ve Etkinliği: Otel İşletmeleri Açısından Kavramsal Bir İnceleme, *Verimlilik Dergisi*, 3, 25-40.
- Perçin, S. (2019). An Integrated Fuzzy SWARA and Fuzzy AD Approach for Outsourcing Provider Selection. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Basımda. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0247>.
- Perunović, Z. and Pedersen, J. L. (2007). *Outsourcing Process and Theories*. In POMS 18th Annual Conference, Dallas 10, 11.
- Pinnington, A. and Woolcock, P. (1995). *How Far is IS/IT Outsourcing Enabling New Organizational Structure and Competence?* International Journal of Information Management, 15(5), 353-365.
- Prahalad, C.K. and Hamel, G. (1990). The Core Competence of The Corporation. *Harvard Business Review*, 68(3), 79-93.
- Qui, Q., Cui, L., Shen, J. and Yang, L. (2017). Optimal Maintenance Policy Considering Maintenance Errors for Systems Operating Under Performance-Based Contracts. *Computers & Industrial Engineering*, 112, 147-155.
- Quelin, B. and Duhamel, F. (2003). Bringing Together Strategic Outsourcing and Corporate strategy: Outsourcing Motives and Risks. *European Management Journal*, 21(5), 647-661.
- Quinn, J. B. and Hilmer, F. G. (1995) Make Versus Buy: Strategic Outsourcing, *The McKinsey Quarterly*, No.1.
- Rao, M., Theisen, C. and Luxhoj, J. T. (1990). *Intelligent System for Air-Traffic Control*. In Proceedings. 5th IEEE International Symposium on Intelligent Control 1990 (pp. 859-863). IEEE.
- Rashidi, K. and Cullinane, K. (2018). A Comparison of Fuzzy DEA and Fuzzy TOPSIS in Sustainable Supplier Selection: Implications for Sourcing Strategy. *Expert Systems With Applications*, Basımda. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.12.025>.
- Razzaque, M. A. and Sheng, C. C. (1998). Outsourcing of Logistics Functions: A Literature Survey, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 28(2), 89-107.
- Ruschel, E., Santos, E. A. P. and Loures, E. D. F. R. (2017). Industrial Maintenance Decision-Making: A Systematic Literature Review. *Journal of Manufacturing Systems*, 45, 180-194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.09.003>.
- Roy, V. and Aubert, B. A. (2001). *A Resource-Based Analysis of Outsourcing: Evidence from Case Studies*, *Cahier du GReSI*, 1, 06.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, New York, NY, McGraw Hill, reprinted by RWS Publication, Pittsburgh, 1-10.

- Saaty, T. L. (1994). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Interfaces*, 24(6), 19-43.
- Saaty, T. L. (1996). Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process, *RWS Publ.*, 4922.
- Saaty, T. L. (2005). Theory and Applications of The Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs and Risks, *RWS Publications*.
- Saaty, T. L. and Vargas, L. G. (2006). Decision Making with The Analytic Network Process *Springer Science and Business Media, LLC*. 282.
- Sachdeva, A., Kumar, D. and Kumar, P. (2008). Planning and Optimizing The Maintenance Of Paper Production Systems In a Paper Plant. *Computers & Industrial Engineering*. 55, 817-829.
- Sakas, D.P. and Kutsikos, K. (2014). An Adaptable Decision Making Model for Sustainable Enterprise Interoperability. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 148(2014), 611 – 618. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.07.087.
- Sarac, A., Batta, R. and Rump, C. M. (2006). A Branch-and-Price Approach for Operational Aircraft Maintenance Routing. *European Journal of Operational Research*, 175(3), 1850-1869.
- Shafiee, M., Finkelstein, M. and Zuo, M. J. (2013). Optimal Burn-in and Preventive Maintenance Warranty Strategies with Time-Dependent Maintenance Costs. *IIE Transactions*, 45(9), 1024-1033.
- Sheikhalishahi, M. and Torabi, S. A. (2014). Maintenance Supplier Selection Considering Life Cycle Costs and Risks: A Fuzzy Goal Programming Approach. *International Journal of Production Research*, 52(23), 7084-7099.
- Shen, J., Cui, L. and Ma, Y. (2019). Availability and Optimal Maintenance Policy for Systems Degrading in Dynamic Environments. *European Journal of Operational Research*, 276(1), 133-143.
- Sipahi, S. ve Timor, M. (2010). The Analytic Hierarchy Process and Analytic Network Process: An Overview of Applications. *Management Decision*, 48(5), 775-808.
- Spence, M. (1973). Job Market Signaling. *The Quarterly Journal of Economics*, 87(3), 355-374.
- Smarandache, F. (1999). A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic In Philosophy, USA, *American Research Press.*, 1-141
- Smith, R. and Mobley, R. K. (2003). Industrial Machinery Repair: Best Maintenance Practices Pocket Guide. *Elsevier Butterworth-Heinemann*, 32-34
- Smith, R. and Hawkins, B. (2004). *Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality and Increase Market Share*. USA, Elsevier, 67-68.

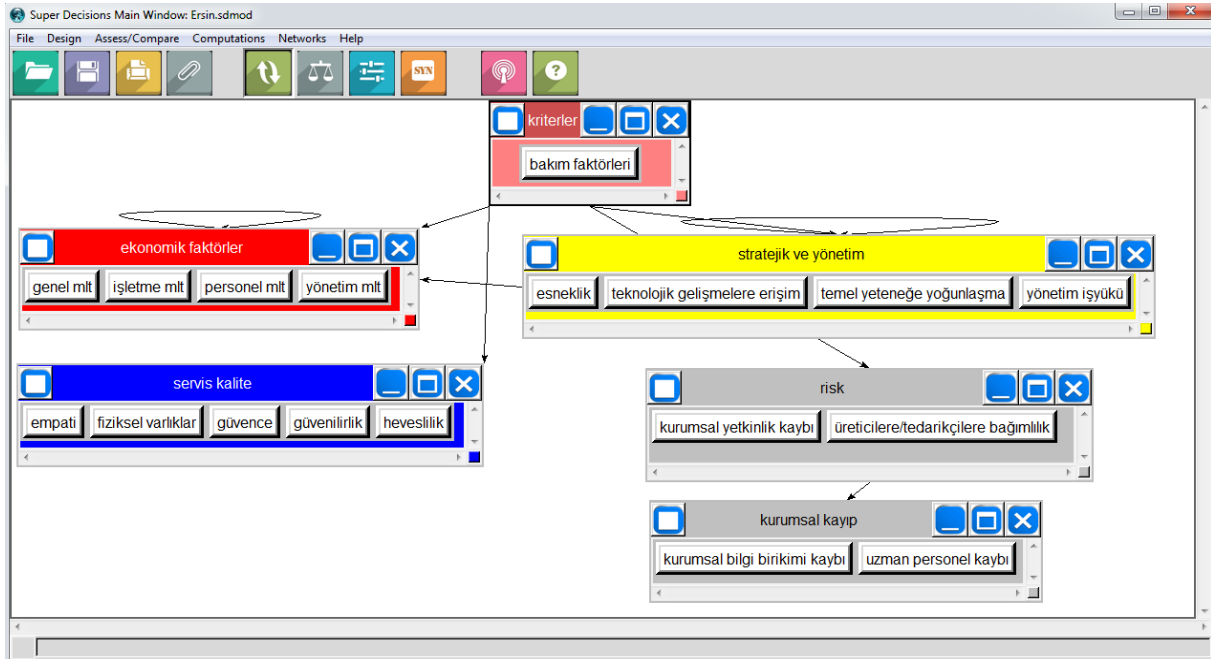
- Solak, M. (2002). *Dış Kaynaklardan Yararlanma (Outsourcing) ve İnsan Kaynakları Yönetimi Alanında Uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 28-29
- Sriram, C. and Haghani, A. (2003). An Optimization Model For Aircraft Maintenance Scheduling and Re-Assignment. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(1), 29-48.
- Stigler, G. (1961). The Economics of Information. *The Journal of Political Economy*, 69(3), 213-225.
- Sullivan, G., Pugh, R., Melendez, A. P. and Hunt, W. D. (2010). *Operations & Maintenance Best Practices-A Guide to Achieving Operational Efficiency (Release 3)*. Pacific Northwest National Lab. (PNNL), Richland, WA (United States), 48-52.
- Swanson, L. (2001). Linking Maintenance Strategies to Performance. *International Journal of Production Economics*, 70(3), 237-244.
- Şevkli, M., Koh, S. C. L., Zaim, S., Demirbağ, M. and Tatoglu, E. (2007). An Application of Data Envelopment Analytic Hierarchy Process for Supplier Selection: A Case Study of BEKO in Turkey. *International Journal of Production Research*, 45(9), 1973-2003. <http://dx.doi.org/10.1080/00207540600957399>.
- Tarakci, H., Ponnaiyan, S. and Kulkarni, S. (2014). Maintenance-Outsourcing Contracts for a System with Backup Machines. *International Journal of Production Research*, 52(11), 3259-3272.
- Teece, D. (1987). *Capturing Value from Technological Innovation: Integration, Strategic Partnering and Licensing Decisions*, B. Guile & H. Brooks (Editörler), Technology and Global Industry. National Academy Press, Washington, 89-91.
- Tezel, Y. (1998). *İşletmelerde Dış Kaynaktan Yararlanma Süreci ve Eskişehir Arçelik İşletmesinde Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 18-20.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities Planning*. John Wiley & Sons, 509.
- Tsai, W., Hsu, J. and Chen, C. (2007). Integrating Activity-Based Costing And revenue Management Approaches to Analyse the Remanufacturing Outsourcing Decision with Qualitative Factors. *International Journal of Revenue Management*, 1, 367–387.
- Tuna, O. (2001), Türkiye İçin Lojistik ve Denizcilik Stratejileri: Uluslararası ve Bölgesel Belirleyiciler. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, İzmir, 3(2), 208-236.
- Türksen, I. B. (1986). Interval Valued Fuzzy Sets Based on Normal Forms. *Fuzzy Sets and Systems*, 20(2), 191-210.

- Ulutaş, A., Topal, A. ve Bakhat, R. (2019). An Application of Fuzzy Integrated Model in Green Supplier Selection. *Mathematical Problems in Engineering*, 2019, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2019/4256359>.
- Ünal, G. (2009). *Güvenilir Merkezli Bakım ve Bir Endüstriyel Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 64.
- Vishnu, C. R. and Regikumar, V. (2016). Reliability Based Maintenance Strategy Selection in Process Plants: A Case Study. *Procedia technology*, 25, 1080-1087.
- Waeyenbergh, G. and Pintelon, L. (2002). A Framework For Maintenance Concept Development. *International Journal of Production Economics*, 77, 299-313.
- Wang, H. (2002). A Survey of Maintenance Policies of Deteriorating Systems. *European Journal of Operational Research*, 139(3), 469–489.
- Wang, L., Chu, J. and Wu, J. (2007). Selection of Optimum Maintenance Strategies Based on a Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 151-163.
- Willcocks L. and Choi C.J. (1995). Co-Operative Partnership and “Total” IT Outsourcing: From Contractual Obligation to Strategic Alliance? *European Management Journal*, 13(1), 67-78.
- Worsham, C. W. (2004). Önleyici Bakım Gerekli midir? *Mühendis ve Makine Dergisi*, 45, 21-23.
- Yang, D., Wang, H., Feng, Q., Ren, Y., Sun, B. and Wang, Z. (2018). Fleet-Level Selective Maintenance Problem Under a Phased Mission Scheme with Short Breaks: A Heuristic Sequential Game Approach. *Computers & Industrial Engineering*, 119, 404-415.
- Yanhong, W. (2011). *A Framework of Business Process Outsourcing Relationship Evolution Model*, Management Science and Industrial Engineering (MSIE), International Conference, China, 995.
- Yanaşma, H. (1999). *Toplam Üretken (Verimli Bakım) Yönetimi ve Çopikas’a Uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 170-172.
- Yazıcı, T. (2003). *İşletmelerde Dış Kaynak Kullanımı (Outsourcing) ve Örnek Uygulamalar*. Bitirme Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 23-25.
- Ye, J. (2014a). A Multicriteria Decision-Making Method Using Aggregation Operators for Simplified Neutrosophic Sets. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 26(5), 2459-2466.
- Ye, J. (2014b). Vector Similarity Measures of Simplified Neutrosophic Sets and Their Application in Multicriteria Decision Making. *Infinite Study*, 35-37.

- Yılmaz, N. (2013). *Dış Kaynak Kullanımı (Outsourcing) ve Hastanelerde Dış Kaynak Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 28.
- Yücenur, G. N., Vayvay, Ö. ve Demirel, N. Ç. (2011). Supplier Selection Problem in Global Supply Chains by AHP and ANP Approaches Under Fuzzy Environment. *International Journal Advance Manufacturing Technology*, 56, 823–833. <https://doi.org/10.1007/s00170-011-3220-y>.
- Yüksel, S. (2008). *Türkiye’deki Havaaracı Bakım Faaliyetlerinde Dış Kaynak Kullanımının Araştırılması ve Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 12-13.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control* 8 (3), 338-353.
- Zaeri, M. S., Shahrabi, J., Pariazar, M. and Morabbi, A. (2007, December). A combined multivariate technique and multi criteria decision making to maintenance strategy selection. In 2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 621-625.
- Zaim, S., Şevkli, M. ve Tarım, M. (2003). Fuzzy Analytic Hierarchy Based Approach for Supplier Selection. *Journal of Euromarketing*, 12(3-4), 147-176. http://dx.doi.org/10.1300/J037v12n03_09.
- Zanjani, M. K. and Nourelfath, M. (2014). Integrated Spare Parts Logistics and Operations Planning for Maintenance Service Providers. *International Journal of Production Economics*, 158, 44-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.07.012>.
- Zorlu, Ö. (2008). *Outsourcing Food and Beverage Services in Lodging Enterprises and a Study of Marmaris District*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir, 23-24.

EKLER

EK-1. Ana Kriterlar Arası İlişkiler Super Decision Ekran Görüntüsü



Resim 1.1. Ana Kriterlar Arası İlişkiler Super Decision Ekran Görüntüsü

EK-2. İkili Kıyaslamalar Matrisleri

Çizelge 2.1. İkili Kıyaslamalar Matrisi –TEMEL FAKTÖRLER

EKONOMİK FAKTÖRLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	STRATEJİK VE YÖNETİMSEL FAKTÖRLER
EKONOMİK FAKTÖRLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	SERVİS KALİTE FAKTÖRLERİ
EKONOMİK FAKTÖRLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	RİSK FAKTÖRLERİ
STRATEJİK VE YÖNETİMSEL FAKTÖRLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	SERVİS KALİTE FAKTÖRLERİ
STRATEJİK VE YÖNETİMSEL FAKTÖRLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	RİSK FAKTÖRLERİ
SERVİS KALİTE FAKTÖRLERİ	9	7	5	3	1	3	5	7	9	RİSK FAKTÖRLERİ

İlk satır için örnek: DIŞ KAYNAK KULLANIMI'nı; Ekonomik Faktörler mi? Stratejik ve Yönetimsel Faktörler mi daha çok etkiler?

Çizelge 2.2. İkili Kıyaslamalar Matrisi - EKONOMİK FAKTÖRLER

GENEL MALİYET	9	7	5	3	1	3	5	7	9	PERSONEL MALİYETİ
GENEL MALİYET	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İŞLETME MALİYETİ
GENEL MALİYET	9	7	5	3	1	3	5	7	9	YÖNETİM MALİYETİ
PERSONEL MALİYETİ	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İŞLETME MALİYETİ
PERSONEL MALİYETİ	9	7	5	3	1	3	5	7	9	YÖNETİM MALİYETİ
İŞLETME MALİYETİ	9	7	5	3	1	3	5	7	9	YÖNETİM MALİYETİ

İlk satır için örnek: EKONOMİK FAKTÖRLER'i; Genel Maliyetler mi? Personel Maliyetleri mi daha çok etkiler?

Çizelge 2.3. İkili Kıyaslamalar Matrisi - STRATEJİK VE YÖNETİMSEL FAKTÖRLER

TEMEL YETENEĞE YOĞUNLAŞMA	9	7	5	3	1	3	5	7	9	YÖNETİM İŞYÜKÜ
TEMEL YETENEĞE YOĞUNLAŞMA	9	7	5	3	1	3	5	7	9	ESNEKLİK
TEMEL YETENEĞE YOĞUNLAŞMA	9	7	5	3	1	3	5	7	9	TEKNOLOJİK GELİŞMELERE ERİŞİM
YÖNETİM İŞYÜKÜ	9	7	5	3	1	3	5	7	9	ESNEKLİK
YÖNETİM İŞYÜKÜ	9	7	5	3	1	3	5	7	9	TEKNOLOJİK GELİŞMELERE ERİŞİM
ESNEKLİK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	TEKNOLOJİK GELİŞMELERE ERİŞİM

İlk satır için örnek: STRATEJİK VE YÖNETİMSEL FAKTÖRLER'i; Temel Yeteneğe Yoğunlaşma mı? Yönetim İş yükü mü daha çok etkiler?

EK-2. (devam) İkili Kıyaslamalar Matrisleri

Çizelge 2.4. İkili Kıyaslamalar Matrisi – SERVİS VE KALİTE FAKTÖRLERİ

FİZİKSEL VARLIKLAR	9	7	5	3	1	3	5	7	9	GÜVENİLİRLİK
FİZİKSEL VARLIKLAR	9	7	5	3	1	3	5	7	9	HEVESLİLİK
FİZİKSEL VARLIKLAR	9	7	5	3	1	3	5	7	9	GÜVENCE
FİZİKSEL VARLIKLAR	9	7	5	3	1	3	5	7	9	EMPATİ
GÜVENİLİRLİK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	HEVESLİLİK
GÜVENİLİRLİK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	GÜVENCE
GÜVENİLİRLİK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	EMPATİ
HEVESLİLİK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	GÜVENCE
HEVESLİLİK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	EMPATİ
GÜVENCE	9	7	5	3	1	3	5	7	9	EMPATİ

İlk satır için örnek: SERVİS VE KALİTE FAKTÖRLERİ’ni; Fiziksel Varlıklar mı? Güvenilirlik mi daha çok etkiler?

Çizelge 2.5. İkili Kıyaslamalar Matrisi – RİSK FAKTÖRLERİ

ÜRETİCİ YA DA TEDARİKÇİLERE BAĞIMLILIK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	KURUMSAL BİLGİ BİRİKİMİ KAYBI
ÜRETİCİ YA DA TEDARİKÇİLERE BAĞIMLILIK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	UZMAN PERSONEL KAYBI
KURUMSAL BİLGİ BİRİKİMİ KAYBI	9	7	5	3	1	3	5	7	9	UZMAN PERSONEL KAYBI

İlk satır için örnek: RİSK FAKTÖRLERİ’ni; Üretici ya da Tedarikçilere Bağımlılık mı? Kurumsal Bilgi Birikimi Kaybı mı daha çok etkiler?

Çizelge 2.6. İkili Kıyaslamalar Matrisi – EKONOMİK FAKTÖRLER

İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	TEDARİKÇİLER
İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER
İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	TEDARİKÇİLER
İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER
TEDARİKÇİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER
TEDARİKÇİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER

İlk satır için örnek: EKONOMİK FAKTÖRLER’i; İç Kaynak mı? Üreticiler mi daha etkindir?

EK-2. (devam) İkili Kıyaslamalar Matrisleri

Çizelge 2.7. İkili Kıyaslamalar Matrisi – STRATEJİK VE YÖNETİMSEL FAKTÖRLER

İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	TEDARİKÇİLER
İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER
İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	TEDARİKÇİLER
İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER
TEDARİKÇİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER
TEDARİKÇİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER

İlk satır için örnek: STRATEJİK VE YÖNETİMSEL FAKTÖRLER’i; İç Kaynak mı? Üreticiler mi daha etkindir?

Çizelge 2.8. İkili Kıyaslamalar Matrisi – SERVİS KALİTE FAKTÖRLERİ

İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	TEDARİKÇİLER
İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER
İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	TEDARİKÇİLER
İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER
TEDARİKÇİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER
TEDARİKÇİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER

İlk satır için örnek: SERVİS KALİTE FAKTÖRLERİ’nde; İç Kaynak mı? Üreticiler mi daha etkindir?

EK-2. (devam) İkili Kıyaslamalar Matrisleri

Çizelge 2.9. İkili Kıyaslamalar Matrisi – RİSK FAKTÖRLERİ

İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	TEDARİKÇİLER
İÇ KAYNAK	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER
İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	TEDARİKÇİLER
İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER
TEDARİKÇİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER
TEDARİKÇİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER
İÇ KAYNAK + TEDARİKÇİLER	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İÇ KAYNAK + ÜRETİCİLER

İlk satır için örnek: RİSK FAKTÖRLERİ’nde; İç Kaynak mı? Üreticiler mi daha etkindir?

EK-3. İkili Kıyaslamalar Matrisleri Super Decision Ekran Görüntüleri

Comparisons for Super Decisions Main Window: Ersin[3375].sdmod

1. Choose

Node Cluster

Choose Cluster

kriterler

Restore

2. Cluster comparisons with respect to kriterler

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

ekonomik faktörler is moderately to strongly more important than risk

1. ekonomik faktör~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	risk
2. ekonomik faktör~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	servis kalite
3. ekonomik faktör~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	stratejik ve yö~
4. risk	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	servis kalite
5. risk	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	stratejik ve yö~
6. servis kalite	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	stratejik ve yö~

Restore

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.03454

ekonomik ~	0.45989
risk	0.08650
servis ka~	0.24449
stratejik~	0.20912

Completed Comparison

Copy to clipboard

Resim 3.1. Ana Kriterler Kıyaslanma Ekran Görüntüsü

Comparisons for Super Decisions Main Window: Ersin[3375].sdmod

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

bakım faktörle~

Cluster: kriterler

Choose Cluster

ekonomik faktö~

Restore

2. Node comparisons with respect to bakım faktörleri

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "bakım faktörleri" node in "ekonomik faktörler" cluster

genel mlt is moderately to strongly more important than işletme mlt

1. genel mlt	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	işletme mlt
2. genel mlt	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	personel mlt
3. genel mlt	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	yönetim mlt
4. işletme mlt	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	personel mlt
5. işletme mlt	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	yönetim mlt
6. personel mlt	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	yönetim mlt

Restore

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.06200

genel mlt	0.53802
işletme m~	0.14119
personel ~	0.25940
yönetim m~	0.06139

Completed Comparison

Copy to clipboard

Resim 3.2. Ekonomik Faktör Kriterleri Kıyaslanma Ekran Görüntüsü

Comparisons for Super Decisions Main Window: Ersin[3375].sdmod

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

bakım faktörle~

Cluster: kriterler

Choose Cluster

stratejik ve y~

Restore

2. Node comparisons with respect to bakım faktörleri

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "bakım faktörleri" node in "stratejik ve yönetim" cluster

teknolojik gelişmelere erişim is equally to moderately more important than esneklik

1. esneklik	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	teknolojik geli~
2. esneklik	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	temel yeteneğe ~
3. esneklik	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	yönetim işyükü
4. teknolojik geli~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	temel yeteneğe ~
5. teknolojik geli~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	yönetim işyükü
6. temel yeteneğe ~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	yönetim işyükü

Restore

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.04115

esneklik	0.15591
teknoloji~	0.20089
temel yet~	0.57704
yönetim i~	0.06615

Completed Comparison

Copy to clipboard

Resim 3.3. Stratejik ve Yönetimsel Faktör Kriterleri Kıyaslanma Ekran Görüntüsü

EK-3. (devam) İkili Kıyaslamalar Matrisleri Super Decision Ekran Görüntüleri

Comparisons for Super Decisions Main Window: Ersin[3375].sdmod

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

bakım faktörle~

Cluster: kriterler

Choose Cluster

servis kalite

Restore

2. Node comparisons with respect to bakım faktörleri

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "bakım faktörleri" node in "servis kalite" cluster

fiziksel varlıklar is moderately to strongly more important than empati

1. empati	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	fiziksel varlık~
2. empati	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	güvence
3. empati	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	güvenilirlik
4. empati	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	heveslilik
5. fiziksel varlık~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	güvence
6. fiziksel varlık~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	güvenilirlik
7. fiziksel varlık~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	heveslilik
8. güvence	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	güvenilirlik
9. güvence	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	heveslilik
10. güvenilirlik	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	heveslilik

Restore

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.02939

empati	0.07595
fiziksel ~	0.47137
güvence	0.14870
güvenilir~	0.23133
heveslilik	0.07265

Completed Comparison

Copy to clipboard

Resim 3.4. Servis Kalite Faktör Kriterleri Kıyaslanma Ekran Görüntüsü

Comparisons for Super Decisions Main Window: Ersin[3375].sdmod

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

bakım faktörle~

Cluster: kriterler

Choose Cluster

risk

Restore

2. Node comparisons with respect to bakım faktörleri

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "bakım faktörleri" node in "risk" cluster

kurumsal yetkinlik kaybı is equally to moderately more important than üreticilere/tedarikçilere b

1. kurumsal yetkin~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	üreticilere/ted~
---------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	----------	------------------

Restore

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.00000

kurumsal ~	0.61345
üreticilere ~	0.38655

Completed Comparison

Copy to clipboard

Resim 3.5. Risk Faktör Kriterleri Kıyaslanma Ekran Görüntüsü

Comparisons for Super Decisions Main Window: Ersin[3375].sdmod

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

genel mlt

Cluster: ekonomik faktör~

Choose Cluster

ekonomik faktö~

Restore

2. Node comparisons with respect to genel mlt

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "genel mlt" node in "ekonomik faktörler" cluster

personel mlt is moderately more important than işletme mlt

1. işletme mlt	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	personel mlt
2. işletme mlt	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	yönetim mlt
3. personel mlt	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	yönetim mlt

Restore

3. Results

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.07069

işletme m~	0.26837
personel ~	0.61441
yönetim m~	0.11722

Completed Comparison

Copy to clipboard

Resim 3.6. Ekonomik Faktör Alt Kriterlerinin Kıyaslanma Ekran Görüntüsü

EK-3. (devam) İkili Kıyaslamalar Matrisleri Super Decision Ekran Görüntüleri

Comparisons for Super Decisions Main Window: Ersin[3375].sdmod

1. Choose	2. Node comparisons with respect to kurumsal yetkinlik k~	3. Results				
Node Cluster Choose Node < > kurumsal yetki~ Cluster: risk Choose Cluster < > kurumsal kayıp Restore	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Comparisons wrt "kurumsal yetkinlik kaybı" node in "kurumsal kayıp" cluster kurumsal bilgi birikimi kaybı is equally as important as uzman personel kaybı 1. kurumsal bilgi ~ >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. uzman personel ~	Normal Hybrid Inconsistency: 0.00000 <table border="1"> <tr> <td>kurumsal ~</td> <td>0.55752</td> </tr> <tr> <td>uzman per~</td> <td>0.44248</td> </tr> </table> Completed Comparison Copy to clipboard	kurumsal ~	0.55752	uzman per~	0.44248
kurumsal ~	0.55752					
uzman per~	0.44248					

Resim 3.7. Kurumsal Yetkinlik Kaybı Alt Kriterlerinin Kıyaslanma Ekran Görüntüsü

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KIVRAK, Ersin
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 1973, İstanbul
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (532) 657 72 09
 e-mail : ersin.kivrak@arcadiaff.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi / Tedarik ve Lojistik Yönetimi	Devam ediyor
Yüksek Lisans	Ankara Üniversitesi / Eğt. Eko. ve Planlaması	2008
Yüksek Lisans	Başkent Üniversitesi / İşletme Yönetimi	2001
Lisans	İstanbul Üniversitesi / İşletme	1997
Lise	İstanbul/Küçükçekmece Anadolu Lisesi	1993

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-Devam	Arcadia Kimya A.Ş.	Yön.Krl.Bşk./Gn.Md.
2016-2018	2.Ordu K.lığı Per.Bşk.lığı	Disiplin ve Mrl.Şb.Md.
1997-2016	Kara Harp Okulu	Öğretim Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Kıvrak, E., Karabacak H., Yılmaz B. ve Okyay A. (2010), *Kayıt Dışı Ekonomi ile Mücadele Çerçevesinde Katma Değer Vergisinde Denetimin Güçlendirilmesi ve Tahsilatın Artırılmasına İlişkin Öneriler*, Bütçe Dünyası Dergisi, Sayı 33(1), 115-124.

Hobiler

Seyahat, Gastronomi ve Kokular.



GAZİ GELECEKTİR..