

**OLABİLİRSEL DOĞRUSAL PROGRAMLAMA İLE  
KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİ  
AĞI TASARIMINDA  
KURUMSAL SOSYAL SORUMLULUĞUN  
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Bilal ŞİŞMAN  
Doktora Tezi  
Danışman: Doç. Dr. Veysel AĞCA  
Nisan, 2015  
Afyonkarahisar

**T.C.**  
**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İŞLETME ANABİLİM DALI**  
**DOKTORA TEZİ**

**OLABİLİRSEL DOĞRUSAL PROGRAMLAMA İLE**  
**KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİ AĞI**  
**TASARIMINDA KURUMSAL SOSYAL**  
**SORUMLULUĞUN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan**  
**Bilal ŞİŞMAN**

**Danışman**  
**Doç. Dr. Veysel AĞCA**

**AFYONKARAHİSAR 2015**

## YEMİN METNİ

Doktora tezi olarak sunduğum **“Olabilirsel Doğrusal Programlama ile Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Ağı Tasarımında Kurumsal Sosyal Sorumluluğun Etkisinin Belirlenmesi”** adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’da gösterilen eserlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

16/04/2015

Bilal şİşMAN

## TEZ JÜRİSİ KARARI VE ENSTİTÜ ONAYI

### TEZ JÜRİSİ KARARI VE ENSTİTÜ ONAYI

#### JÜRİ ÜYELERİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Veysel AĞCA

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Abdullah EROĞLU

: Doç. Dr. Ahmet GAYRETLİ

: Doç. Dr. Ali ACILAR

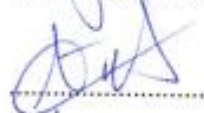
: Doç. Dr. Fatih ECER

İmza











İşletme Anabilim Doktora öğrencisi Bilal ŞİŞMAN'ın “Olabilirsel Doğrusal Programlama ile Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Ağı Tasarımında Kurumsal Sosyal Sorumluluğun Etkisinin Belirlenmesi” başlıklı tezi, 10.04.2015 günü saat 10:00’da Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıda isim ve imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek kabul edilmiştir.

**Prof. Dr. Ahmet YARAMIŞ**  
Sosyal Bilimler Enstitü Müdürü

**ÖZET**  
**OLABİLİRSEL DOĞRUSAL PROGRAMLAMA İLE KAPALI DÖNGÜ**  
**TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMINDA KURUMSAL SOSYAL**  
**SORUMLULUĞUN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**Bilal ŞİŞMAN**

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İŞLETME ANABİLİM DALI**

**Nisan 2015**

**Danışman: Doç. Dr. Veysel AĞCA**

Günümüz rekabet ortamında hem ileri yönlü hem de geri yönlü ürün, nakit, bilgi ve pazar akışının dikkate alındığı kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı ve planlamasına olan ilginin artmasıyla birlikte sürdürülebilir büyümeyi hedefli haline getiren işletmeler, kurumsal sosyal sorumluluk faaliyetlerini dikkatli bir şekilde uygulamaya çalışmaktadırlar. Kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı problemlerinde kurumsal sosyal sorumluluğun önemsenmesi ve iş süreçlerinde uygulanmaya başlanması ile işletmeler belirsizlik, kesin olmayan bilgi ve risk ile daha fazla karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu durumun üstesinden gelebilmek ve makul çözümler üretebilmek için doğrusal, bulanık doğrusal, doğrusal olmayan programlama, çok kriterli karar verme, olasılık teorileri, olabirsel programlama gibi bazı karar destek sistemleri geliştirilmektedir.

Bu doğrultuda çalışmanın amacı olabirsel doğrusal programlama yöntemi ile kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı kurumsal sosyal sorumluluğun etkisinin belirlenmesi üzerinedir. Bu amaç doğrultusunda, toplam maliyetleri en küçükleyecek ve tedarik zincirinde sosyal sorumluluğu en büyükleyecek şekilde çok hedefli karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Çalışmada belirsiz koşullar altında geliştirilen model, olabirsel programlama yöntemlerinden biri olan ve Jimenez (2007) tarafından geliştirilen yardımcı eşdeğer modele dönüştürülmüştür. Dönüştürülen modelin farklı güvenilirlik düzeylerinde sonuçlarını değerlendirmek ve karar vericiye en uygun çözümü sunmak amacıyla bulanık çözüm yaklaşımlarından biri olan geliştirilmiş C-kısıt metodu kullanılmıştır. Kullanılan yöntemlerinin

performansını, başarısını ve etkinliğini test etmek maksadıyla beyaz eşya imalat işletmesi üzerinde uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonucunda olabirsel doğrusal programlama yönteminin çalışmada hedeflenen sonuçları elde etmeye yönelik işlediği görülmüştür. Ayrıca, tersine ürün akışlarının, belirsiz bilginin ve kurumsal sosyal sorumluluğun dikkate alındığı kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımında ürün akışları ileri ve geri yönlü olmak üzere dengelenmiş ve en uygun noktalarda üretim, dağıtım ve toplama merkezleri açılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Ağı Tasarımı, Olabirsel Programlama, Kurumsal Sosyal Sorumluluk, Bulanık Çok Amaçlı Optimizasyon

## **ABSTRACT**

### **THE DETERMINATION OF THE EFFECT OF CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY IN CLOSED LOOP SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN BY USING POSSIBILISTIC LINEAR PROGRAMMING**

**Bilal ŞİŞMAN**

**AFYON KOCATEPE UNIVERSITY  
THE INSTITUTE OF SOCIAL SCIENCES  
DEPARTMENT of BUSINESS ADMINISTRATION**

**April 2015**

**Advisor: Assoc. Prof. Dr. Veysel AĞCA**

In today's competitive environment, businesses that make sustainable growth as a goal has tried to implemented corporate social responsibility practices carefully. The significance of corporate social responsibility in operations process in closed loop supply chain network design problems, considering to both forward and reverse flow of product, cash and information, businesses are confronted with more uncertainty, imprecise information and risk situations. Decision support system tools such as linear, fuzzy linear, unlinear programming, multi criteria decision making, probabilistic theories, possibilistic programming have been developing to cope with this uncertain and imprecise parameters and to produce appropriate solutions.

The purpose of this study is to determine the effect of corporate social responsibility in closed loop supply chain network design through possibilistic linear programming method. For this purpose, a multi-objectived mixed integer linear programming model is developed which minimized the total costs and maximized corporate social responsibility activities in supply chain. In this study, crisp model developing under uncertain conditions has been transformed auxiliary crisp model improved by Jimenez (2007) based on possibilistic programming approach. An  $\epsilon$ -constraint method based on interactive fuzzy solution approach is applied in order to evaluate the results in different levels of reliability and to present optimal solutions for decision maker. A real white goods manufacturing firm case study is provided to illustrate the performances, successes and effects of methods. As a result of the study, it was observed that the process for possibilistic linear programming method

has achieved the targeted results. In addition, reverse flows, uncertain information and corporate social responsibility that are taken into account for closed loop supply chain network desing, product flows have balanced as a forward and backward, and the production, distribution and collection centers were opened in the most appropriate points.

**Key Words:** Closed-Loop Supply Chain Network Design, Possibilistic Programming, Corporate Social Responsibility, Fuzzy Multi Objective Optimization



## İÇİNDEKİLER

Sayfa

YEMİN METNİ .....	i
TEZ JÜRİSİ KARARI VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ .....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### TEDARİK ZİNCİRİ (KAVRAMSAL ÇERÇEVE)

1. TEDARİK ZİNCİRİ .....	8
2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ .....	11
3. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNİN STRATEJİK ÖNEMİ .....	14
4. TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI .....	19
4.1. İLERİ TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI .....	20
4.2. TERSİNE TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI.....	24
4.3. KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI .....	27
5. TEDARİK ZİNCİRİ PLANLAMA KARARLARI.....	37
5.1. STRATEJİK PLANLAMA SEVİYESİ KARARLARI.....	38
5.2. TAKTİKSEL PLANLAMA SEVİYESİ KARARLARI.....	40
5.3. OPERASYONEL PLANLAMA SEVİYESİ KARARLARI.....	40
6. TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI AMAÇLARI.....	41
7. KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİ STRATEJİLERİ.....	44

## İKİNCİ BÖLÜM

### KURUMSAL SOSYAL SORUMLULUK (KSS)

<b>1. KSS’İN TANIMI .....</b>	<b>49</b>
<b>2. KSS’İN TARİHSEL GELİŞİMİ.....</b>	<b>53</b>
<b>3. KSS’İN ÖNEMİ.....</b>	<b>55</b>
<b>4. KSS’İN KAPSADIĞI ALANLAR .....</b>	<b>59</b>
4.1. TÜKETİCİLERE KARŞI SORUMLULUK.....	60
4.2. ÇEVREYE KARŞI SORUMLULUK.....	61
4.3. TOPLUMA KARŞI SORUMLULUK.....	62
4.4. ÇALIŞANLARA KARŞI SORUMLULUK.....	63
4.5. HİSSEDARLARA VE YÖNETİCİLERE KARŞI SORUMLULUK .....	64
4.6. TEDARİKÇİLERE KARŞI SORUMLULUK.....	65
4.7. HÜKÜMETE KARŞI SORUMLULUK.....	66
<b>5. KSS VE KARLILIK .....</b>	<b>67</b>
<b>6. TÜRKİYE’DE KSS UYGULAMALARI.....</b>	<b>69</b>
<b>7. KSS KURALLARI VE ISO STANDARTLARI.....</b>	<b>73</b>
<b>8. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE (TZY) KSS’İN YERİ.....</b>	<b>74</b>
8.1. TZY’DE KSS BOYUTLARININ İNCELENMESİ .....	78
<b>8.1.1. Ekonomik Boyutlar .....</b>	<b>79</b>
<b>8.1.2. Çevresel Boyutlar .....</b>	<b>81</b>
<b>8.1.3. Sosyal Boyutlar.....</b>	<b>83</b>
8.2. SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ .....	85
8.3. TZY’ DE KSS UYGULAMALARININ YARARLARI.....	90
8.4. TZY’ DE KSS UYGULAMALARININ ZORLUKLARI.....	92

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### BİR İMALAT İŞLETMESİNDE KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI

1. ARAŞTIRMANIN KONUSU .....	94
2. ARAŞTIRMANIN AMACI .....	94
3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ .....	95
4. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI .....	96
5. İŞLETMENİN TANITIMI.....	97
6. İŞLETMENİN ÜRETİM AKIŞI VE TEKNOLOJİ KULLANIMI .....	100
7. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA .....	104
8. BULANIK MANTIK VE OLABİLİRSEL DOĞRUSAL PROG. ....	105
8.1. BULANIK MANTIK .....	106
8.1.1. Bulanık Küme .....	107
8.1.2. Bulanık Sayılar.....	110
8.2. OLABİLİRSEL DOĞRUSAL PROGRAMLAMA .....	113
9. PROBLEMİN MODELİ.....	119
9.1. MODELİN VARSAYIMLARI .....	121
9.2. NOTASYON VE TERİMLER.....	122
9.3. MODEL.....	125
10. SOSYAL SORUMLULUK ÖLÇEKLERİ VE ÖNEM AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ .....	128
10.1. SOSYAL SORUMLULUK ÖLÇEKLERİ .....	128
10.2. AHP İLE ÖNEM AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ .....	130
11. ÖNERİLEN MODELİN İMALAT İŞLETMESİNDE UYGULANMASI. 137	
11.1. MODELİN BULANIK OLMAYAN YARDIMCI EŞDEĞER MODELE DÖNÜŞÜMÜ (JIMENEZ YAKLAŞIMI) .....	139
11.2. GELİŞTİRİLMİŞ €-KISIT METODU.....	143
11.3. VERİLERİN TOPLANMASI.....	148

11.4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI.....	160
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>170</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>179</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>204</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>215</b>

## TABLULAR LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 1.</b> Halk Gözünde 2013 yılı KSS Liderleri.....	70
<b>Tablo 2.</b> İş Dünyası Gözünde 2013 yılı KSS Liderleri .....	71
<b>Tablo 3.</b> Ekonomik Boyutlar, Faydalar ve Kazanımlar, Ölçme Düzeyleri .....	81
<b>Tablo 4.</b> Çevresel Boyutlar, Faydalar ve Kazanımlar, Ölçme Düzeyleri.....	83
<b>Tablo 5.</b> Sosyal Boyutlar, Faydalar ve Kazanımlar, Ölçüm Düzeyleri.....	85
<b>Tablo 6.</b> İşletmenin Etkileşimde Olduğu Paydaşlar, Sosyal Etkileri ve Ölçüm Yöntemleri .....	129
<b>Tablo 7.</b> İkili Karşılaştırmalarda Değerlerin Anlamları .....	133
<b>Tablo 8.</b> Rassal Tutarlılık Endeks Değerleri .....	133
<b>Tablo 9.</b> Müşteri Bölgelerinin İki Tip Ürüne Ait Talepleri ve Geri Dönen Mik. ...	150
<b>Tablo 10.</b> Potansiyel Üretim Tesislerinin Sabit Maliyetleri, İş İmkanları ve Kapasiteleri.....	154
<b>Tablo 11.</b> Potansiyel Dağıtım Merkezlerinin Sabit Maliyetleri, İş İmkanları ve Kapasiteleri.....	154
<b>Tablo 12.</b> Potansiyel Toplama Merkezlerinin Sabit Maliyetleri, İş İmkanları ve Kapasiteleri.....	155
<b>Tablo 13.</b> Üretim, Tekrar Üretim ve Bertaraf Etme Maliyetleri .....	157
<b>Tablo 14.</b> Kilometreye Bağlı Olarak Değişen Taşıma Maliyetleri .....	158
<b>Tablo 15.</b> Ortalama Atık, Temiz Teknoloji ve Tehlikeli Madde Oranları .....	159
<b>Tablo 16.</b> Farklı $\alpha$ -Seviyelerine Göre Çıkan Sonuçlar .....	161
<b>Tablo 17:</b> Bulanık Problemlerin Yaklaşımında Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması.....	174

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 1:</b> Tedarik Zinciri Akışı Örneği ve Üyeleri .....	9
<b>Şekil 2:</b> Tersine Tedarik Zincirinde Ürün Akışı .....	13
<b>Şekil 3:</b> Entegre Tedarik Zinciri Faaliyetleri .....	18
<b>Şekil 4:</b> Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Akışı .....	28
<b>Şekil 5:</b> Tedarik Zinciri Planlama Kararları .....	38
<b>Şekil 6:</b> İşletmelerin Organizasyon İçi ve Organizasyon Dışı Sorumluluk Alanları.	59
<b>Şekil 7:</b> Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Boyutları .....	88
<b>Şekil 8:</b> Arçelik A.Ş. Yerleşim Planı .....	101
<b>Şekil 9:</b> Arçelik A.Ş. Buzdolabı Üretimi İş Akış Şeması .....	103
<b>Şekil 10:</b> Klasik Soğuk ve Sıcak Kümelerin Üyelik Fonksiyonu.....	108
<b>Şekil 11:</b> Bulanık Sıcak Kümesinin Üyelik Fonksiyonu .....	109
<b>Şekil 12:</b> $A = [a_1, a_2]$ Aralığı .....	111
<b>Şekil 13:</b> Üçgen ve Yamuk Bulanık Üyelik Fonksiyonları .....	112
<b>Şekil 14:</b> Olabilirsal Doğrusal Programlama Çözüm Yaklaşımları.....	115
<b>Şekil 15:</b> Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Ağı .....	121
<b>Şekil 16:</b> AHP'nin Hiyerarşik Yapısı .....	132
<b>Şekil 17:</b> Tedarik Zincirini Etkileyen Sosyal Sorumluluk Ölçeklerinin Hiyerarşik Yapısı.....	136
<b>Şekil 18:</b> Expert Choice Programı Tedarik Zinciri Ağı Tasarımı Sosyal Sorumluluk Ölçekleri Önem Sıralaması.....	137
<b>Şekil 19:</b> Memnuniyet Seviyesi İle Çevresel ve Sosyal Etkilerin Maliyeti.....	166
<b>Şekil 20:</b> Güvenilirlik Düzeyine Göre Maliyet Farkları .....	167
<b>Şekil 21:</b> Farklı $\alpha$ -seviyelerinde Birinci ve İkinci Amaç Fonksiyonları Değişimi ..	168

## GİRİŞ

Günümüz küresel rekabet ortamında, giderek artan ve çeşitlenen müşteri ihtiyaçlarının yerine getirilmesi kadar verimlilik ve maliyet konuları üzerinde de önemle durulması gerektiği vurgulanması işletmeleri sürekli olarak baskı altında tutmaktadır. Aynı zamanda, özellikle gelişmiş küresel tedarik zincirlerine sahip işletmeler, serbest ticaretin yaygınlaşmasıyla birlikte ekonomik faaliyetlerini hızlandırmakta ve artırmaktadırlar. Fakat bu durum beraberinde çevre kirliliğinin, atık miktarlarının ve sosyal maliyetlerin artmasına da neden olmaktadır. Bunun yanında, mal veya hizmet üretiminden sorumlu olan işverenler ve stratejik seviyede bulunan üst yöneticiler, çalışanların sağlığını ve güvenliğini tehlikeye sokacak etmenleri azaltmak ve motivasyonlarını artırmak için gerekli düzenlemeleri hayata geçirmek zorunda kalmaktadırlar. Tüm bunların sonucunda ise işletmeler giderek daha fazla sorumluluk üstlenerek tedarik zinciri boyunca bütün operasyonlarını sosyal ve çevresel uyum içerisinde gerçekleştirmeleri önem arz etmektedir (Cruz, 2013: 73).

Dünyada sürdürülebilir gelişme temelinde tedarik zinciri yönetimi konusunda birbirinden farklı pek çok alanda çevresel etkileri de dikkate alan yaklaşımlar uygulanmaktadır. Bu yaklaşımlar Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi (YTZY), Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Yönetimi (KDTZY), Tersine Tedarik Zinciri Yönetimi (TTZY), Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi (STZY) ve Sürdürülebilir Taşıma olarak adlandırılmaktadır. Özellikle ilk üç yaklaşım, tüketim malları açısından hareketli ve karmaşık, depolama koşulları açısından yoğun ve pazarlama açısından yüksek değişkenliğe sahip alanlarda ve bölgelerde etkin olarak kullanılmaktadır. Bu açıdan yöneticiler tarafından daha dikkatli planlanmakta ve kontrol edilmektedir (Kumar ve Kumar, 2013).

Üretimde çevreye daha duyarlı olan, rakiplere karşı üstünlük kurmada yardımcı olan ve daha çok gelir getiren YTZY, kurumların tedarik zinciri yapılarını daha çevresel düşünmelerini sağlamaktadır (Sarkis vd., 2011). YTZY, bir ürünün tasarım aşamasından müşteriye teslim kadarki süreç içerisinde, üretimdeki çevresel faaliyetlerin tedarik zinciri boyunca yer almasıdır. Bu yönetim biçiminin amacı,

özellikle stratejik seviyedeki kararlarda, tedarik zinciri içerisinde verilen her kararın çevreye duyarlı olarak verilmesini sağlamaktır (Srivastara, 2007). Son yıllarda verilen devlet teşvikleri ve standartların getirmiş olduğu uygulama zorunluluğu ile birlikte küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde yeşil üretimi işletmelerinde uygulamaya çalışmaktadırlar. TTZY’de değer zinciri boyunca son müşteriye kadar giden ürünlerin kullanıldıktan sonra tekrar üretim merkezine getirilerek yeni ürün haline getirilmesi sağlanmaktadır. İşletmeler KDTZY ile ekonomik, sosyal ve çevresel endüstriyel sistemler kurmaktadırlar. Bu yönetim yaklaşımında müşterilerden dönen ürünler toplama merkezlerinde bir araya getirilmekte ve yeniden işleme merkezleri ile tekrar ekonomiye kazandırılmaktadır.

İşletmeler paydaşlardan, tüketicilerden, hükümetten, kar amacı güden ve gütmeyen kurumlardan gelen baskılara cevap verebilen bir organizasyon olabilmeleri için tedarik zinciri yönetimi konularından olan STZY faaliyetlerine daha fazla önem vermektedirler (Govindan vd., 2014: 9). Son yıllarda işletmeler, kapalı döngü tedarik zincirleri, ürün geri dönüşleri, tekrar imalat için üretim planlama ve kontrol, tersine lojistik, karbon salınımını azaltma gibi ürün hayat çevrimini etkileyen farklı sürdürülebilir faaliyetlerini uygulamaya başlamışlardır. Tedarik zincirinin küresel bir boyut kazanması ile birlikte, dağıtım ağı üzerine bulunan hizmet birimleri arası mesafe sürekli artmaktadır. Birçok kurumun başarılı kategorisinde yer alabilmesi, işletmenin yerleşim-dağıtım kararlarını doğru verebilmesine bağlı olduğu kabul edilmektedir (Lopes vd., 2008: 368). Uzun ulaştırma mesafeleri, hava kirliliği ve sera gazı salınım oranlarını artırırken, küresel ısınmaya da neden olmasıyla insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu yüzden işletmeler, çevreye daha duyarlı ve çevreyle daha dost tedarik zinciri ağları geliştirmek zorundadırlar (Wang vd., 2011).

Son 20 yıla kadar tedarik zincirlerinin en temel amaçları toplam maliyetleri en küçükleme ve toplam kârı en büyükleme üzerinedir. Fakat son zamanlarda, çevresel ve sosyal sorumluluk uygulamaları ile birlikte ulusal ve uluslararası medya organları, sivil toplum kuruluşları, araştırmacılar ve tüketiciler imalat işletmeleri üzerinde baskı oluşturmaya başlamışlardır. Benzer şekilde, yasal zorunluluklar, sosyal sorumluluk, kurumsal itibar, çevresel sorunlar, ekonomik fayda ve müşteri farkındalığı gibi yönetim konuları, imalat firmalarını ürün tasarımı ve üretimi süreçlerinde daha çevresel, sosyal ve ekonomik olmaları için zorlamaktadır (Akshay



ve Shaligram, 2009). Artan bu baskılar ile birlikte işletmeler, başta ürünlerinde ve kendi iş süreçlerinde olmak üzere birçok alanda, çalışanların ve toplumun güvenliğini tehlikeye atacak olumsuzluklardan uzaklaşmaya başlamışlardır. Bütün bunlarla birlikte, tedarik zinciri politikaları ekonomik, sosyal ve çevresel etkileri de dikkate alarak müşteriye uzun vadede daha çok memnun etmekte ve onların ihtiyaçlarını doğru yerde ve zamanında karşılayacak hale getirilmektedir (Devika vd., 2013).

Bütünleşik tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin uzun dönem faaliyetlerini etkilerken aynı zamanda, taktiksel ve operasyonel seviyedeki planlama kararlarına etki ettiğinden dolayı stratejik bir karar niteliği taşımaktadır. Bu yüzden, yeni tesis açma, üretim sistemini veya kapasiteyi değiştirme gibi stratejik projelere büyük miktarda yatırımlar yapılması tedarik zinciri ağı tasarımı problemlerini daha da önemli hale getirmektedir. Bunun yanında, küresel ısınmanın etkisiyle tersine tedarik zinciri faaliyetleri de gün geçtikçe önemli bir konu haline gelmektedir. Örneğin Kodak ve Xerox gibi işletmeler tekrar imalat ve geri dönüşüm süreçlerine verdikleri önem ile birçok kazanım ve başarı elde etmişlerdir. Bu faaliyetler, kaynakların kullanımı, kirlilik, atık yönetimi, çevresel yönetim, sosyal sorumluluk gibi işletmenin tüm paydaşlarını farklı açılardan ilgilendiren konular olabilmektedir (Üster vd., 2007).

Kurumsal Sosyal Sorumluluk (KSS), kurumsal hedeflerin yerine getirilmesinde ve işlerin daha sorumlu yapılabilmesinde işletmeler tarafından dikkate alınan bir konu olarak yaygınlaşmaya başlamıştır. Sürdürülebilir kalkınma, çevresel etkinlik, sosyal adalet ve etik gibi sosyal ve çevresel konular temelinde KSS kavramı çok önemli bir rekabet unsuru olarak kabul edilmektedir. KSS sadece çalışanlar, tedarikçiler, müşteriler ve rakipler gibi paydaşların değil; hükümet, medya, hissedarlar, yöneticiler ve toplumun da öncelikli gündem maddesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Balı ve Cinel, 2011: 46). Tedarik zincirinin tüm ortaklarını etkileyecek kadar geniş bir alana sahip olan KSS artık işletmelerin sadece iç sisteminde değil aynı zamanda dış sisteminde de etkin olarak kullanılmaktadır (Ashby vd., 2012).

Uygulamalarda sağlanan başarılı sonuçların etkisiyle KSS çok cazip bir araştırma alanı haline gelmektedir. Günümüzde yöneticiler ve planlayıcılar kurum

vizyonu, misyonu ve stratejilerini belirlerken KSS'nin gerekliliğinden ve öneminden bahsetmektedir. Dahası, firma yöneticilerine göre KSS, işletme risklerini azaltmanın yanında kurumun marka ve sosyal imajını da artırmaya yardımcı olmaktadır. Diğer taraftan KSS faaliyetlerini reddeden işletmeler medya organları, resmi ve gayri resmi eylemciler (aktivistler), kâr amacı gütmeyen kuruluşlar, profesyonel dernekler ve toplumun diğer grupları tarafından kurumsal baskıya maruz kalabilmektedirler. Bu baskılar kurumsal faaliyetlerin kârlılığını ve sürdürülebilirliğini etkilemektedir. Örneğin, McDonalds, Shell, Wal-Mart gibi işletmeler, faaliyet raporlarından dolayı sosyal grupların eleştirilerine maruz kalmaktadırlar. Bu durum kurumsal yapıya sahip işletmelerin satışlarında düşüş meydana getirmektedir. Kurumsal temelde sosyal sorumluluk bilincine sahip olabilmek için sadece kurum sınırları içerisinde sosyal sorumluluk seviyesini kontrol etmek yeterli değildir. Aynı zamanda tedarik zinciri ağına dahil diğer üyelerin de sosyal sorumluluk seviyesi garanti altına alınmalıdır (Pishvae vd., 2012).

Çalışmanın amacı, olabirsel doğrusal programlama ile kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımında kurumsal sosyal sorumluluğun etkisinin belirlenmesi üzerinedir. Çalışma, üretim tesislerinin, dağıtım merkezlerinin, müşteri bölgelerinin, toplama-kontrol merkezlerinin ve bertaraf etme merkezlerinin yer aldığı çok kademeli ve çok amaçlı bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı modeli üzerine odaklanmaktadır. Çalışmanın pratik ve teorik anlamda literatüre iki önemli katkısı olmaktadır. Pratik bakımdan, çalışmada hem ileri hem de tersine ürün, bilgi ve nakit akışını çift taraflı olarak bir araya getiren kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarlanmış ve ekonomik, çevresel ve sosyal amaçları dikkate alan iki amaçlı karma tamsayı matematiksel bir model oluşturularak çözülmüştür. Teorik bakımdan ise, kapalı döngü tedarik zinciri ağının ekonomik, çevresel ve sosyal performansının artırılmasında önemli rol oynayan parametrelerin belirsiz bilgiye sahip olmasından dolayı, yeni bir olabirsel doğrusal programlama yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu sayede tedarik zinciri üyeleri net karlarını en büyükleyecek ve kendilerine en iyi yarar sağlayacak sosyal sorumluluk seviyesini de belirlemiş olacaklardır. Oluşturulan model, beyaz eşya sektöründe uygulamaya ilişkin problemlerin farklı yönleri ile analiz edilmesini sağlamaktadır.

Belirtilen amaç doğrultusunda çalışma dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, tedarik zinciri, tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri yönetiminin stratejik önemi, tedarik zinciri planlama kararları, tedarik zinciri ağı tasarım amaçları ve kapalı döngü tedarik zinciri stratejileri hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca tedarik zinciri ağı tasarımı konularından ileri, tersine ve kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı ile ilgili literatür çalışması yapılmış, kapsamlı bir makale taraması ile seçilen makale ve tezler ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. İnceleme sonucunda neden böyle bir çalışma yapılmasına karar verildiğinden ve çalışmanın literatüre katkılarından bahsedilmiştir.

İkinci bölümde, kurumsal sosyal sorumluluktan (KSS) bahsedilmiştir. Öncelikle, KSS'nin tanımı, tarihsel gelişimi, önemi ve kapsadığı alanlar hakkında bilgi verilmiştir. Ardından KSS'nin kârlılık ile ilişkisi, Türkiye'de ki KSS uygulamaları ve KSS'nin uluslararası kuralları (Code of Conduct) anlatılmıştır. Daha sonra, KSS'nin tedarik zinciri yönetimindeki yeri ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlar altında ve geniş bir literatür taraması ile incelenmiştir. Son olarak ise, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin sağlanabilmesi için işletmelerin neler yapması gerektiği, uygulama neticelerinden ne tür yarar ve zorluklar ile karşılaşabilecekleri konusunda bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölümde, kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı için bir olabirsel doğrusal programlama modeli önerilmiştir. Önerilen model Eskişehir Arçelik A.Ş. Buzdolabı İşletmesinde uygulanmıştır. Uygulamada öncelikle işletme tanıtılmıştır. İkinci olarak bulanık mantık, bulanık küme ve olabirsel doğrusal programlama yöntemlerinden bahsedilerek modelin uygulanabilmesi için varsayımlardan bahsedilmiştir. Üçüncü olarak işletmenin mevcut durumda modelde kullanılacak kesin ve kesin olmayan parametreler tanımlanmıştır. Geliştirilen modelde yer alan sosyal sorumluluk ölçeklerinin önem ağırlıkları çok kriterli karar verme modellerinden olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) tekniği ile belirlenmiştir. Son olarak, toplanan veriler yardımıyla oluşturulan matematiksel modelin farklı güvenilirlik düzeyinde vermiş olduğu bulgular irdelenmiştir.

Çalışmanın son bölümünde ise, çalışmada elde edilen bulguların değerlendirilmesi yapılmıştır. Buna göre işletmeye etkin bir karar destek sistemi

sunulmuştur. Sektörde var olan bir problem üzerine geliştirilen model, işletmenin uygulamaları ile örtüşmekte ve modelin çözümünden elde edilen sonuçlar işletme yöneticileri tarafından kullanılabilir niteliği taşımaktadır. Diğer bir ifade ile geliştirilen model ve yapılan çözümler ile işletme, kapalı döngü tedarik zinciri ağını tasarlarken toplam maliyetlerin en küçüklenmesinde ve tedarik zincirinde sosyal sorumluluğun en büyüklenmesinde tüm paydaşları dikkate alacak en uygun kararı verebilecek sonuçlara sahip olmaktadır. Bölümün ilerleyen kısımlarında konuyla ilgili ele alınmayan ve eksik kalan yerler belirtilmiş ve gelecek çalışma imkânları tartışılmıştır.

## BİRİNCİ BÖLÜMÜ

### TEDARİK ZİNCİRİ (KAVRAMSAL ÇERÇEVE)

İleri tedarik zinciri, tersine tedarik zinciri ve kapalı döngü tedarik zinciri konuları ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve yapılmaya devam edilmektedir. Yapılan araştırmalar neticesinde, sadece tersine tedarik zinciri uygulamalarını (Fleischmann vd., 1997, Rubio vd. 2008), ileri tedarik zinciri yönetiminde toplam maliyeti en küçükleyen tesis yerleşim modelleri uygulamalarını (Melo vd., 2009), tersine tedarik zinciri ile kapalı döngü tedarik zinciri konularında çok amaçlı matematiksel model önerilerini (Akçalı ve Çetinkaya, 2011) ve sadece kapalı döngü tedarik zinciri yönetimi uygulamalarını (Kumar ve Kumar, 2013) dikkate alan, inceleyen ve literatüre katkı sağlayan çalışmalar görülmektedir. Ayrıca, bilimsel yayın yapan dergileri inceleyerek bu zamana kadar tedarik zinciri ağı tasarımı konusunda önerilen modelleri tarayan, sınıflandıran ve gelecekte yapılacaklar konusunda öneriler geliştiren araştırmalarda bulunmaktadır (Farahani vd., 2013).

Literatürde hem ileri hem de tersine tedarik zinciri ağlarının ayrı ayrı modellenmesinden dolayı ortaya çıkan karmaşıklığı azaltmak için her ikisini de dikkate alan kapalı döngü tedarik zinciri (KDTZ) ağı tasarım modellerini öneren bazı araştırmacılar bulunmaktadır. Örneğin, Fleischmann vd. (2001) KDTZ ağı tasarımı için karma tamsayılı doğrusal programlama modeli önermişlerdir. Çalışmalarında tersine lojistik faaliyetleri ile ileri lojistik faaliyetleri birleştirilmiştir. Wang ve Hsu (2010), tamsayılı KDTZ modelinde çevresel konuları dikkate almış ve modelin çözümünde genetik algoritma yaklaşımını kullanmışlardır.

Bu bölümde tedarik zinciri, tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri ağı tasarımı ve tedarik zinciri planlama kararları konuları ele alınacaktır. Ayrıca, tedarik zinciri ağı tasarımında yapılan çalışmalar ve ele alınan problemler önerilen çözüm yaklaşımları ile birlikte üç alt başlıkta incelenmiştir. Bunlar ileri tedarik zinciri, tersine tedarik zinciri ve kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımıdır.

## 1. TEDARİK ZİNCİRİ

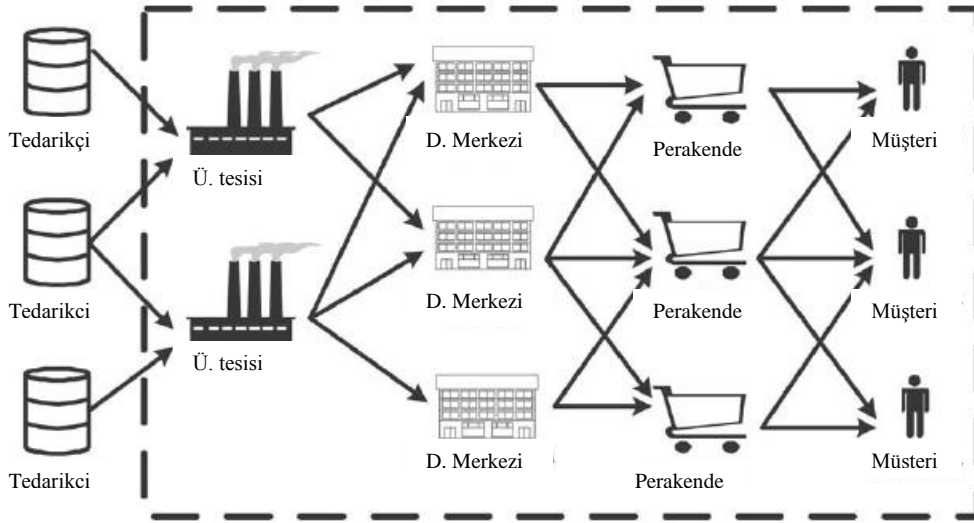
Bazı kaynaklarda lojistik olarak ta ifade edilen tedarik zinciri, doğal kaynakların çevresel ve biyolojik düzenlemesi ile başlamaktadır. Bunu, hammaddelerin birçok üretim sürecinden geçirilmesi takip etmektedir. Ardından yarı mamul malzemeler tesisler arasında sürekli olarak hareket etmekte, bu sayede değer kazanmakta ve bitmiş ürün olarak müşteriye teslim edilmektedir. Eğer bir işletme, tedarikçilerinden satın aldığı hammaddeleri birleştirip bir ürün haline getirdikten sonra bu ürünleri müşterilere teslim ederse, o işletmenin bir tedarik zinciri yapısı var demektir. Bazı tedarik zincirleri çok basitken bazıları ise çok karmaşıktır. Bu karmaşıklık, zincir içerisinde çok fazla işletmenin olmasından veya birbirinden farklı ürünlerin üretiliyor olmasından kaynaklanabilmektedir.

Tedarik zinciri ile ilgili literatürde birden fazla tanım ile karşılaşmak mümkündür. Bu tanımlar sektörün yapısına ve büyüklüğüne göre değişebilmektedir. Tedarik zinciri en basit haliyle, bir işletmenin müşterisi ile tedarikçisi arasındaki tüm süreçlerin birleşimi şeklinde tanımlanabilmektedir (Sehgal, 2009). Bu sayede doğru ürün, doğru yerde, doğru zamanda, doğru koşullarda, doğru fiyatla ve müşteriye en uygun yönetim faaliyeti ile sunulmuş olacaktır. Daha genel anlamıyla tedarik zinciri ise, mal veya hizmetin tedarikçilerden müşterilere hareketini içeren ve örgütlerin, insanların, teknolojinin, iş süreçlerinin, bilginin yani kısacası bütün kaynakların bir araya gelerek oluşturduğu bir sistemdir. Bu sistemin temel amacı müşteri memnuniyeti sağlamaktır.

Lee ve Billington (1993), tedarik zincirini operasyonel bakış açısıyla ele alarak hammaddelerin tedarik edilmesinden üretim sürecine aktarılmasına ve ardından bitmiş ürün haline getirilerek müşterilere teslim edilene kadar olan süreç içerisindeki tesislerin ve faaliyetlerin bütünü şeklinde tanımlamaktadırlar. New vd. (1995)'ye göre tedarik zinciri, hammaddelerin tedarikçilerden teslim alınması ile başlayan ve bitmiş ürünlerin üretim tesisleri, toptancılar ve perakendeciler vasıtasıyla müşterilere dağıtılmasına kadar süren bir süreçtir. Cooper vd., (1997)'e göre tedarik zinciri, hammaddelerin belli süreçlerden geçirildikten sonra bitmiş ürün haline dönüştürülmesi esnasındaki bütün faaliyetler serisidir. Bu süreç içerisinde yer alan

yöneticiler talep yönetimi, satın alma ve sipariş teslimi gibi alanlarda tedarik zinciri performanslarını iyileştirmeye çalışmaktadırlar. Sabri ve Beamon (2000) tedarik zincirini tesisler, tedarikçiler, müşteriler ve ürünler ile stok, dağıtım ve satın alma yönetimlerinin bir arada bulunduğu bir küme olarak yorumlamışlardır. Tanımlardan anlaşılacağı üzere tedarik zinciri, müşterilerin istediği ürün ve hizmetleri mümkün olan en iyi yönetim anlayışı ile yerine getirmeyi amaçlamaktadır.

Tedarik zincirini Şekil 1'deki gibi işletme bakış açısıyla tanımlamakta mümkündür.



Şekil 1: Tedarik Zinciri Akışı Örneği ve Üyeleri

Şekil 1'de görüldüğü gibi, basit bir tedarik zinciri tedarikçiler, üretim tesisleri, dağıtım merkezleri, perakendeciler ve müşterilerden oluşmaktadır (Simchi-Levi, 2005). Ürünler, birbirine bağlanan bu tesisler vasıtasıyla taşınmakta ve hedefine ulaşmaktadır. Tedarik zinciri yapısının verimli ve başarılı olabilmesi için talep bilgilerinin, müşteri ihtiyaçlarının, tesisler arası mesafenin, maliyeti oluşturan faktörlerin önceden bilinmesi gerekmektedir. Gerçek işletme yapılarında bu faktörler değişken bir yapıya sahip olduğundan karmaşıklığa neden olabilmektedir. Bu karmaşıklığın üstesinden gelebilmek için tedarik zinciri süresince değişkenliğe neden olan faktörler sürekli olarak takip edilmekte ve gözlenmektedir. Gerçek bir tedarik zinciri yapısındaki bu kuruluşların birbiriyle çelişen birden fazla amaçları

olabilmektedir. Örneğin dağıtım merkezleri, fazla maliyete neden olabilecek stok kalemlerini azaltmaya çalışırken bir yandan da müşteriye hızlı bir şekilde ürünleri teslim etmeye çalışmaktadır. Bu gibi durumlarda karşımıza birbiriyle çelişen iki amaçlı problemler çıkmaktadır. Karar vericiler bu problemlerde her iki amacı da en iyilemeye çalışmaktadırlar (Simchi-Levi vd., 2003).

Tedarik zincirinde, malzeme akışı tedarikçiden müşteriye doğru olurken, bilgi akışı müşteriden tedarikçiye doğru olmaktadır (Govil ve Proth, 2002). Aynı zamanda bir üretim sisteminin çalışma prensibi de bu şekilde olabilmektedir. Tedarik zinciri yapısının üretim sisteminden tek farkı bilginin zincir içerisindeki tüm üyelere eş zamanlı olarak ulaşmasıdır. Bu sayede her işletme kendi kararını verebilecektir. Malzeme akışı da bilgi akışı gibi tüm üyeler arasında koordineli olarak sağlandığı takdirde istenen verim alınabilmektedir. Malzeme akışının istenen seviyede gerçekleşmesi halinde müşteri memnuniyeti daha düşük maliyetle ve daha hızlı gerçekleşmiş olmaktadır.

Tedarik zinciri kavramı iki şekilde düşünülerek analiz edilmektedir. Birinci durum, firma tarafından doğrudan kontrol edilen arz ve talep bilgileri ile ilgilidir. Bu bilgiler işletme planlarının uzun vadede yönetilmesini sağlarken, talep ve arz planlaması gibi tedarik zinciri planlama fonksiyonları da yöneticilerin karar vermesine yardımcı olmaktadır. Diğer taraftan satın alma, imalat, dağıtım ve satış operasyonları gibi günlük faaliyetlerin çizelgelenmesi de tedarik zinciri planlamasının fonksiyonları arasında yer almaktadır. İkinci durum ise tedarik zincirinin müşteriler ve tedarikçiler arasında genişletilmiş halidir. Müşteri ilişkileri yönetimi, tedarikçi ilişkileri yönetimi, ücret yönetimi ve bilgi yönetimi gibi konular tedarik zincirinin ikinci durumu içerisinde yer almaktadır (Panayiotou ve Aravosis, 2011).

Son yıllarda, bilgi teknolojilerinin doğru kullanılması ve örgütsel yapının iyileştirilmesi ile birlikte tedarik zinciri yönetiminin stratejik önemi daha da artmaktadır (Lee ve Kim, 2009). Geleneksel yapılanma içerisinde kalan işletmeler sadece maliyetlerini düşürme ve kârlarını artırma yarışı içerisine girerken, modern işletmeler etkin tedarik zinciri yönetimi ile doğru ürünü, doğru fiyatla ve doğru zamanda müşteriye ulaştırılması gerektiğine inanmaktadırlar. Ayrıca bu işletmeler



ekonomik büyümeyle birlikte kapasite kullanım oranlarına, toplam maliyetlerine, siparişleri teslim etme zamanlarına ve müşteri tatmin düzeylerine de dikkat etmektedirler. Böylece zincir içerisinde bulunan bütün paydaşlar maliyetleri azaltarak, piyasadaki değişikliklere daha hızlı yanıt vererek ve siparişlere karşı daha şeffaf olarak rekabet avantajı elde etmiş olacaktırlar.

## 2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Tedarik Zinciri Yönetimi gerek işletme yöneticilerinin gerekse akademisyenlerin yoğun ilgisi ile birlikte imalat sektörü başta olmak üzere birçok sektörde uygulamalarıyla sürekli büyüyen bir alana sahiptir. Rekabetin hızla büyümesi ile dış kaynak kullanımını artırmakta, bu sayede tedarik zinciri yönetimi, üzerinde durulması gereken önemli konulardan biri haline gelmektedir. Günümüzde birçok işletmeci yönetim yapılarını değiştirmekte ve tedarik zinciri süreçlerini iyileştirme çalışmalarına yönelmektedir. Bütünleşik bir tedarik zinciri yapısı kuran işletmeler, müşteri taleplerini daha hızlı karşılamakta ve ürünlerini daha güvenilir ortamlarda teslim etmektedirler.

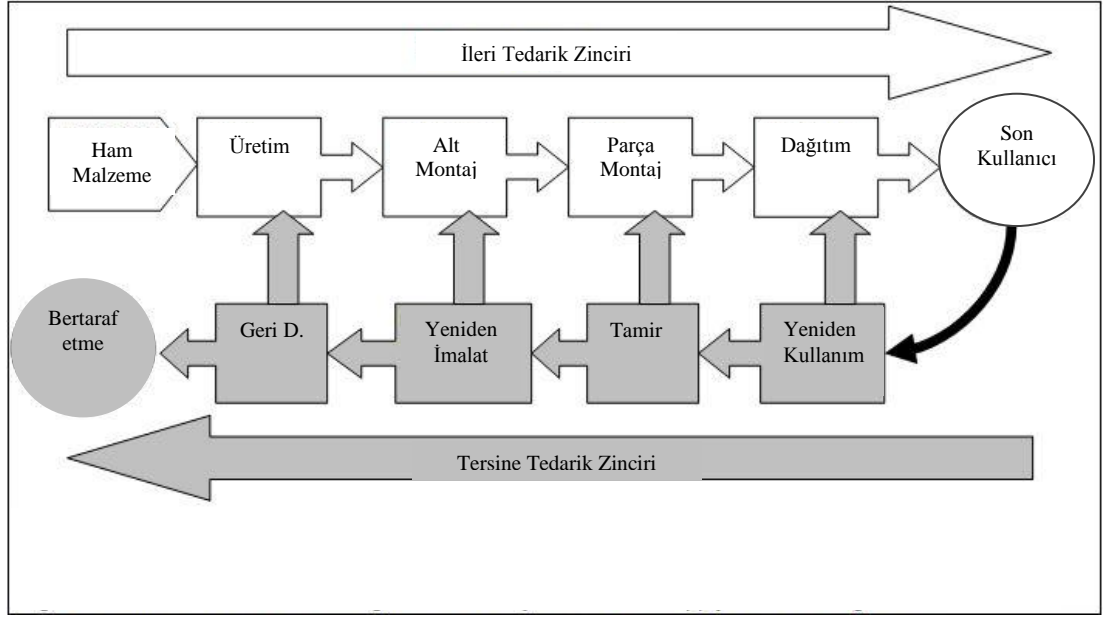
Son 20 yılda Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) kavramı ile ilgili birçok tanım yapılmıştır. Bu tanımlar aynı zamanda kavramın daha iyi anlaşılır olmasını da sağlamaktadır. Özellikle bazı akademisyenler TZY kavramını ilk tanımlayanlar arasında yer almaktadır. Örneğin, Oliver ve Webber (1982)'e göre TZY, ürünlerin tedarikçilerden imalat tesisleri vasıtasıyla müşterilere iletilmesi sürecidir. Jones ve Riley (1987)'e göre TZY teknikleri, tedarikçilerden son kullanıcıya doğru toplam malzeme akışının planlanması ve kontrolü ile ilgilidir. Ellram (1991)'a göre TZY, tedarikçilerden son kullanıcıya doğru malzemenin planlanması ve kontrolünü içeren bütünleşik bir yaklaşımdır. Kısaca TZY, tedarikçilerden müşterilere malzemelerin, bilginin ve parasal kaynakların hareketinin planlanmasını, yürütülmesini, koordinasyonunu ve kontrolünü içerir.

TZY'yi geniş haliyle ifade etmek gerekirse Metzer vd. (2001: 428), “*tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri içerisinde bulunan her bir üyenin uzun dönem performansını artırmak için üyeler arasındaki operasyonel ve taktiksel faaliyetlerin*

*stratejik ve sistematik koordinasyonudur” şeklinde tanımlamışlardır. Stock ve Boyer (2009: 706) ise Tedarik Zinciri Yönetimi; “malzemenin, hizmetin, paranın ve bilginin üreticiden tüketicilere kadar ileri ve geri yönlü olarak akışını kolaylaştırmak için birbirinden bağımsız kurumlar ile malzeme tedarikçileri, satın alma, üretim tesisleri, lojistik firmaları, pazarlama ve ilgili işletme birimleri arasında oluşan ve sonucunda kâr, müşteri memnuniyeti, verimlilik ve değer faydaların sağlandığı bir yönetim biçimidir” şeklinde yorumlamaktadırlar.*

Tedarik Zinciri Yönetimi uzun, orta ve kısa vadeli zaman ufuklarına bağlı olarak stratejik, taktiksel ve operasyonel planlar olmak üzere üç seviyeye ayrılmaktadır (Melo vd., 2009). Stratejik planlama seviyesi, tesislerin sayısını, yerlerini, kapasitelerini ve teknoloji tipini belirlemeye yönelik iken, taktiksel ve operasyonel planlama seviyesi satın alma, üretim, dağıtım ve stok miktarlarını ve tesisler arası ürün akış miktarlarını belirlemeye yöneliktir. Bütünleşik tedarik zinciri yapısı işletmelerin taktiksel ve operasyonel kararlarını etkilediğinden dolayı uzun dönem dikkate alınmaktadır. Bu yüzden, tedarik zinciri ağı tasarımı kararları üzerine büyük yatırımlar yapılmadan önce uzun süre araştırmalar yapılmaktadır.

Tedarik Zinciri Yönetiminin amacı, tedarikçileri, üreticileri, depoları ve dağıtım merkezlerini bir bütün halinde yöneterek oluşan maliyetleri minimum seviyede tutmak ve tedarik zinciri boyunca müşteri hizmet seviyesini artırarak doğru miktarda ürünü, doğru zamanda, doğru koşullarda, doğru yere ulaştırmaktır (Simchi-Levi vd., 2003). Geleneksel tedarik zinciri yönetimi ürünlerin hareket noktasının, hammadde temininde bulunan ilk tedarikçi seviyesinden başlayıp bitmiş ürün olarak son müşteriye kadar ulaşması şeklinde sınırlandırılmıştır. Fakat günümüzde tedarik zinciri faaliyetleri genişletilmekte ve geri dönen ürünler de dikkate alınmaktadır. Müşterilerden geri dönen ürünlerin toplanması, ayıklanması ve işe yarar olanların tekrar üretilmesi suretiyle pazara kazandırılması tersine tedarik zinciri olarak adlandırılmaktadır. Geri dönen ürünlerin yönetimi ekonomik ve çevresel amaçlar doğrultusunda dikkate alınmaktadır (Dekker, 2004). Şekil 2’de tedarik zinciri yönetiminde tersine akış görülmektedir.



Şekil 2: Tersine Tedarik Zincirinde Ürün Akışı

**Kaynak:** De Brito ve Dekker, 2003: 15

Şekil 2’de, ürünlerin müşterilerin kullanım sonrası tekrar üretim merkezine veya bertaraf etme/yok etme merkezlerine nasıl gönderildiği görülmektedir. Yukarıdaki şekilde, müşterilerden geri dönen ürünlerin yeniden kullanıma sunulması için dağıtım merkezlerine, oluşan kusur veya eksikleri tamir etmek için parça montaj tesislerine, eğer kullanıma sunulabilecek şekilde onarılamadıysa fakat ürün üzerinde değişiklik yapılması gerekiyorsa yeniden imalat için alt montaj tesislerine ve geri dönüşüm süreci ile ürünün parçalanması için üretim tesislerine ve bertaraf etme merkezlerine gönderme süreçleri yer almaktadır.

Tersine tedarik zinciri, tedarik zinciri yönetiminde son müşteriden veya kullanıcıdan geri dönen ürünlerin toplanması, depolanması ve tekrar üretilerek yeni ürün haline getirilmesi faaliyetleri olarak tanımlanır. Bu faaliyetler, ürünlerin tekrar kullanımı, tekrar satışı, bakımı, tekrar imalatı ve geri dönüşüm olarak değerlendirilebilir. Kısaca bu faaliyetler şu şekildedir. Tekrar imalat, kullanılmış ürünlere değer eklenerek bu ürünlerin yeni ürünler kadar kaliteli hale dönüştürülmesidir. Yeniden kullanım, ürünün ya da ambalajın herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın tekrar kullanımınıdır. Geri dönüşüm, kullanılmış ürün ve parçalardan elde edilen malzemelerin yeniden kullanımınıdır. Tedarik zinciri boyunca

ortaya çıkan atıklar, tersine tedarik zinciri sistemi ile tekrar üreticiye hammadde olarak geri dönmekte ve yeniden işleme tabi tutulmaktadır (Genç, 2009: 276; Gilanlı vd., 2012: 151). Yeniden işleme giren ürünler, mutlaka yeniden ambalajlanır, paketlenir ve müşteriye teslim etmeye hazır hale getirilir. Bu süreçte malzemenin orijinal kimliği bozulmakta fakat kalitesi artmaktadır (Kim vd., 2006).

Bir organizasyonda üretim dönüşleri, dağıtım dönüşleri, müşteri dönüşleri, tamir ve yeniden kullanım, ürün yenileştirme, yeniden üretim, ürün yamyamlaştırma (product cannibalization) ve geri dönüşüm faaliyetleri tersine tedarik zincirine konu olabilecek sebepler olarak sıralanabilmektedir (Brito vd., 2002). Tersine tedarik zinciri faaliyetinde kullanım ömrü sona eren ürünler çevresel yükü de azaltarak kirliliği önlemektedir (Lamber vd., 2011). Tersine tedarik zinciri faaliyetlerinde başarılı olan yöneticiler süreç verimliliği, müşteri hizmeti, ürün tasarımı ve satış sonrası hizmet gibi konularda da başarılı olmaktadır.

### **3. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNİN STRATEJİK ÖNEMİ**

Bireysel işletmeler birbirlerine karşı rekabet avantajı sağlamada artık kurumsal kimliklerini değil tedarik zinciri yönetiminde sağlamış oldukları başarılı uygulamaları göstermektedirler. Bu durum modern iş dünyasının en önemli paradigma değişimlerinden biri haline gelmektedir (Lambert ve Cooper, 2000: 65). İçinde bulunduğumuz rekabet çağında işletmeler marka veya mağazaları yerine tedarikçi-marka-servis ağı üçlüsü ile kendilerini büyütme çalışmaktadırlar. Tedarik zinciri uygulamaları, işletmelere maliyetlerini azaltmada ve çevrim zamanlarını düşürmede büyük avantajlar sağlamaktadır. Örneğin, Wal-Mart Perakende Zinciri Mağazası 2004 yılında hayata geçirdiği ciddi tedarik zinciri uygulamaları ile stok dönüşlerinin arttığını, müşteriye cevap vermede hızlandıklarını ve yenilenme hızlarının haftalardan günlere hatta saatlere kadar azaldığını ilan etmişlerdir (Helms, 2005). İşletmeler, tedarik zinciri yönetiminin artan önemi ile birlikte tüm iş süreçlerini mükemmel hale getirmeye çalışmakta ve sonucunda yeni müşteriler ile birlikte kârlarını artırmayı hedeflemektedirler.

Tedarik zincirinde **Satın Al, Üret, Taşı, Depola ve Sat** faaliyetlerinin stratejik seviyede bir araya getirilmeleri ve ona göre hareket edilmesi gerekmektedir. Satın alma faaliyeti hammaddelerin, parçaların, kaynakların ve hizmetlerin satın alınması görevlerini içermektedir. Üretim faaliyeti mal veya hizmet üretimi ile birlikte bakım onarım, kalite kontrol, eğitim gibi faaliyetlerden sorumludur. Taşıma faaliyeti malzemenin, bitmiş ürünlerin ve insanların tedarik zinciri boyunca taşınması ile ilgilidir. Depolama faaliyeti üretim malzemelerinin veya hammaddelerin işlem görmesi için bekletilmesi ve bitmiş ürün haline getirilerek müşteriye teslim edilmek üzere depolanması durumudur. Satış faaliyeti ise pazarlama ve satış başta olmak üzere tüm pazar odaklı faaliyetler ile ilgilidir. Tedarik zinciri boyunca bu faaliyetlerin her biri birbiri ile bağlantılıdır. Örneğin stratejik seviyede satın alma faaliyeti tedarikçiler ile uzun dönem ilişkinin gelişimine odaklanmaktadır. İşletmeler kendi tedarik zinciri politikalarına uyumlu ve hedefleri olan tedarikçiler belirlemekte ve onlar ile çalışılmaktadırlar. Bu hedefler, yeniliğe her zaman açık Ar-Ge çalışmaları, yüksek kalite, düşük maliyet ve müşteriye cevap verme hızı şeklinde belirlenebilmektedir (Kannan ve Tan, 2005: 225).

Stratejik tedarik zinciri yönetimi yenilikçi bir işletme yönetimi anlayışının beraberinde diğer bazı stratejileri de ileriye taşımaktadır. Cohen ve Roussel (2005: 10–14)'e göre tedarik zincirinden etkin bir şekilde yararlanabilmek için operasyon, dış kaynaklardan yararlanma, kanal, müşteri hizmeti ve varlık ağı stratejileri dikkate alınması gerekmektedir. Operasyon stratejisi, ürün veya hizmetlerin nasıl, nerede, ne kadar, kim tarafından ve kimin için üretileceğini belirlemeye yöneliktir. Kanal stratejisi, hammadde, bitmiş ürün veya hizmetin tedarikçiden müşteriye nasıl aktarılması ile ilgilidir. Dış kaynak stratejisi, işletmenin özellikle ölçek, kapsam ve teknolojik uzmanlık alanlarında avantaj sunabilecek şirket dışı işletmelerden yarar sağlamasıdır. Müşteri hizmet stratejisi, müşterilerin istek ve ihtiyaçlarına göre ürün veya hizmet üretebilme ve bunları istedikleri zamanda ulaştırabilme yeteneğidir. Son olarak varlık ağı stratejisi ise, işletmenin en uygun sayıda üretim ve dağıtım merkezi, depo vb sayısını belirleyerek onları müşteri hizmet düzeyini artıracak şekilde en uygun yerlere konumlandırmasıdır. İşletmenin karar vericileri bu stratejilerin birlikte nasıl hareket ettirilmesi gerektiğini belirledikleri takdirde tedarik zinciri stratejilerini de belirlemiş olmaktadır.

İşletmeler, müşterilerine ürünlerini sunarken gerçekleştirdikleri faaliyetleri her zaman rakiplerine göre daha iyi yerine getirme çabası içerisindeyler. Tedarik zinciri ise, teslim zamanı, kalite, maliyet, müşteri desteği, taşıma gibi müşterilerin ürün hakkında karar verirken doğrudan etkilendiği fonksiyonları içermektedir. Bu açıdan tedarik zincirleri bir ürünün tasarımına, kalitesine, değerine ve başarısına katkı sağlamaktadır. Fakat bu aşamada sorulması gereken soru şudur. Acaba hangi faktör tedarik zinciri stratejilerini belirlerken en büyük öneme sahiptir? Bu soruya geniş bir pencereden bakıldığında, tedarik zinciri stratejileri etkileyen en önemli faktör müşteriler olmaktadır. Diğer faktörler olan maliyet, zaman, kalite, ürün esnekliği, miktar esnekliği, teknoloji ve yer seçimi, müşterilerin ürüne verdikleri değere göre değişmektedir (Waters, 2003: 64).

Daha önceden de ifade edildiği gibi işletmeler serbest ticaretin acımasız rekabet koşulları altında ayakta kalabilmek için her zaman düşük maliyet, yüksek müşteri hizmeti, hızlı teslimat, esneklik, ileri teknoloji kullanımı gibi profesyonel çözümler üretmek zorunda kalmaktadırlar. Fakat yüksek müşteri hizmet seviyesi beraberinde yüksek maliyet getirmesi bakımından gerçek hayat problemlerinde bu durum çok mümkün olmamaktadır. Bu durumda ise işletmeler kendilerine en yüksek faydayı sağlayacak bazı tedarik zinciri stratejilerine odaklanmaları gerekmektedir. Örneğin, Ryanair düşük hizmeti düşük maliyet ile sağlarken, FedEx teslimat süresi üzerine odaklanmaktadır. Organizasyonlar rekabet stratejilerinde nasıl strateji seçimi yapıyorlar ise, tedarik zinciri stratejilerini seçerken de aynı hassasiyeti göstermektedirler (Yörük, 2007: 23). Genel olarak işletmeler verimlilik odaklı, esneklik ve hız odaklı ve entegre olmuş tedarik zinciri stratejilerini uygulamaktadırlar (Waters, 2003: 66–67).

Verimlilik odaklı tedarik zinciri stratejisi, işletmenin üretim, stok, kaynak kullanımı, teknoloji transferi, zaman, kalite kontrol, taşımacılık gibi her bir faaliyetinde kaynakları mümkün olduğunca az kullanmaktır. Fisher (1997: 108)'e göre bunun için, stokları en uygun, tedarik zinciri üyelerini en iyi, teslimat sürelerinin en kısa, teslimat miktarlarının en iyi ve kapasite kullanım oranının en yüksek seviyede kullanılması gerekmektedir. Bu strateji ile kaynak israfı da en aza indirilmesi hedeflenmektedir.

Günümüzde verimlilik odaklı tedarik zinciri stratejilerini uygulayan işletmeler, aniden değişen ve çeşitlenen müşteri taleplerine hızlı yanıt vermekte zorluk çekmektedirler. Böylesi durumlarda amaç en düşük fiyat ile ürün veya hizmet sunmaktan müşteri ihtiyaçlarını hızlı ve yerinde karşılamaya doğru kaymaktadır. İşletmeler bu değişimi yakalamak ve sahip oldukları kaynaklar ile bu talebi karşılayabilmek için esnek üretim sistemlerine geçmektedirler. Bu yüzden esneklik ve hız odaklı tedarik zinciri stratejileri kullanılmakta ve katlanabilecekleri maliyet seviyesinde verimlilik düzeylerini belirlemeye çalışmaktadırlar. Bu stratejinin amacı, değişen şartlara çok hızlı cevap vererek müşteri hizmet düzeyini artırmaya yöneliktir. Esneklik stratejisinin diğer bir performans ölçütü ise teslimat süresidir. Organizasyonlar, müşteri memnuniyetinin sağlanmasında maliyetlerini kontrol altında tutarak esnek tedarik zincirlerine sahip olmalıdırlar. Yukarıda anlatılan her iki strateji çelişen amaçlara sahip olsalar da, aynı anda bir işletme tarafından kullanılabilir. Yani bir işletme kullanmış olduğu bilişim teknolojisi ile hem maliyetlerini düşürebilmekte hem de müşteri hizmet seviyesini artırabilmektedir (Waters, 2003: 67).

İşletmeler tedarikçileri, üretim tesisleri, toptancıları, perakendecileri ve müşterileri ile bütüncül bir yapı oluşturmak zorundadırlar. Bu yapı geleneksel (çatışmacı) tedarik zinciri bakış açısından entegre (işbirlikçi) tedarik zinciri bakış açısına doğru değişimi de getirmektedir. Entegre tedarik zinciri stratejisi, tedarik zincirinin ihtiyaç duyduğu her bir üyenin kaynak ve yeteneklerini planlama, örgütleme, koordine ve kontrol etme suretiyle etkili kılmaktır. Bu yönetim anlayışı ile rakiplere karşı daha çok direnç sağlanmış olmaktadır. Waters (2003: 44), geleneksel tedarik zinciri ile entegre tedarik zinciri arasında anlayış ve kültürel farklılıklar olduğu görüşündedir. Buna göre, entegre tedarik zincirinde kâr üyeler arasında paylaşılmakta, daha iyi güven ortamı sağlanmakta, bilgi ve iletişim açık ve paylaşımlı olmakta, ortak kalite problemleri çözülmekte, müşteri odaklı bir anlayışa sahip olunmakta ve esnek anlaşmalar yapılabilmektedir.

Artan rekabetin ve azalan ürün yaşam döngüsünün etkisiyle, işletmeler süreçlerinde entegre yapıyı kurmaya çalışmaktadırlar. Bu sayede, stok maliyetlerinin azalması, malzeme akışının iyileşmesi, kapasitenin artması, teslimat sürelerinin azalması kalitenin artması gibi avantajlar elde edilebilmektedir. Tedarik zinciri

entegrasyonu, zincirde bulunan üyeleri bir araya getirmekte, işletmelerin uyumlu şekilde çalışmalarını sağlamakta ve tek bir sistemin parçaları gibi birbirlerine destek olunmasına imkân vermektedir. Şekil 3’de entegre tedarik zincirinin işleyişi görülmektedir.



Şekil 3: Entegre Tedarik Zinciri Faaliyetleri

Şekil 3’de görüldüğü gibi entegre tedarik zinciri stratejileri birçok birim ile ilişki halindedir. Özellikle müşteri gereksinimlerini karşılama, riski azaltma ve büyüme gibi problemler entegre tedarik zinciri yönetimi ile çözülebilmektedir.

Tedarik Zinciri Yönetimi, üretim planlama faaliyetlerinin düzenlenmesine ve kontrol edilmesine de yardımcı olmaktadır. Tedarik zinciri yönetimi ile pazarda oluşan dalgalanmalar, operasyonel beklenmedik gelişmeler ve rakiplerin stratejilerinde değişiklikler yakından takip edilerek dinamik bir örgüt yapısı oluşturulmaktadır (Çiçek ve Bay, 2007: 94). Bu sayede sürekli olarak değişen iş dünyasını görmek daha kolay olmaktadır. Dinamik gelişim, otomasyona bağlı süreçler, bilgi teknolojilerinin etkinliği, yalın ve sürdürülebilir üretim anlayışı tedarik zinciri yönetiminin performansını sürekli olarak artırmaktadır (Arunachalam, 2005: 84).



#### 4. TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI

Tedarik zinciri ağı, hammaddenin tedarikçilerden satın alınmasından bitmiş ürün haline dönüştürülerek müşterilere teslim edilmesine kadar olan süreçlerin içerisinde bulunan tedarikçilerin, imalat tesislerinin, depoların ve dağıtım merkezlerinin belli bir yapı içerisinde tasarlanmasıdır (Liu ve Nagurney, 2013). Tedarik zinciri yönetimindeki en önemli stratejik kararlardan biri olan tedarik zinciri ağı tasarımı, tedarik zincirinin tüm ekonomik ve çevresel performansının artırılmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Tedarik zinciri ağı tasarımı genel olarak, tesis yeri belirleme, tesislerin sayısını ve kapasitesini belirleme ve üyeleri arasında toplam malzeme akışını dengeleme konuları üzerine yoğunlaşmaktadır.

Küreselleşme ile birlikte yüksek teknolojiye sahip Samsung, Apple ve IBM gibi birçok işletme, dünyanın her yerine dağılmış müşterilerinin memnuniyetlerini kazanabilmek için ürünlerini en uygun ulaştırma kanalı ile dağıtmaktadırlar. Bu işletmeler etkin bir tedarik zinciri ağı tasarlayarak, taşıma faaliyetleri kadar en uygun üretim miktarlarını, depolama hacimlerini ve farklı tedarik faaliyetlerine göre en uygun seviyede kapasitelerini belirlemektedirler. İşletmeler aynı zamanda bu faaliyetlerin maliyetlerini de göz önünde bulundurarak hareket etmektedirler (Zhang ve Xu, 2014: 169).

Tedarik zinciri yönetiminin gelişmesi ve tüm dünya işletmeleri tarafından kullanılması ile birlikte çözülmesi gereken pek çok problemde gün yüzüne çıkmaya başlamıştır. Bu problemlerin çözümünde yöneylem araştırması modelleri en sık kullanılan tekniklerin başında gelmektedir. Örneğin, tesis yerleşim (facility location) problemleri tedarik zinciri yönetiminde en çok karşılaşılan bir problem tipidir. İmalat tesisleri ile müşteriler arasında ürün, para ve bilgi akışının sağlanabilmesi için depoların, dağıtım merkezlerinin, toplama merkezlerinin, stok alanlarının vb. yerlerinin belirlenebilmesi yöneylem araştırması teknikleri ile çözülebilmektedir. Ulaştırma ve üretim faaliyetleri, kalite kontrol süreçleri, müşteri hizmet politikaları, tam zamanında programlar, depolama, geri toplama ve iade etme faaliyetleri doğru ve etkin bir şekilde yürütülmesi tesislerin doğru konumlandırılması ile mümkün olmaktadır. (Schultman vd., 2006: 1034).

Çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları birlikte ele alan tedarik zinciri ağı tasarımı, ekonomik ve sürdürülebilir hedefleri yerine getirebilmek için disiplinler arası bir anlayış, bir vizyon gerektirmektedir. Bu tür tasarım problemlerinin yapısında ödünleşme, farklı amaçlar ve karmaşıklık bulunmaktadır. Bu yüzden bunları matematiksel programlar haricinde çözebilmek oldukça zordur. Karar vericiler tedarik zinciri tasarım problemlerini etkin bir şekilde çözebilmek için problemin sınırlarını belirlemeleri, amaç fonksiyonunu netleştirmeleri ve performans göstergelerini tanımlamaları gerekmektedir.

Bu bölümde tedarik zinciri ağı tasarımı; ileri tedarik zinciri ağı tasarımı, tersine tedarik zinciri ağı tasarımı ve kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı olmak üzere üçe ayrılmıştır. Her bir konu hakkında literatür geniş bir şekilde taranmıştır. Yapılan incelemelerde tedarik zinciri ağı tasarımında birçok matematiksel model ve bu modellerin çözümünde yardımcı olabilecek algoritmalar geliştirilmiştir. Geliştirilen matematiksel modeller tek amaçlı veya çok amaçlı yapıya ve kesin bilgi veya belirsiz bilgili parametrelere sahiptir.

Tedarik zinciri, tersine tedarik zinciri ve kapalı döngü tedarik zincirinde geliştirilen matematiksel modeller incelenirken, özellikle belirsizlik kavramı risk kavramı ile birlikte değerlendirilmiştir. Başka bir ifade ile riski oluşturan unsurlar genel olarak belirsiz kavramlardan oluşmaktadır. Diğer taraftan, kesin olmayan parametrelerin yer aldığı çalışmaların birçoğunda çözüm olarak bazı algoritmalar önerilmiştir. Bu algoritmalar bulanık, olabilsel ve sezgisel yöntemler ile çözülmeye çalışılmıştır.

#### 4.1. İLERİ TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI

Açık döngü veya doğrudan tedarik zinciri ağı tasarımı olarak ta bilinen ileri tedarik zinciri ağı tasarımı, tedarikçiler, üretim tesisleri, dağıtım merkezleri, perakendeciler ve müşterilerden oluşan ve ileri yönde malzeme ve geri yönde sadece bilgi ve paranın hareket ettiği bir sistemdir (Stevens, 1989). Bu sistemin en belirgin özelliği, müşterilerden üretim merkezlerine doğru geri yönde bir ürün akışı söz konusu olmamasıdır. İleri tedarik zinciri ağı problemlerinde amaç genellikle toplam

maliyeti en küçüklemek ya da kârı en büyüklemek şeklinde tek boyutludur (Jayaraman ve Pirkul, 2001; Jayaraman ve Ross, 2003; Syarif vd., 2002; Yan vd., 2003). Fakat uygulamada, tedarik zinciri problemlerinde temel hedefler yukarıda belirtildiği gibi olsa da, son on yılda müşteri hizmet düzeyini artırmak, güvenlik stoğunu düşürmek ve finansal riskleri azaltmak gibi hedefler bakımından önem kazanmaya ve araştırmacıların ilgisini çekmeye başlamıştır. Birbiri ile çelişen bu hedefler tedarik zinciri ağı tasarım problemlerini çok amaçlı yapılar haline getirmektedir. Bu çok amaçlı problemlerin çözümünde ağırlıklı-toplam metodu,  $\epsilon$ -kısıt metodu, hedef programlama, meta sezgisel yaklaşımlar, bulanık küme yöntemi ve olabirsel programlama yaklaşımları yoğun şekilde kullanılmaktadır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, ileri tedarik zinciri modellerinin bazılarında, problemin parametreleri kesin bilgi içermektedir. Sabri ve Beamon (2000), ileri tedarik zinciri ağında üretim, dağıtım ve talep belirsizliği altında toplam maliyeti, kapasite kullanım oranını ve esnekliği en iyileyecek şekilde çok amaçlı hem stratejik hem de operasyonel seviyede karar verme problemi geliştirmişlerdir. Çalışmada geliştirilen matematiksel model esnek, etkin ve verimli bir tedarik zinciri ağının tasarlanmasını hedeflemektedir. Nozick ve Turnquist (2001), çok kademeli ileri tedarik zinciri ağı tasarımında dağıtım merkezlerinin yerlerini belirlemede ortaya çıkan toplam maliyeti en küçükleyecek ve hizmet seviyesini en büyükleyecek iki amaçlı model geliştirmişlerdir. Modelin çok boyutlu bir yapıya sahip olması çözümü zorlaştırmaktadır. Bu yüzden sezgisel bir yöntem kullanılmıştır. Hugo ve Pistikopoulos (2005), ileri tedarik zinciri ağı tasarım probleminde, bir ilaç firmasının uzun dönem toplam kârını en büyükleyecek ve toplam çevresel etkilerini en küçükleyecek iki amaçlı matematiksel bir model önermişlerdir. Çalışmada stratejik seviyede teknoloji seçimi, kullanımı ve genişletilmesi kararları ile taktiksel seviyede ulaşım araçları seçimi kararları birleştirilerek pazarın talepleri karşılanması hedeflenmektedir. Quariguasi vd. (2008), ileri tedarik zinciri ağı tasarımında, örnek olarak aldıkları kâğıt ve ağaç sanayi işletmesinin tesisler arası malzeme taşıma miktarını optimal seviyede tutarak toplam maliyeti ve çevresel zararları en küçükleyecek iki amaçlı doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada, Veri Zarflama Analizi (VZA) Tekniği kullanılmış ve böylece daha kısa sürede ve gerçek çözüme yakın yeni çözümler üretilmiştir. Thanh vd. (2010), çok periyotlu,

çok kademeli, çok ürünlü ileri tedarik zinciri tasarımı ve planlama problemi ele almışlardır. Çalışmada, her tesisin ve depoların üst ve alt sınır kapasiteli kullanım seviyeleri bulunmaktadır. Geliştirilen matematiksel modelde tesisleri açma, kapatma, genişletme ve tedarikçi seçimi gibi hedefler yer almaktadır. Bouzembrak vd. (2011), tedarik zinciri ağı tasarımında toplam maliyeti ve toplam CO<sub>2</sub> salınımını en küçükleyecek iki amaçlı matematiksel model geliştirmişlerdir. Çalışma depo ve dağıtım merkezlerinin yerlerini belirleme, üretim teknolojisi seçimi ve ürün dağıtım planlama gibi stratejik kararların verilmesinde yöneticilere yardımcı olabilecek niteliğe sahiptir. Wang vd. (2011), toplam maliyet ve çevresel etkiler arasında oluşan ödünleşmeyi dikkate alan çok amaçlı ileri tedarik zinciri ağı tasarım modelini önermişlerdir. Toplam maliyet fonksiyonu çevresel koruma ekipmanları için yapılan yatırım maliyetlerini içermektedir. Çevresel amaç fonksiyonu ise (1) üretimden kaynaklanan ve (2) tesisler arası taşımadan kaynaklanan toplam CO<sub>2</sub> salınımını en küçüklemek üzerinedir. Dehbari vd. (2012), üretim tesislerinden birbirinden farklı perakendecilere ürünlerin dağıtımını sağlayan bir tedarik zinciri modeli geliştirmişlerdir. Model, hibrid parçacık sürüsü optimizasyonu ve tavlama benzetimi sezgisel yöntemleri ile çözülmüştür. Sonuçlar karınca kolonisi ve tabu arama sezgisel yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Liu ve Papageorgiou (2013), küresel bir tedarik zinciri ağında üretim, dağıtım ve kapasite planlama kararları altında toplam maliyeti, ürün teslim zamanını ve müşteri hizmet seviyesini en iyileyecek üç amaçlı matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Shabani vd. (2013), çoklu tedarikçi, depo, dağıtım merkezi ve perakendecilerin yer aldığı tedarik zinciri ağı tasarımı için tesis yerleşimi ve stok kontrolü politikalarını birlikte yönetebilen matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Wang ve Yin (2013) ise tesis yerleşimi, müşterilerin tesislere atanması ve stok yönetimi kararlarını eniyileyen ve yeni kurulan tesislerin yıkıma risklerinin olduğu bütünlük tedarik zinciri optimizasyon modeli önermişlerdir.

Araştırmacıların bazıları ise, tek amaçlı veya çok amaçlı ve parametrelerinin belirsiz olduğu ileri tedarik zinciri modellerinin çözümünde bulanık ve olabirsel programlama yaklaşımını kullanmışlardır. Guillena vd. (2004), çok amaçlı stokastik karma tamsayı doğrusal programlama modeli ile tedarik zinciri ağ tasarım problemi geliştirmişlerdir. Bu model, müşteri hizmet seviyesi, tedarik zinciri kârlılığı ve finansal risk gibi belirsizlikler altında standart kısıt metodu ve dal-sınır tekniği ile

çözümüştür. Aynı yıl Chen ve Lee (2004), ürün fiyatlarının ve talep bilgilerinin belirsiz olduğu tedarik zinciri ağı tasarımı için çok amaçlı optimizasyon modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada belirsiz talep bilgileri, bilinen olasılık değerleri ile senaryolaştırılarak model oluşturulmuş, ürün fiyatları üzerinde belirleyici etkileri olan alıcı ve satıcılar tanımlanarak bulanık küme mantığı kullanılmış ve tek tesis, iki dağıtım merkezi, iki perakendeci ve iki tip ürünün yer aldığı tedarik zinciri üzerinde hesaplamalar yapılmıştır. Torabi ve Hassani (2008), içerisinde satın alma, üretim ve dağıtım planlarının yer aldığı ve birden fazla tedarikçi, dağıtım merkezi ve üretim tesisinin bulunduğu yeni bir tedarik zinciri master planı geliştirilmişlerdir. Bu planda, toplam lojistik maliyeti ve toplam satın alma maliyetini en küçükleyecek iki amaçlı matematiksel bir model yer almaktadır. Selim ve Özkarahan (2008), çok amaçlı tedarik zinciri dağıtım ağı tasarım modeli geliştirmişlerdir. Modelin amacı, perakendeciler için istenen hizmet düzeyini sağlayacak üretim tesisi ve dağıtım merkezlerinin yerlerini, sayılarını ve kapasitelerini en uygun şekilde belirlemektir. Çalışmada, perakendecilerin belirsiz talepleri olduğundan dolayı karar vericilerin geçmiş tecrübelerinden yararlanılarak bulanık çözüm yaklaşımı kullanılmıştır. Azaron vd. (2008), müşteri taleplerinin, tedarik edilen malzemelerin, işlem sürelerinin, ulaştırma ve kapasite genişletme maliyetlerinin belirsiz yapıda olduğu ileri tedarik zinciri ağı tasarımı için çok amaçlı karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama yaklaşımı geliştirmişlerdir. Çalışmanın amaç fonksiyonları toplam yatırım maliyetlerinin, ulaştırma ve kapasite genişletme maliyetlerinin en küçüklenmesi, toplam maliyet çeşitliliğinin en küçüklenmesi ve finansal risk veya bütçenin ihtiyaçları karşılamama durumunun en küçüklenmesi şeklindedir. Çalışma, gıda sektöründeki gerçek bir firma üzerinde test edilmiş ve hesaplamaları yapılmıştır. Peidro vd. (2009), tedarik, talep ve iş süreçlerinin belirsiz olduğu tedarik zinciri ağı tasarımı için bulanık karma tamsayılı matematiksel programlama modeli önermişlerdir. Geliştirilen olabirsel doğrusal programlama modeli 44 tedarikçinin, bir üretim tesisinin, bir montaj tesisinin ve bir otomobil montaj tesisinin olduğu tedarik zinciri ağı üzerinde test etmişlerdir. Pishvae vd. (2012), imalat sektöründe yer alan gerçek bir işletme üzerinde uygulama yapmışlardır. Çalışmada, üç kademeli ileri tedarik zinciri ağı problemi için bulanık matematiksel model önerilmiştir. Önerilen modelin amacı, tedarik zincirinin hem çevresel etkilerini hem de toplam

maliyetini en küçüklemek üzerinedir. Pishvae ve Razmi (2012), belirsiz koşullar altında çevresel tedarik zinciri ağı tasarımı için çok amaçlı matematiksel programlama modeli önermişlerdir. Çalışmada önerilen model hem ekonomik hem de çevresel amaçları en iyilemeyi dikkate almaktadır. Bouzembrak vd. (2013), taleplerin, tedarik miktarlarının ve bazı maliyet kalemlerinin belirsiz olduğu tedarik zinciri ağı tasarımı için tek amaçlı olabilsel doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir. Çalışma bir tekstil işletmesinde uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, belirsiz veriler ile önerilen modelin ortam hizmet seviyesi ve hesaplama süresi gibi performans göstergeleri, klasik kesin bilgiye sahip modelinkinden daha hassas olduğu görülmüştür. Cardona-Valdes vd. (2014), taleplerin belirsiz olduğu ve imalat tesisleri, dağıtım merkezleri ve depolardan oluşan üç kademeli tedarik zinciri ağı tasarımı için maliyet ve hizmet süresinden oluşan iki amaçlı stokastik programlama modeli geliştirmişlerdir. Modelin çözüm aşamasında Tabu sezgisel yöntemi kullanılmıştır. Çözümler  $\epsilon$ -kısıt metodu ve standart dal-sınır teknikleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçta, maliyet amaç fonksiyonunun olduğu fonksiyonda  $\epsilon$ -kısıt tekniği daha hassas neticeler vermiştir.

#### 4.2. TERSİNE TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI

Tersine tedarik zinciri ağı tasarımı, ekonomik, çevresel ve doğal kaynakların etkin kullanılması açısından oldukça zor problemlerden biridir. Geri dönen ürünleri yeniden işleme faaliyeti ile tekrar kullanılabilir hale getirme ve doğal kaynakların israfını önlemenin yanında, enerji, hava ve su tasarrufu gibi faydaları da bulunmaktadır (Pochampally vd., 2008). Pishvae vd (2012)'ne göre tersine tedarik zinciri ağ tasarım problemleri, toplama, geri dönüşüm ve tekrar üretime kazandırma merkezlerinin sayısı, yerleşim yerleri, kapasiteleri ve tesisler arası malzeme akışı ile ilgilenmektedir.

Tersine tedarik zinciri ve tersine lojistik kavramları 70'li yıllardan beri bilimsel olarak araştırmacılar tarafından literatürde kullanılsa da, günümüzde birçok kurum, kuruluş veya kişi bu sürecin ne ifade ettiği konusunda hem fikir olamamışlardır. Lojistik Yönetimi Konseyi (CLM), ilk olarak tersine lojistiğin

tanımını 90'lı yıllarda yapmıştır (Stock, 1992: 262). Buna göre tersine lojistik, geri dönüşüm, atık toplama ve tehlike maddelerin yönetimi konularında sıklıkla kullanılan ve son kullanıcıdan geri dönen ürünlerin tekrar kullanımı, yeniden imalatı, yeniden paketlenmesi gibi ürüne ikinci kez müdahale edilmesi süreçlerini kapsayan bir yönetim biçimidir. Pohlen ve Farris (1992), tersine lojistiği pazarlama ilkeleri temelinde değerlendirerek, “malların tüketiciden üreticiye bir kanal yardımı ile hareketi” şeklinde yorumlamışlardır. 90'lı yılların sonuna doğru yaklaşıldığında ise Rogers ve Tibben-Lembke (1999), lojistiğin hedef ve süreçlerini dikkate almışlar tanımlarında tersine tedarik zinciri kavramını kullanmışlardır. Yazarlara göre tersine tedarik zinciri, kullanılmış ürünlerin, tüketicilerden üretim noktasına yeniden imal veya bertaraf edilmesi amacıyla hareket ettirilmesidir.

Tersine tedarik zinciri faaliyetleri ürün geri çağırma, toplama, ayrıştırma, depolama, dağıtım ve atık bertarafı uygulamalarını kapsamaktadır (Karaçay, 2005: 322). Ürün geri çağırma, kullanıcıdan kullanılmış ürünün geri alınmasını ifade etmektedir. Toplama, kullanılmış ürünlerin tekrar kontrol edilerek ve maliyet avantajı sağlaması için belli noktalarda uygun miktarlarda biriktirilmesidir. Ayrıştırma, toplanan ürünlerin kullanım şartlarına göre geri kazanım faaliyetleri için yönlendirilmesidir. Depolama, kullanılmış ürünlerin gerekli şartları sağlaması ile sonradan kullanılmak üzere saklanmasıdır. Dağıtım, kullanılmış ürünlerin ayrıştırıldıktan sonra gerek yeniden işletim merkezlerine, gerekse yeniden pazarlara ulaştırılmasıdır. Atık bertarafı, kullanılmış ürünlerin çevreye zarar vermemesi için uygun bir biçimde ortadan kaldırılmasıdır.

Tersine tedarik zinciri, kullanım ömrü dolmuş ürünlerin toplanması ve tekrar imal edilmesi yönüyle atık yönetiminden farklıdır. Atık yönetiminin püf noktası “atık” kelimesinden gelmektedir. Atık yönetimi, çevre ve insan sağlığına zarar verebilecek maddelerin atık haline geldikten bertaraf edilmesine kadar olan süreçlerin yerine getirilmesine yöneliktir. Atık yönetiminde atıkların ithal edilmesi söz konusu değildir. Diğer taraftan tersine tedarik zincirinde, müşterilerden geri dönen ürünler ekonomiye kazandırılmaya çalışılır ve tekrar tedarik zinciri halkasına dâhil edilmektedir (De Brito ve Dekker, 2003: 4).

Tersine tedarik zinciri ağı tasarım problemlerinde çalışma yapan araştırmacıların, müşterilerden geri dönen ürünlerin toplanması ve bu ürünlerin imalat sürecinden geçirilerek tekrar müşterilere kazandırılması faaliyetleri üzerinde durdukları gözlenmektedir. Bunlardan Jayaraman vd. (1999), tersine tedarik zinciri ağı tasarımında tekrar üretilen ürünlerin ve kullanılan parçaların en uygun miktarını, toplama merkezleri, üretim merkezleri ve yeniden üretim merkezlerine olan talep miktarlarını belirleyebilmek için karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir. Min ve Ko (2006), yerleri bilinen müşteriler, üretim merkezleri ve toplama merkezlerinden oluşan bir ağ tasarım modeli geliştirmişlerdir. Wang ve Yang (2007), elektronik atıkların geri dönüşün yolu ile tekrar müşterilere kazandırılması için karma tamsayılı doğrusal programlama modeli önermişlerdir. Modelin amacı kârı en büyükmek üzerine olup Tayvan'da bir uygulama yapılmıştır. Geliştirilen sezgisel bir yöntem ile modelin CPLEX'de çözümü karşılaştırılmıştır. Sonuçların birbirine yakın değerler verdiği görülmüştür. Nikolaidis (2009), satın alma ve tekrar imalat süreçlerini içeren tersine tedarik zinciri planlama kararlarını en iyilemek için tek periyotlu matematiksel bir model geliştirmiştir. Sasikumar vd. (2010), çok kademeli tersine tedarik zinciri ağının toplam kârını en büyükleyecek karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama modeli geliştirmişlerdir. Modelin çözümünde LINGO programlama dili kullanılmıştır. Çalışmada, tır lastiklerinin üretim sürecini içeren gerçek bir imalat örneği de sunulmuştur. Gomes vd. (2011), taktiksel planlama seviyesinde karma tamsayılı doğrusal programlama modeli ile en uygun ürün toplama ve sınıflandırma merkezlerinin yerlerini belirleme konusunda tersine tedarik zinciri ağı tasarımı üzerine uygulama yapmışlardır.

İncelenen tersine tedarik zinciri ağı problemlerden bazılarında çok amaçlı modellerin yer aldığı görülmüştür. Lim vd. (2005), modüler tasarımlı ürünlerin taleplerinde belirsizliğin olduğu çok periyotlu planlama uzayını dikkate alan karma tamsayılı planlama modeli önermişlerdir. Çalışmada toplam kârı en büyüklemenin ötesinde enerji tüketimini en küçükleyen bir yapı bulunmaktadır. Pati vd. (2008), tesislerin yerlerini, sayısını, malzeme akış miktarını ve rotaları belirlemek amacıyla karma tamsayılı hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen modelin amacı, ters lojistik maliyetlerini azaltmak, ürün kalite gelişimini ve çevresel faydaları



artırmaktır. Pishvae vd. (2010), çok kademeli tersine tedarik zinciri ağına kurulacak olan tesisler arasında toplam ulaştırma ve tesislerin işletim maliyetlerini dikkate alan karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir. Modelin çözümünde sezgisel yöntemlerden komşu arama algoritması ile tavlama benzetimi algoritması kullanılmıştır.

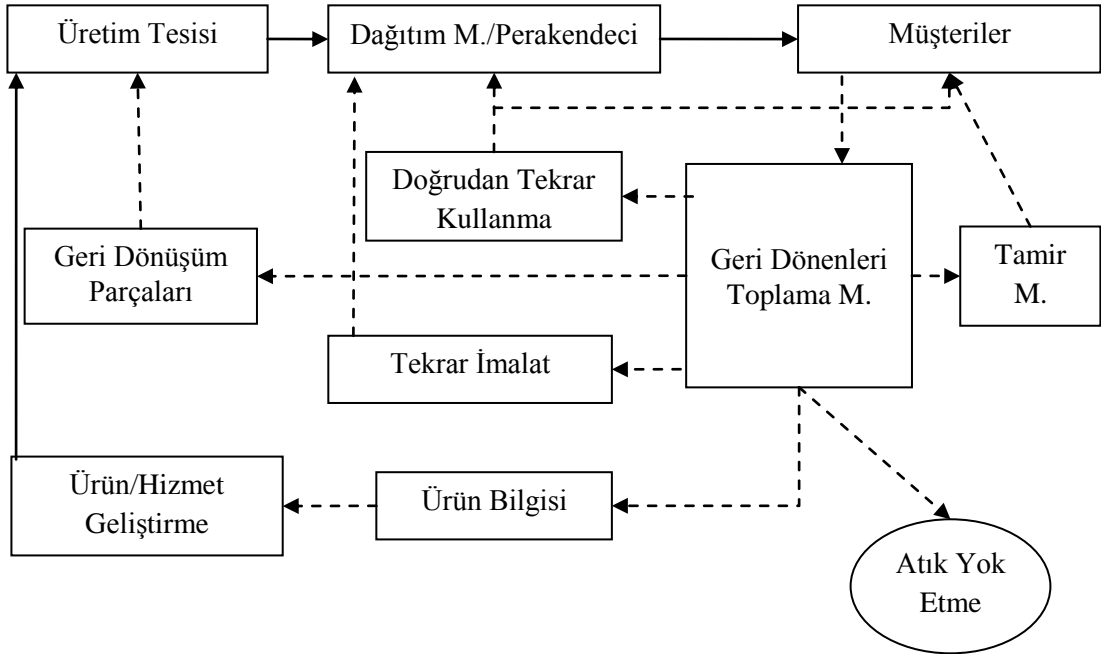
Çok amaçlı tersine tedarik zinciri ağı tasarımı problemleri üzerine geliştirilen matematiksel modellerin bazılarında ise model parametrelerinde ve değişkenlerinde kesin olmayan bir durum bulunmaktadır. Bu belirsiz karar ortamında, problemlerin çözümünde bulanık yöntemler kullanılmıştır. Salema vd., (2007), ürün taleplerinin ve geri dönüşlerin belirsiz olduğu çok ürünlü ve kapasiteli tersine tedarik zinciri ağı geliştirmişlerdir. Çalışmada karma tamsayılı programlama modeli kullanılmış ve dalsınır tekniği ile çözülmüştür. Fonseca vd. (2010) çalışmalarında ekonomik ve çevresel etkileri dikkate alan iki amaçlı tersine tedarik zinciri ağı tasarımı önermişlerdir. Önerdikleri modelin çözümünde ürün teslim maliyeti ve atık üretimi miktarının belirsiz olduğu düşünülerek iki kademeli stokastik programlama yaklaşımı kullanılmıştır. Qin ve Jin (2010) üç ayrı matematiksel model ile tersine tedarik zinciri ağı oluşturmuşlardır. Birinci ve ikinci modellerde, beklenen maliyet ve  $\alpha$ -maliyet en küçüklenmiştir. Üçüncü model ise güvenilirliği artırmaya yöneliktir. Maliyetler ve ürün geri dönüşleri bulanık sayılar ile ifade edilmiştir. Modellerin çözümünde bulanık benzetim ve genetik algoritma yaklaşımları kullanılmıştır. Ayvaz ve Bolat (2013), kalite ve ürün talep miktarı belirsizlikleri altında çok aşamalı, çok ürünlü, kapasiteli ve tesis sayısı kısıtlı iki aşamalı stokastik programlama modeli önermişlerdir. Çalışmada, önerilen modelin çözümünde örneklem yakınsama yaklaşımı kullanılmıştır. Geliştirilen tersine tedarik zinciri ağı tasarımı modeli elektrikli ve elektronik atıkların geri dönüşümü alanında hizmet veren bir firma için uygulanmıştır.

#### 4.3. KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI

Krajewski vd. (2010)'a göre kurumsal sosyal sorumluluk uygulamaları ileri tedarik zincirlerinin yapısını, tersine tedarik zinciri uygulamaları ile birlikte kapalı

döngü tedarik zinciri yapısına dönüşmektedir. Tersine tedarik zinciri, daha önceden de ifade edildiği gibi, ürünlerin, malzemelerin ve bilginin tüketim noktasında üretim noktasına doğru etkin bir şekilde akışını planlamak, yönlendirmek ve kontrolünü sağlamaktır. Ürünün hammadde olarak başlangıç noktasından bitmiş ürün olarak müşteriye teslim kadarki tüm süreçlere odaklanan ileri tedarik zinciri süreci ile tekrar imalat, geri dönüşüm ve yeniden satış süreçlerine odaklanan tersine tedarik zinciri süreçlerinin birleşmesi ile kapalı döngü tedarik zinciri oluşmaktadır (Qinghua, 2008).

Son yıllarda, ileri ve tersine tedarik zinciri ağlarının tasarımından ortaya çıkan faydaları anlayabilmek ve bu faydaları bütün ürünlerde ürün yaşam döngüsü boyunca koruyabilmek için kapalı döngü tedarik zinciri (KDTZ) ağ tasarımı çalışmaları yapılmaktadır (Pishvae ve Razmi, 2012). Bunlar, son müşterilerden ürünlerin geri alınması işlemi olan geri toplama, ürünlerin kullanım noktasından tekrar işleme, test etme, sınıflandırma noktasına götürülmesi işlemi olan tersine lojistik, ekonomik değeri kaybolmayan ürünlerin üretim noktasına getirilmesi işlemi olan tekrar imalat ve geri kazanılarak müşterilere gönderilmesi işlemi olan yenilenme faaliyetleri olarak ifade edilmektedir. Şekil 4'te KDTZ'nin yapısı görülmektedir.



Şekil 4: Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Akışı

**Kaynak:** Krajewski vd., 2010: 377

Şekil 4’te görüldüğü gibi tersine tedarik zinciri işlemleri ileri tedarik zinciri işlemlerinden oldukça farklıdır. İşletmeler son müşterilerden kullanılmış malları teslim almak için uygun toplama noktaları kurmakta ve geri dönen malları toplama merkezlerine ulaştırmaktadırlar. Bu geri dönüşüm merkezi, üreticinin veya dış kullanım yapılan tedarikçinin sahip olduğu tesistir ve ürünlerin sökülmesinde ve üründen geriye kalan kısımları seçip almada görevlidir. Ürün kullanılamaz durumdaysa, tamir edilebilir veya müşteriye gönderilebilir durumdadır. İkinci bir seçenek, ürün doğrudan tekrar kullanım için temizlenebilir ve düzeltilebilirse finansal kiralama durumunda dağıtım kanalına ya da bakım garantiliye müşteriye geri yollanabilmektedir. Diğer bir seçenek ise, ürün bozularak yeniden üretilir, gerekli yeni parçalarla yeniden yapılır ve dağıtım kanalına geri yollanır. Son olarak ise, mal tamamen sökülebilir ve kullanılabilir parçalar ve malzemeler temizlenir, test edilir ve üretim sürecine geri gönderilir (Krajewski vd., 2010: 376).

Tekrar imalat tesislerine gelen kullanılmış ürünler hammadde sınıfında değerlendirilirler. Fakat önceden kullanım yöntemlerine bağlı olarak bu ürünlerin kaliteleri farklı olabilmektedir. Geri dönen ürünlerin miktarı ve tekrar imalat tesislerine dönme zamanları dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan biridir. Kullanılmış ürünler her hangi bir zamanda geri dönebilmekte, fakat geri dönen ürünlerin miktarları zaman boyunca sürekli değişkenlik gösterebilmektedir. Bu yüzden, tekrar imalat tesisleri iki önemli belirsizliğin üstesinden gelmektedir. Bunlardan birincisi hammaddelerin tedariki diğer ise tekrar imalat sürecine girecek ürünlerine ait talep bilgileridir. Bu aşamada tahmin etme yöntemlerinden faydalanılmaktadır (Lu vd., 2005).

KDTZ’lerin önemli faaliyetlerinden bir diğeri geri dönüşüm sürecidir. Geri dönüşüm, eski malzemelerin toplanması, sınıflandırılması ve ardından geri dönüşüm sürecine tabi tutulması şeklindedir. Bu sürecin verimli olabilmesi için etkin bir planlama ve koordinasyon gerekmektedir. Hedefinde sürdürülebilir bir ekonomik büyüme olan işletmeler, öncelikli olarak üretim süreçleri boyunca çevreyi daha az kirleten teknolojik yatırım yapmaları gerekmektedir. Ardından, geri dönen ürünlerin dönüşümüne olanak sağlayan teknik donanıma sahip üretim teknolojilerine sahip olmalıdırlar. İşletmelerin daha dayanıklı ve kullanışlı ürünler üretmeleri ile üretim teknolojilerine yaptıkları yatırım arasında da bir ilişki vardır. Sürekli değişen üretim

teknolojileri ile birlikte tersine tedarik zinciri süreçlerini takip eden işletmeler sürdürülebilir büyümeyi de beraberinde kazanmış olmaktadır (Sim vd., 2004).

İmalat sektöründeki işletmeler zamanlarının ve enerjilerinin büyük bir bölümünü karmaşık yapıda olan tedarik zinciri ağlarını düzenlemeye sarf etmektedirler. Bunların arasından çok azı tedarik zincirlerinin nasıl tersine çalışabileceğini düşünmektedir. Hâlbuki lojistik sektörüne önem veren işletmeler ileri tedarik zinciri yapılarını mükemmel hale getirmenin yanında kesinlikle tersine tedarik zinciri ağ yapılarını da planlamakta ve koordine etmektedirler. Bu sayede, maliyet, kalite, müşteri hizmet düzeyi, çevresel etkiler ve hukuki zorunluluklar gibi tersine lojistiğin stratejik faktörlerini de dikkate almış olmaktadır.

KDTZ'ler bazı yönleri ile ileri tedarik zinciri yapısıyla farklılıklar göstermektedir. İleri tedarik zincirinde müşteri her zaman sürecin en son basamağıdır. Fakat KDTZ geri dönüş süreçlerini içerir ve imalat işletmeleri tüm tedarik zinciri faaliyetleri ile daha fazla bütünleşme gayreti içerisindeyler. KDTZY ile geleneksel tedarik zinciri yönetimi arasında temel anlamda beş yönden farklılık bulunmaktadır (Kumar ve Kumar, 2013):

**1. Hedef.** Geleneksel tedarik zincirinin amacı toplam maliyetleri düşürerek ve ekonomik faydayı yükselterek daha etkin bir tedarik zinciri yönetimi sağlamaktır. KDTZY'nin amacı ise, kaynakların ve enerjinin kullanımını azaltarak ve CO<sub>2</sub> salınımını düşürerek en büyük faydayı elde etmektir. Aynı zamanda işletmelerin sadece ekonomik anlamda değil sosyal ve çevresel anlamda da etkin olabilmeleri için KSS faaliyetleri kullanılmaktadır.

**2. Tedarik zincirinin yönetim yapısı.** KDTZY'de çevresel performans bir kurumun hem iç hem dış sisteminde dikkatle takip edilmektedir. Bu durum geleneksel tedarik zinciri yapısında yoktur.

**3. İşletme modeli.** KDTZY daha bütünleşik bir işletme yapısına sahiptir. Bu yapıda hammadde tedariklerinden ürün tasarımına, üretimden teslimata kadar bütün tedarik zinciri süreçlerinde çevreye zararlı olabilecek her türlü faaliyetten uzak durulmaktadır. Daha düşük karbon salınımına neden olan süreçler tercih edilmektedir.

**4. İşletme süreci.** Geleneksel tedarik zinciri süreci tedarikçilerden başlar ve son kullanıcıya kadar devam eder. Bu süreçte malzemenin akışı tek yönlüdür ve literatürde “Beşikten Mezara (Cradle to Grave)” olarak bilinir. Fakat KDTZY, bu yönetim sürecini değiştirmiştir. Buna göre, ürünler yaşam süresi sona erene kadar yönetilmeli ve değerlendirilmelidir. Bu açıdan malzeme akışı her zaman çift yönlü olup literatürde “Beşikten Beşiğe” olarak bilinir. Müşterilerden geri dönen ürünler, geri dönüşüm süreci sayesinde tekrar hayat bulmakta ve başka amaçlar için kullanılmaktadır.

**5. Tüketim modeli.** Geleneksel tedarik zincirlerinin tüketim modeli müşterinin istek ve ihtiyaçları doğrultusunda belirlenir. KDTZY ise, yeşil satın alma, kurumsal sosyal sorumluluk ve sürdürülebilir eğitim faaliyetleri ile sürekli olarak desteklenmektedir.

KDTZ ağları ile ilgili çalışma yapan araştırmacıların uygulamalarındaki problemlerin temel amaç fonksiyonu toplam maliyeti en küçükleme üzerine olmaktadır. Bazı araştırmacılar ise çalışmalarında sadece toplam maliyeti düşünmemişler, bunun yanında çevresel ve sosyal faktörleri de dikkate alarak çok amaçlı matematiksel modeller oluşturmuşlardır (Amin ve Zhang, 2012). Diğer taraftan bazı araştırmacılar ise KDTZ’de belirsizlik konusunu araştırmışlardır. Bu bağlamda TZY’de belirsizliğe neden olan iki etken arz ve talep belirsizliğidir. Arz belirsizliği, hatalı veya gecikmeli teslimatlarından kaynaklanırken talep belirsizliği, kesin olmayan talep tahminlerinden veya yanlış talep bilgilerinden kaynaklanmaktadır (Salema vd., 2007). Yapılan incelemelerde, belirsiz koşullar altında, çok amaçlı KDTZ modellerini dikkate alan çalışma sayısının az olduğu görülmektedir.

Kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı konusunda çalışma yapan araştırmacıların, genel olarak geliştirdikleri modellerin birçoğu ya tek amaçlı ve kesin veya belirsiz parametrik bilgiye ya da çok amaçlı ve belirsiz parametrik bilgiye sahip oldukları görülmüştür. Tek amaçlı ve kesin parametrik bilgiye sahip çalışmaların birçoğunda problemin boyutları oldukça büyüktür. Böylesi büyük boyutlu problemler çözüm süresini uzatmakta ve hatta hatalı sonuçların çıkmasına neden olmaktadır. Araştırmacılar bu durumun üstesinden gelebilmek için meta-

sezgisel yöntemler kullanmışlardır. Beamon ve Fernandes (2004), KDTZ yapısını içeren çok periyotlu tam sayılı matematiksel programlama modeli üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada kaç adet imalat tesisi, yeniden üretim merkezi, depo ve dağıtım merkezi, hangi bölgelere kurulması ve tesisler arası malzeme akışının nasıl sağlanması gerektiği gibi kararlar üzerine odaklanılmıştır. Uster vd. (2007) çalışmalarında, ürün toplama merkezleri ve tekrar imalat tesislerinde işletim, ulaşım ve sabit maliyetlerinin en küçüklenecek çok ürünlü kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı problemi modellemişlerdir. Modelin çözümünde Bender sezgisel yaklaşımı kullanılmıştır. Lu ve Bostel (2007) tamsayı model kullanarak kapalı döngü tedarik zinciri modeli önermişlerdir. Modelde yeniden üretim maliyetinin en küçüklenmesi amaçlanmaktadır. Problemin çözümünde Lagrange tabanlı sezgisel bir yöntem kullanılmıştır. Ko ve Evan (2007), üçüncü parti lojistik (3PL) hizmet sağlayıcılar tarafından yönetilen dinamik ve bütünlük bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı geliştirmişlerdir. Problemin çözümü için geliştirilen modelin çözümünde genetik algoritma yaklaşımı kullanmışlardır. Benzer bir çalışma Min ve Ko (2008) tarafından geliştirilmiştir. Çalışmada, 3PL'ler için kuruluş yeri seçimi ve alan tahsisi içeren bir matematiksel model geliştirilmiştir. Modelin çözümünde genetik algoritma sezgisel tekniği kullanılmıştır. Lee vd. (2009), genel bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı oluşturmuşlar ve çalışmada geliştirilen matematiksel model genetik algoritma yardımıyla çözülmüştür. Tek bir tedarikçi ile çalışılması gerektiği önerilen çalışmada, en uygun sayıda üretim ve dağıtım merkezi sayısı belirlenmeye çalışılmıştır. Kannan vd. (2010), ürün dönüşlerini dikkate alan çok kademeli, çok periyotlu, çok ürünlü kapalı döngü tedarik zinciri ağı modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada karar verici, malzemenin tedarikini, üretimini, dağıtımını, geri dönüşümünü ve tekrar kullanımını dikkate alarak şarj cihazlarının geri dönüşüm sürecini dikkate almaktadır. Çalışmanın sonucunda, genetik algoritma tabanlı geliştirilen sezgisel teknik ile çözüm aranmıştır. Wang ve Hsu (2010), ileri ve tersine tedarik zinciri sistemlerini bütünlükten bir yapı geliştirmişlerdir. Çalışmada, toplam maliyeti en küçükleyecek kapalı döngü tedarik zinciri ağı oluşturulmuş ve tam sayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Üretim, dağıtım ve yok etme merkezlerinin en uygun sayıda olmasını sağlayacak modelin çözüm aşamasında genetik algoritma yaklaşımı kullanılmıştır. Özceylan (2012), çok ürünlü, bozulma

faktörlü, kapalı döngü esnek bir tedarik zinciri için karma tamsayı doğrusal programlama modeli geliştirmiştir. Çalışmada geri dönüşüm ve hasarlı ürünler sürece dâhil edilmiştir. Geliştirilen model sayısal örnek üzerinden test edilmiştir. Uygulama sonucunda, müşterilerden toplanan ürünlerin tekrardan işleme tâbi tutularak zincire dâhil edilmesi kaynakların daha etkin kullanımına neden olmuştur. Özkır (2012) çok kademeli çok ürünlü kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarım modeli için karma tamsayı doğrusal programlama modeli önermişlerdir. Modelin amacı kârı en büyükmek üzerinedir. Önerilen modelde geri dönüş oranının ve geri dönen ürün kalitesinin kâra olan etkisi incelenmiştir. Ramezani vd. (2014), talep ve ürün geri dönüş oranlarının belirsiz olduğu çok ürünlü, tek amaçlı, senaryo temelli ve tedarikçi, üretim tesisi, dağıtım merkezi, toplama merkezi, tamir merkezi, yok etme merkezi ve müşterilerden oluşan kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarım modeli sunmuşlardır. Geliştirilen model, üretim tesislerinin kapasite seviyelerini ve tedarik zinciri boyunca ürün akış miktarını belirlemeye yöneliktir. Kullanılan bulanık yöntem ile çözümü yapılan problemin kâr değerleri düşük çıksa da kesin bilgiler kullanılarak çözülen modelin sonuçlarından daha kısa sürede daha hassas neticeler vermiştir. Yukarıda yapılanlar her ne kadar kapalı döngü tedarik zincirinde en iyileme konularını inceleyen araştırmalar olsa da, gerçek bir sektör üzerinde uygulama yapılmadığından dolayı geliştirilen modellerin doğruluğu, hassaslığı ve esnekliği tartışılmamaktadır.

Kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarım problemlerinde yapılan çalışmalardan sıklıkla karşılaşılan ikinci durum ise çok amaçlı ve belirsiz parametrik bilgiye sahip çalışmalardır. Bu amaçların yapısında ulaştırma, işletim, üretim maliyetleri, çevresel etkiler, sosyal fayda ve müşteri hizmet düzeyi bulunabilmektedir. Krikke vd. (2003), modüler, tamir edilebilir ve geri dönüşebilir ürün tasarımı ve tedarik zinciri ağı tasarımı konularını birlikte dikkate alan karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Japonya'da bir buzdolabı imalatçısının Ar-Ge biriminden sağlanan gerçek veriler yardımıyla kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı modeli geliştirilmiştir. Modelin amaçları tedarik zincirinden oluşan maliyetleri, enerji kullanımını ve üretimden oluşan atıkları en küçükmek şeklinde olup birden fazla fonksiyondan oluşmaktadır. Wang ve Hsu (2010), üç tedarikçi, beş üretim tesisi, üç dağıtım merkezi, iki geri dönüşüm merkezi ve dört müşterinin yer aldığı genelleştirilmiş kapalı döngü tedarik

zinciri modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada, müşteri talepleri, geri dönüşüm oranı ve tekrar dolun oranı bilgileri bulanık yapıya sahiptir. Modelin çözümü için karma tamsayı matematiksel model önerilmiştir. Pishvae ve Torabi (2010), çalışmalarında müşteri talepleri, ürün geri dönüş miktarları, teslim süreleri, maliyetleri ve tesis kapasitelerinin belirsiz olduğu durumların yer aldığı kapalı döngü tedarik zinciri ağı geliştirmişlerdir. Çalışmada, toplam maliyeti ve toplam teslim etme süresini en küçüklemek için iki amaçlı olabirsel doğrusal programlama modeli önerilmiştir. Önerilen olabirsel doğrusal programlama modelinin çözümü için bulanık çözüm tekniklerinden faydalanılmıştır. Shi vd. (2011), çok ürünlü kapalı döngü tedarik zinciri sisteminde üretim planlama modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada geliştirilen model, belirsiz talep ve ürün geri dönüşleri dikkate alınarak stokastik programlama yardımıyla çözülmüştür. Pishvae vd. (2011), toplam maliyeti en küçükleyen ve tedarik zincirinde sosyal sorumluluğu en büyükleyen kapalı döngü tedarik zinciri için iki amaçlı karma tamsayı doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada yer alan model, belirsiz koşullar altında tedarik zinciri ağı tasarımında sosyal sorumluluk üzerine odaklanmıştır. Modelin çözümünde olabirsel programlama yaklaşımı kullanılmıştır. Ramezani vd. (2012), üç farklı performans göstergesi (kâr, müşteriye yanıt, tedarikçi kalitesi) ile kapalı döngü tedarik zinciri tasarımı için çok amaçlı stokastik programlama yaklaşımı geliştirmişlerdir. Göreceli finansal risk temelinde çelişen amaçların en uygun sonuçları hesaplanmıştır. Sonuçlar farklı yönleri ile karar vericilere ilham kaynağı olma özelliği taşımaktadır. Hassanzadeh ve Zhang (2013), birden fazla üretim tesisi, toplama merkezi, talep noktaları ve ürünleri olan kapalı döngü tedarik zinciri ağına tesis yerleşim modeli önermişlerdir. Çalışmada toplam maliyeti en küçükleyecek ve çevreye duyarlı malzeme ve temiz teknoloji kullanımını içeren çevresel faktörleri en büyükleyecek iki amaçlı matematiksel model geliştirilmiştir. Modelde talep ve ürün geri dönüş bilgileri kesinlik içermemektedir. Modelin çözümünde ağırlıklı ortalama ve  $\epsilon$ -kısıt metodu kullanılmıştır. Vahdani vd. (2013), talep, ürün geri dönüşleri, maliyet kalemleri vb. gibi belirsiz parametrelerin olduğu yeni ve iki amaçlı kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı geliştirmişlerdir. Toplam sabit ve ulaşım maliyetlerinin en küçüklenmesi ve toplam beklenen başarısızlık maliyetlerinin en küçüklenmesi üzerine geliştirilen iki amaçlı model birbiriyle çelişen amaçlara



sahiptir. Modelin çözümünde bulanık olabilsel programlama, aralık (interval) programlama ve değişen-kısıt programlama yöntemleri kullanılmıştır. Modelin çözümünde karar vericiye yardımcı olabilecek sonuçlar üretilmiştir. Fallah-Tafti vd. (2014), maliyet verilerinin ve müşteri taleplerinin belirsiz olduğu çok amaçlı, çok kademeli (montaj hattı, dağıtım merkezi, müşteri bölgeleri, toplama, dönüşüm ve yok etme merkezleri) kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı geliştirmişlerdir. Geliştirilen karma tamsayılı matematiksel model çelişen amaçlara sahip olup toplam maliyetin en küçüklenmesi, tedarikçi puanlarının en büyüklenmesi ve toplam teslim etme zamanının en küçüklenmesi şeklindedir. Modelin çözümünde olabilsel programlama yaklaşımı olan STEM yöntemi kullanılmış ve uygun sonuçlar elde edilmiştir. Subulan vd. (2014) çalışmalarında, kurşun-asit tipi akümülatör endüstrisinde finansal ve ürün toplama risklerinin dikkate alındığı ve müşteri taleplerinin, maliyetlerin, tesis kapasitelerinin ve geri dönüşüm oranlarının belirsiz olduğu çok amaçlı kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı problemi için stokastik ve olabilsel karma tamsayılı programlama modeli önermişlerdir. Çalışmada “çeşitlilik endeksi”, “aşağı yönlü risk” ve “koşullu risk” gibi risk ölçümleri kullanılmıştır. Çözüm süresi, belirsizliğe karşı başarı ve çözüm kalitesi kriterleri altında yapılan hesaplama sonuçlarında, “aşağı yönlü risk” modeli daha uygun sonuçlar vermiştir. Ramezani vd. (2014), çok ürünlü, çok kademeli ve bulanık zaman periyotlu kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımında kârı en büyüklemeyi, teslim süresini en küçüklemeyi ve kaliteyi en büyüklemeyi hedefleyen çok amaçlı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Parametrelerin, kısıtların ve karar vericinin hedeflerinin bulanık olduğu böylesi bir ortamda önerilen bulanık karma tam sayılı doğrusal matematiksel model bulanık olmayan yardımcı eşdeğer modele dönüştürülerek çözülmüştür.

İleri, tersine ve kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı planlamasında incelenen çalışmalara bakıldığında, özellikle stratejik seviyede planlama kararlarının yoğunlukta olduğu görülmektedir. Tedarik zinciri ağının bu şekilde düşünülmesi, tüm tedarik zinciri birimlerinin ve bu birimler arası akışların gösterimini kolaylaştırmakta ve buna uygun matematiksel modellerin geliştirilmesi sağlanmaktadır. Geliştirilen matematiksel modellerde amaç fonksiyonunda kârı en büyüklemek, maliyetleri en küçüklemek, teslim etme süresini en küçüklemek,

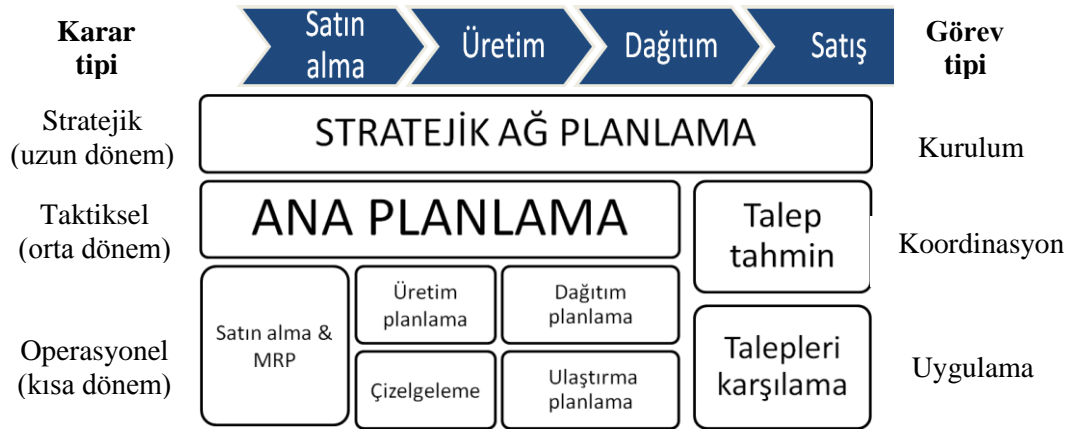
kaliteyi artırmak gibi tek amaçlı veya çok amaçlı farklı performans ölçütleri kullanılmıştır. Çalışmalarda karşılaşılan diğer bir durum ise, önerilen modellerin gerçek yaşamdaki problemlere uyarlamasının oldukça güç olmasıdır (Wang ve Shu, 2007; Altıparmak vd., 2006). Bu çalışmalarda sezgisel çözüm yöntemleri kullanılmış fakat en iyi sonuç elde edilememiştir. Tedarik zinciri ağı tasarımında karşılaşılan belirsizliklerin üstesinden gelebilmek için bulanık çözüm yöntemleri kullanılmıştır. Bu belirsizlikler genelde talep, işlem süresi, kapasite, satın alma miktarı, işgücü sayısı gibi girdilerde görülmektedir. Bulanık mantığa dayanarak modellenen problemlerin çözümü daha etkin sonuçlar vermektedir. Özellikle hem amaç hem de kısıt parametrelerinde karşılaşılan birden fazla belirsizliğin dikkate alındığı sistemler gerçek hayat problemleri ile daha fazla örtüşmektedir. Son olarak, son yıllarda ileri tedarik zinciri uygulamalarına ek olarak tersine tedarik zinciri çalışmaları da görülmektedir. Müşteri dönüşlerinin olduğu, geri dönüşüm ve yeniden üretim tesislerinin kurulduğu ve ekonomik değeri biten ürünlerin bertaraf etme merkezlerine gönderildiği tersine tedarik zinciri ağı tasarımı çalışmaları bulunmaktadır. Dahası, hem ileri hem de tersine tedarik zinciri akışlarını birlikte dikkate alan kapalı döngü tedarik zinciri uygulamaları da bulunmaktadır. Bu uygulamaların en önemli amacı, ürün yaşam ömrü bitmiş veya kusurlu ürünlerin yeniden ekonomiye kazandırabilmek için üretim tesislerine gönderilmesidir. Belirsizliklerin gittikçe fazlaştığı ve müşteri odaklılığın arttığı kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı çalışmalarında geliştirilen matematiksel modellerin birçoğu çok amaçlı yapıya sahip olup çözüm için bulanık ve olabirsel doğrusal programlama yaklaşımlarından faydalanılmıştır.

Bu çalışmada ise, literatür taraması yapıldıktan sonra çok amaçlı, çok kademeli, çok ürünlü kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı modeli önerilmiş ve olabirsel doğrusal programlama yöntemi ile çözüm araştırılmıştır. Bu çalışmayı diğerlerinden ayıran en önemli özellik, kurumsal sosyal sorumluluğun dikkate alınmasıdır. Bu nedenle toplam maliyetin en küçüklenmesi olarak düzenlenen birinci amaç fonksiyonuna ek olarak tedarik zincirinde sosyal sorumluluğun en büyüklenmesi şeklinde ikinci bir amaç fonksiyonu daha düzenlenmiştir. Önerilen modelde müşteri talepleri, müşteriden dönen ürünler, üründe oluşan ortalama kusur yüzdesi, tesislerin sabit açılış maliyetleri, ulaştırma maliyetleri, üretim ve tekrar üretim maliyetleri, bertaraf etme maliyeti, tesislerin kapasiteleri, ortaya çıkan iş

imkanı (istihdam) sayısı ve iş kazası nedeniyle oluşan kayıp işgünü sayısı parametrelerinin belirsiz olduğu varsayılmıştır. Bu parametrelerin belirsiz olarak ayrılmasının nedenleri bulunmaktadır. Birincisi, stratejik planlamada uzun dönemde belirsiz olarak verilen kararların orta ve kısa dönemde kesinlik içermesi ile belirsizlikler ortadan kalkacak ve problemler daha doğru çözülebilecektir. İkincisi ise, üst seviyeden verilen belirsiz kararlar ile çözüme ulaşıldığında alt seviyeler bu durumdan pozitif yönlü etkilenecekler ve daha geniş bir karar mekanizmaları olacaktır. Birden fazla üretim tesisi, dağıtım merkezi, toplama merkezi ve müşterilerin olduğu çok kademeli, çok amaçlı, çok ürünlü kapalı döngü tedarik zincirinde belirsizliklerin üstesinden gelebilmek için olabirsel doğrusal programlama yaklaşımlarından Jimenez yaklaşımı kullanılmış ve geliştirilmiş  $\epsilon$ -kısıt metodu ile çözüm aranmıştır. Çalışma gerçek bir imalat işletmesinde uygulanmıştır.

## **5. TEDARİK ZİNCİRİ PLANLAMA KARARLARI**

Langevin ve Riopel (2005)'e göre tedarik zinciri planlama kararları stratejik planlama seviyesi, taktiksel planlama seviyesi ve operasyonel seviye olmak üzere üç temel seviyeden oluşmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre Fleischmann vd. (2005), tedarik zinciri görevlerini iki boyutta incelemektedir. Bunlar Şekil 5'de gösterildiği gibi tedarik zinciri kararları ve görevleri şeklindedir. Stratejik planlama seviyesi kararları, tedarik zinciri ağ yapısının oluşturulmasını, tesislerin kapasitelerinin belirlenmesini, malzeme ve ürün akışını içerir. Bu görevler üst yönetimin sorumluluğu altındadır. Taktiksel planlama seviyesi kararları, mevcut kapasitenin etkin şekilde kullanılarak üretim ve dağıtım planlaması ile ilgilidir. Operasyonel planlama kararları ise, günlük olarak daha somutlaştırılmış üretim, dağıtım, satın alma, ulaşım ve talep planlaması süreçleridir.



Şekil 5: Tedarik Zinciri Planlama Kararları

**Kaynak:** Fleischmann vd., 2005: 204

### 5.1. STRATEJİK PLANLAMA SEVİYESİ KARARLARI

Stratejik planlama seviyesi yüksek seviyede tedarik zinciri kararları içermektedir. Bu tip kararlar tedarik zincirinin ötesinde olup ve genellikle tüm fonksiyonel birimleri kapsamaktadır. Bu seviyedeki tedarik zinciri kararları, dikey bütünleşme, dış kaynak kullanım derecesi ve bir matematiksel modelin amacı ile ilgilidir. Bir işletmenin temel stratejik kararı müşteri hizmet düzeyini tanımlamaktır. Bu da lojistik için çok önemli olup lojistikle ilgili olan müşteriye hızlı cevap verebilme ve neyin nasıl ölçülmesi gerektiğini kesin olarak belirleme ile mümkün olmaktadır. Bu kararların yerine getirilmesi için, firmanın görev ve stratejilerini belirlemesi ve müşteri beklentilerinin, rekabet ortamının, finansal kaynak uygunluğunun ve var olan tedarik zinciri sistemlerinin bilinmesi gerekmektedir. Çünkü var olan tedarik zinciri sistemin finansal kaynak uygunluğu ve bilgisi neredeyse tüm tedarik zinciri kararları için göreceli durumundadır (Langevin ve Riopel, 2005).

Belirsizlik, risk ve öngörülemeyen aksaklıklar, işletmelerin uzun vadede müşterilerine yönelik hizmet seviyelerini artırmada belirleyici etmenler arasındadır. Ürünlerin müşterilere doğru yerde, zamanda, miktarda ve koşullarda ulaştırmanın zor olduğu günümüz iş ortamında, müşteri hizmet seviyesini artırmak işletmeler için en önemli rekabet faktörlerinden biri haline gelmiştir (Xiao ve Yang, 2008: 188).

Dağıtım merkezlerinin artan stok seviyeleri, hizmet seviyesinin gelişmesini sağlarken satılamayan ürünlerin elde kalma riskini artırmaktadır. Bu yüzden hizmet seviyesi kararları stok seviyesi veya stok maliyetleri kararları ile birlikte değerlendirilmektedir.

Tedarik zincirindeki diğer temel stratejik seviye kararları dikey bütünleşme ve dış kaynak kullanımınıdır. Dikey bütünleşme kararları müşteriye veya tedarikçiye doğru ürün/bilgi akışını içermektedir. Dış kaynak kullanım kararları ise hangi fonksiyonların (ulaşım, dağıtım, depolama, işleme vs) dışarıdan kullanılması gerektiği ile ilgilidir. Bu kararlar daha önce de ifade edilen müşteri hizmet seviyesinin, finans, insan gücü, malzeme ve donanım kaynaklarının belirlenmesi için önemlidir.

Tedarik zinciri ağ tasarımı yapılandırması tesis, dağıtım merkezi ve perakendeci yerleşim konularını içermektedir. Bunlar firmanın uzun dönem kararlarını etkilediği için stratejik kararlardır. Bu yapı altında firmalar uygun dağıtım merkezi sayısı, her bir dağıtım merkezi yeri, her bir dağıtım merkezi büyüklüğü ve ürünler için tahsis edilen yerlerin belirlenmesi üzerine yoğunlaşmaktadır (Simchi-Levi vd., 2003)

Uluslararası düzeyde müşteri isteklerine cevap veren firma yöneticileri birden fazla merkezi depodan veya dağıtım merkezinden değişik pazarlara destek verip vermeme durumuna göre karar vermek zorundadırlar. Merkezi stoklamanın, sipariş sürecini basitleştirme, stoklama, işletim maliyetini ve dışsal taşıma maliyetini azaltma gibi birçok avantajı bulunmaktadır. Bununla birlikte merkezi depolama sonucunda içsel taşıma maliyetlerinin artması ve müşterilere daha düşük seviyede hizmet edilmesi bu yönetim anlayışının dezavantajlarıdır. Ayrıca merkezi tesis veya depoların ülkelerin ihtiyaç duydukları ürünleri stokta tutabilmesi için daha büyük olması gerekmektedir (Gourdin, 2006). Daha fazla müşteriye hizmet vermek isteyen dağıtım merkezlerinin yönetilmesi ise daha karmaşık bir hal alacak ve siparişlerde aksamalar ortaya çıkabilecektir. Operasyonel anlamda ürünlerin istenen zamanda ve koşullarda müşterilere ulaştırılması için en uygun sayıda ve yerde dağıtım merkezlerinin konuşlanması gerekmektedir.

## 5.2. TAKTİKSEL PLANLAMA SEVİYESİ KARARLARI

Taktiksel planlama seviyesi daha dar alanlı olup kaynak tahsisi ve kaynak kullanımı, üretim, tedarik ve lojistik alanlarına odaklanmaktadır. Bir imalat firmasında, taktiksel planlama genellikle orta dönem planlamaya sahip orta dereceli belirsizlik ve risk içeren bir tesis seviyesinde olmaktadır. Taktiksel planlama, üretimin çıktılarını geliştirmek için sermaye yoğunluklu ekipmanın kullanımını, talep değişikliğini ve kaynak değerlendirmesini, 6 ay veya 1 yıllık üretim planlarını ve iş gücü seviyesinin belirlenmesini içermektedir (Evans vd., 1982).

Bir tedarik zinciri ağı tasarımı belirlenmeden önce mutlaka fiziksel tesis yerleşimi kararı verilmektedir. Tesislerin sayısı ve tipi, her bir tesisin büyüklüğü, her bir tesisten sağlanacak faaliyetler ve hizmetler ve yeni tesislerin kurulup kurulmayacağı kararları taktiksel planlama seviyesi kararları içerisindedir. Tedarik zinciri boyunca etkin bir iletişim ve bilgi paylaşımının olabilmesi için iletişim ve bilgi ağı kararları oluşturulmaktadır. Tesis yerleşim kararlarının belirlenmesi gibi iletişim ve bilgi ağı tasarımı kararı bir örgütün yapısının oluşması için önemli kararlar arasında olduğu kabul edilmektedir (Manish ve Proth, 2002: 21).

Birçok işletme, maliyet avantajı sağlaması nedeniyle küresel tedarikçiler ile stratejik ortaklıklar gerçekleştirmektedirler. Taktiksel seviyede, işletmeler stratejik ortaklığın kurallarına uyduklarında ve müzakere şartlarını belirlediklerinde karşılıklı fayda sağlamış olmaktadır. Diğer taraftan, küresel boyuttaki işletmeler ürün hatlarının kurulmasında taktiksel planlama kararlarını uygulamaktadırlar. Yeni özellikler eklenmesi gereken özel ürünlerin üretilmesinde taktiksel kararlar alınmaktadır (Murray, 2008).

## 5.3. OPERASYONEL PLANLAMA SEVİYESİ KARARLARI

Operasyonel seviye kararları kısa dönemli kararlar olup stratejik planlama seviyesi ve ağ planlama seviyesi kararlarının küçültülmüş şeklini içermektedir. Bu seviyedeki kararlar temel lojistik faaliyetleri için talep tahmini, stok yönetimi, üretim, satın alma ve tedarik zinciri yönetimi, taşıma ve ulaşım, ürün paketleme,

malzeme taşıma, depolama ve diğer süreçler şeklinde bölümlendirilmektedir. Bu faaliyetlerin hepsi tedarik zinciri ağı tasarım sürecinde üzerinde önemle durulması gereken ve birbirleriyle sürekli bağlantı içinde olan kararlardır.

Kanban ve Tam Zamanında Üretim (TZÜ) gibi üretim sistemlerini benimseyen üreticiler taktiksel kararlar üzerinde durmaktadırlar. Fakat bazı yerel üreticiler tedarikçilerin teslim zamanlarına güvenemediklerinden dolayı, TZÜ yöntemi bazı ürün hatları için uygun olmamaktadır. Bu yüzden, üretimin durmaması için depolarında güvenlik stoğu bulundurarak operasyonel kararlar almaktadırlar. Bu durum stok maliyetlerini artırmakta fakat malzeme kaybından dolayı üretimin aksaması ile oluşan müşteri kaybının maliyeti daha fazla olmaktadır (Grutter, 2004: 250).

Tedarik zinciri planlama kararları ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, stratejik seviye kararlar ile taktiksel ve operasyonel seviye kararları bütünleştiren bazı çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Miranda ve Garrido (2004), taktiksel seviyede stok kontrolünü ve stratejik seviyede dağıtım ağı tasarımını; Manzini ve Bindi (2009), operasyonel seviyede günlük araç rotalama, taktiksel seviyede müşterilerin dağıtıcılara atanması ile stratejik seviyede tesis yerleşim kararlarını; Salema vd. (2009), taktiksel seviyede üretim/depolama planları ve stratejik seviyede kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımını; Amin ve Zhang (2012), taktiksel seviyede tedarikçi seçimi ve stratejik seviyede KDTZ ağı tasarımını; Özceylan ve Paksoy (2013), taktiksel seviyede demontaj hat dengeleme kararları ve stratejik seviyede tersine tedarik zinciri ağı tasarımını planlama çalışmışlardır.

## **6. TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI AMAÇLARI**

Daha önceden de ifade edildiği gibi tedarik zinciri planlama kararları stratejik, taktiksel ve operasyonel olmak üzere üç çeşittir. Bu kararların uygulanması ile birlikte tedarik zinciri ağı tasarımına bir amaç belirlenir ve amaç doğrultusunda daha iyi bir ağ tasarımı gerçekleştirilmiş olmaktadır. Uygulanan faaliyetler sırasında, müşteri hizmet düzeyi, stok düzeyi, üretim sistemi, tesis yeri seçimi, taşıma tipi

seçimi, dağıtım stratejileri gibi karar verici tarafından hesaba katılması gereken amaçlar bulunmaktadır.

Stratejik bir planlama olan tedarik zinciri ağı tasarımı (TZAT), işletme performansının artırılmasında etkin bir role sahip unsurlardan biri durumundadır. Devika vd. (2013)'e göre TZAT'nın amacı, ağ boyunca tedarikçiden alınan hammaddenin üretim tesislerinde işlemlerden geçirilerek, dağıtım merkezleri, perakendeciler, toptancılar vasıtasıyla bitmiş ürün olarak müşteriye teslimine kadar olan bütün süreçleri yönetmektir. Aynı zamanda açılmasına ve işletilmesine karar verilen tesislerin yerlerini, sayısını ve kapasitesini belirlemekte TZAT süreci içerisinde yer almaktadır. Tedarik zinciri ağlarının kurulması ve işletilmesi uzun dönemli stratejik bir karar olmasından dolayı hem maliyetli hem de zaman alıcı bir süreç olarak görülmektedir.

Tedarik zinciri ağı tasarımının en önemli amacı, müşteri hizmet denetimini kontrol etmek ve bu denetimi sürekli hale getirmektir. Bu durumda, müşterilere aldıkları lojistik hizmet seviyelerinin nasıl olduğu ve müşterilerin nasıl bir hizmet almak istedikleri, rakiplerin hangi seviyede hizmet verdikleri ve o hizmet düzeyine nasıl ulaştıkları ve firma stratejilerinin lojistik stratejileri ile desteklenip desteklenemeyeceği gibi soruların cevapları araştırılmaktadır (Ballou, 2004). Müşteri hizmet seviyesinin sınırlandırılması ile dağıtım merkezleri veya depolar belli noktalarda kurulmakta ve daha az maliyete katlanılmaktadır. Yüksek müşteri hizmet seviyesi hedeflendiğinde ise üreticiden depolara kadar olan taşıma, stok ve işgücü maliyetleri artmakta, ancak depolardan müşterilere taşıma maliyetleri azalmış olmaktadır. Bu durumun üstesinden gelebilmek için en uygun müşteri hizmet seviyesine karar verilmektedir (Bowersox vd., 2002: 342).

Tedarik zinciri ağı tasarımında dikkat edilmesi gereken önemli stratejik kararlardan bir diğeri ise yer seçimi kararlarıdır. Buna göre, her bir tesisin nerede kurulması gerektiği, kapasitesinin büyüklüğü, her bir tesisten hangi ürünlerin nereye taşınması gerektiği gibi kararların belirlenmesi gerekmektedir. Bu yapının oluşturulmasındaki ilk amaç, en uygun maliyet ile müşteri hizmet seviyesinin artırılmaya çalışılmasıdır. İşletme yöneticileri müşterilere yakın olmanın



avantajlarını iyi hesaplamalıdır. Bu durum üretim, satın alma, pazarlama ve satış maliyetlerini de etkilemektedir (Bowersox vd., 2002: 343).

Stok yönetimi kararları, uzun vadede yer seçimi kararları gibi stratejik, kısa vadede işgücü planlama gibi operasyonel bir karardır. Üretim işletmelerinin hedefi bir yıl boyunca talep ve arzı birbirine eşitlemektir. Büyük miktarda envanter bulundurma, işletmeye müşterisine istediği her an ürün gönderebilme yeteneği kazandırmaktadır. Ani talep değişimlerine veya beklenmedik durumlara karşı hızlı cevap verebilmenin yöntemi stok bulundurmaktır. Fakat bu durum, işletmeye katlanması gereken fazladan maliyete neden olmaktadır.

Lojistik faaliyetlerinin % 90'ı seçilen en uygun ulaştırma modu ile gerçekleştirilmektedir. Ulaştırma modları taşınan birim yük başına maliyet açısından boru hattı, denizyolu, demiryolu, karayolu ve havayolu olarak sıralanmaktadır. Taşımayı gerçekleştirecek tarafın belirlenmesi, taşıma tipine karar verilmesi, yük birleştirme işlemleri, rotaların tayini ve çalışanların tahsis edilmesi taşıma kararları içerisinde değerlendirilmektedir. Ulaştırma modlarının seçiminde yapılacak tercihler taşınacak yükün ağırlı ve birim taşıma maliyeti dikkate alınarak yapılmaktadır. Birim taşıma maliyeti etkileyen hususlar ise mesafe, hacim, yoğunluk, istifleme, elleçleme ve sorumluluk olarak sıralanabilir. Yükün hacmi arttıkça taşıma yapılacak aracın tipi veya sayısı da değişecektir. Bir taşıma aracın tam doldurulması ile elde edilen avantaja ölçek ekonomisi avantajı denilmektedir (Keskin, 2011: 422-426).

Tedarik zinciri planlamasında verilmesi gereken kararlardan biri de üretim sisteminin seçimi ve üretim miktarının belirlenmesidir. Bunlar, hangi ürünlerden ne kadar üretileceği, hangi ürünlerin dışarıdan alınacağı, ürüne ait hammaddelerin hangi tedarikçiden alınacağı gibi kararlardır. Üretimle ilgili kararlardan biri de işgücü-iş ve iş-makine atamalarının yapılmasıdır. Bu sayede en uygun üretim, lojistik, kalite kontrol ve bakım planlaması yapılacaktır.

Bir tedarik zincirinde malların hareketini sadece üreticiler değil tüketiciler de sağlayabilmektedir. Bu açıdan üreticiler ve tüketiciler arasında da aracı kuruluşlar yer almaktadır. Dağıtım kanalına katılan tüm bu iştirakçilere “dağıtım kanalı üyeleri” denilmektedir. Bütün bu ilişkilerden hareketle başlıca dağıtım kanalı üyeleri, üreticiler, toptancılar, perakendeciler, distribütörler ve tüketicilerdir. Tipik olarak

doğrudan, depolama, çapraz yükleme olmak üzere üç ana dağıtım stratejisi kullanılmaktadır (Simchi-Levi vd., 2003). Bu stratejilere ek olarak döngüsel sefer (milk-run) stratejisi de işletmeler tarafından kullanılan diğer bir dağıtım stratejisidir.

## **7. KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİ STRATEJİLERİ**

Bu bölümde, kapalı döngü tedarik zinciri stratejileri arasında yer alan ürün geri dönüşleri (return), geri dönüşüm (recycle), yeniden imalat (remanufacture), tekrar dağıtım (redistribution) ve yeşil lojistik (green logistic) stratejileri literatürde tersine lojistik ağ tasarımı, stok yönetimi, üretim planlama ve kontrol gibi stratejik yönetim kararları altında incelendiği görülmüştür.

Ürün geri dönüşleri, tedarik zinciri yönetimi süreçlerinin etkin ve planlı bir şekilde yürütülmesinde dikkate alınması gereken çok önemli bir KDTZ ağı stratejisidir. Tersine lojistik ve kapalı döngü tedarik zinciri yönetimi kavramları ürün geri dönüş yönetimi faaliyetleri için kullanılabilen fakat geri dönüş yönetimi süreçlerini tanımlamada yeterli olamamaktadır. Ürün geri dönüşlerinin yönetimi, tersine lojistik, geri dönüşlerden kaçınma ve tersine ürün akışına etki eden durumları azaltma konularını içeren tedarik zinciri yönetiminin bir parçasıdır. Bu ifadeden anlaşılacağı üzere, geri dönüşlerden kaçınma ve tersine ürün akışına etki eden durumları azaltma kritik faktörlerdir. Geri dönüşlerden kaçınma, ürün satılmadan önce kalitesi, kullanımı, gönderimi ve satış sonrası hizmeti müşterinin istek ve ihtiyaçları doğrultusunda yerine getirilmelidir. Tersine ürün akışını azaltma ise, tersine akışa neden olan faktörleri sınırlandırma üzerinedir. Yani, ürün geri dönüşümü sırasında ortaya çıkan maliyetleri azaltılmalı, ürün hasar görmemeli, uygun olan yollar tercih edilmeli ve müşteri hizmet seviyesi her zaman üst seviyede tutulmaya çalışılmalıdır (Rogers vd., 2002: 5).

Ürün geri dönüşlerini, genel olarak planlı ve plansız geri dönüşler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Günümüzde planlı geri dönüşler daha yaygındır ve müşteri değişiklikleri ve davranışları, ürünün yanlış paketlenmesi, ulaştırma hataları, tedarikçi hataları, ürünün garanti kapsamında olması gibi birçok nedenden kaynaklanabilmektedir (Veleva vd., 2001). Eğer bir işletme, daha kaliteli ürünler

üretebilmek ve kendini geliştirebilmek istiyorsa geri dönüşlerin nedenlerini araştırması ve kayıt altına alması gerekmektedir. Dahası, ürün geri dönüşlerinin doğru yönetilebilmesi için pazarlama, finans, üretim, satın alma ve lojistik birimlerinden çalışanların bir araya gelerek bir takım oluşturmaları gerekmektedir (Rogers vd., 2002: 5). Hatta bu takıma müşteriler, tedarikçiler ve hatta üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcılarda dâhil edildiğinde sistematik bir bütünlük sağlanmış olacaktır.

Aras vd. (2008)'e göre, ürün geri dönüşleri bazı durumlarda tahmin edildiğinden daha çok maliyetli olabilmektedir. Bunun nedenleri incelenecek olursa, öncelikle geri dönüşlerin işlem görmeden önce stoklarda haftalarca aylak olarak beklediği söylenebilir. İkinci olarak, ürün üzerinde yapılması gereken işlem uzun zaman aldığından, ürün sezon veya mevsim dışında kalabilmektedir. Bu durumun sonucunda olması gereken fiyattan daha ucuza satılabilmektedir. Üçüncü olarak, eğer geri dönen bir ürün yanlış yöntemler ile müşteriye ulaştırılmaya çalışılırsa müşteri ile olan sağlam ilişkiler kaybedilebilir. Son olarak, yanlış yerlere kurulan dağıtım merkezleri ve bölgeler mağazalar da işletme maliyetlerini artırabilmektedir.

KDTZ stratejilerinden bir diğeri ise etkin bir değer yönetimi ile çevresel farkındalığı dikkate alan geri dönüşüm ve geri dönüşüm faaliyeti sonucu ürünlerin tekrar dağıtım süreçleridir. Tekrar kullanım (reuse) kavramı da bu süreçler içerisinde değerlendirilebilir. Geri dönüşüm kendi içerisinde dört süreçten oluşmaktadır. Bunlar; atıkların kullanımı için geri dönüşebilir malzemelerin toplanması, ilk madde malzemenin haricinde ikincil sınıfta yer alan geri dönüştürülebilir malzemelerin işlenmesi, bu ikincil malzemelerin üretimi ve satış için hazır hale getirilmesi şeklindedir (Sridhar, 1999: 289). Tekrar kullanım süreci geri dönüşüm süreci ile benzerlik göstermektedir. Sridhar (1999)'a göre tekrar kullanım sürecinde, ürünler orijinal formları ile birlikte yenilenmekte, tamir edilmekte veya tekrar kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu süreç, malzeme kullanımından tasarruf sağlanması ve kaynak israfının azalmasından dolayı birçok işletme tarafından kullanılmaktadır.

Günümüzde üretilen mal veya hizmetlerin yaşam süreleri giderek kısalmakta ve değişim hızı da giderek artmaktadır. İşletmelerin bu değişime ayak

uydurabilmeleri ve ekonomik olarak ayakta kalabilmeleri için faaliyetlerine yeni süreçler eklemelidirler. Bunlardan biri de yeniden imalat sürecidir. Yeniden imalat süreci, özellikle yaşam süresi bitmiş ürün veya parçaların toplanması, bozulmuş, hasar görmüş veya eksik olan parçaların yenisi ile veya tamir edilmiş parça ile değiştirilmesi süreçlerini kapsamaktadır. Yeniden imalatta, kullanıcıya fayda sağlama özelliğini kaybetmiş ürünlerin ayrıştırma, onarma ve yenisi ile değiştirme gibi gereken faaliyetlerin sonucunda yeni bir ürün oluşmaktadır. Bu süreçte kullanım özelliği sona ermiş ürünler tamamen ayrıştırılmakta, tüm parçalar muayene edilmekte ve arızalı olan parçalar ile yenileri değiştirilmekte ve sonuçta yeni bir ürün ortaya çıkarılmaktadır (Guide, 2000: 470).

Yeniden imalat faaliyetlerinde, geleneksel imalat faaliyetlerine özdeş olarak üretim, dağıtım, pazarlama, satış ve stoklama kararları verilmektedir. Fakat TZÜ, Yalın Üretim, Siparişe Üretim gibi bazı geleneksel imalat faaliyetleri, doğrudan yeniden imalat faaliyetleri için kullanılmamaktadır (Gungör ve Gupta, 1999: 827).

Yenilenmiş veya düzeltilmiş ürünler için seçilmiş bir pazarlama kanalının varlığı, yeniden imalat sürecinin uygulanması için çok önemli başarı faktörlerinden biri durumundadır. Yeniden imal edilmiş ürünler aynı temel gereksinimlerini yerine getirse bile, genellikle ucuz ve eskimiş olarak kabul edilmektedir. Fakat yeniliğin ve modanın kritik faktörlerden olduğu yüksek seviyeli (high-end) pazar bölümleri, bu tür arz kaynaklarını reddetme eğilimindedirler. Yeniden imal edilmiş ürünler genel olarak cazip fiyata satın almak isteyen düşük seviyeli (low-end) müşteriler için uygun olmaktadır. Bu yüzden, kapalı döngü tedarik zinciri planlayıcıları bu tip sıkıntılar ile karşılaşmamak için öncelikle hangi tip pazara hitap edeceklerini hesaba katmakta, ardından üst seviye müşterilerinin kalite beklentilerini karşılayacak şekilde ürün üretmektedirler (Lebreton, 2007: 77).

Yeşil lojistik, son yıllarda devletin zorunlu politikaları ve toplumsal sorumluluk bilinci ile birlikte üreticiler ve perakendeciler arasında artan bir öneme sahip olmaktadır. Tersine tedarik zinciri faaliyetleri özellikle Almanya gibi AB ülkeleri arasında çevresel tahribatı engellemeye yönelik olarak planlanmaktadır. Fakat birçok kurum, gelişen tersine tedarik zinciri faaliyetlerinin kendilerine değer kazandırmasına rağmen çevresel konular üzerinde etkin olmadıklarının farkına

varmışlardır. Bunun yerine daha çok maliyetlerde veya çevrim sürelerinde azalma ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden çevreci anlayış ile sürdürülen yeşil lojistik halen daha tersine lojistiğin arkasından takip etmeye devam edecek gibi gözükmektedir (Raedels, 2005).

KDTZ ağlarının verimli bir şekilde çalışabilmesi, kullanılmış ürünlerin bir araya getirilerek ve sınıflandırılarak tekrar müşteriye kazandırılmasını sağlayan toplama merkezlerinin yerlerinin doğru seçimi ile de mümkün olmaktadır. Toplama merkezlerinin, geri dönen ürünleri sınıflandırdıktan sonra yeniden imalat veya geri dönüşüm merkezlerine ulaştırma sorumluluğu bulunmaktadır. Benzer bir şekilde geri dönüşüm tesislerinin de sayı ve yerlerinin belirlenmesi çok önemli stratejik kararlardan biridir. Bütün bu konular stratejik planlama uzmanı tarafından, kullanılmış ürünlerin arz oranlarındaki belirsizlik, kullanılmış ürünlerin son hali ve talep edilen ürünlerin miktarları dikkatle takip edilerek yerine getirilmelidir (Pochampally vd., 2009: 11-13).

## İKİNCİ BÖLÜM

### KURUMSAL SOSYAL SORUMLULUK

Ortak hedefleri olan ve topluma katkıda bulunmak isteyen girişimciler, ellerindeki sınırlı kaynaklar ile faydalı ve verimli faaliyetlerde bulunabilmek için bir araya gelmekte ve işletmeler kurmaktadır. Bu işletmeler, kurucularının belirledikleri hedefleri gerçekleştirmeye çalışırken aynı zamanda toplum denilen büyük bir alanı da etkilemektedirler. Belirlenen hedefler temelinde, işletmeler kâr amacı güden, kâr amacı gütmeyen ve kamu işletmeleri olmak üzere üç sınıfa ayrılabilir. Toplumun oluşuran diğer işletmeler, tedarikçiler, sendikalar sivil toplum kuruluşları, hükümet gibi paydaşlar her üç grubun görev ve sorumluluklarından farklı derecelerde etkilenmektedirler (Post vd., 2002: 8). Paydaşlar işletmelerden ekonomik, ahlaki ve yasal sorumluluklarının yanında, gönüllü sorumluluklarına da önem vermelerini istemektedirler (İbişoğlu, 2007: 1). Sosyal sorumluluk bilincine sahip, dürüstlük ve güvenilirlik kavramlarına dikkat eden ve çevresel ve ahlaki sorumluluklarını yerine getiren işletmeler toplum tarafından daha çabuk kabul görmektedirler. Bu nedenle işletmeler, sürdürülebilirliği başarma temel hedefine yönelik olarak doğayı ve çevreyi koruyacak önlemler alarak ve doğrudan ve/veya dolaylı ilişki içerisinde bulunduğu tüm paydaşlara karşı yükümlülüklerini yerine getirmek zorunda kalmaktadırlar (Aktan ve Börü, 2007: 13).

Üretim ve yönetim faaliyetleri, bazıları tarafından işletmeler ile ilgili büyük ölçüde yapılması gereken sıradan faaliyetler gibi görülse de, aslında tüm bu faaliyetlerin gerçekleşmesinde ön planda olan bir yönetim stratejisinin varlığıdır. Örneğin, yeni teknolojik gelişmeler, yeni örgütsel kaynaklar, değişen çevresel koşullar, iyileşen düzenleyici kurallar ve toplumun işletme faaliyetlerine bakış açısı gibi konular işletme yöneticilerinin dikkate alması gereken ve stratejik önemi olan konulardır. Bu konuların işletmelerin mevcut durumları ve gelecekteki yansımaları olmasından dolayı, üretim ve yönetim faaliyetleri üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır. Bu bağlamda gelecekte hangi konuların veya alanların çok önemli olacağını şimdiden tahmin etmek zor olsa da, dünyayı, işletmeleri, insanları ve

devletleri ortak bir çatı altında ilgilendiren konulardan biri Kurumsal Sosyal Sorumluluk (KSS) faaliyetleri olacağı düşünülmektedir (Slack vd., 2010: 633).

Kurumsal sorumluluk, sorumlu işletme veya kurumsal sürdürülebilirlik olarak bilinen Kurumsal Sosyal Sorumluluk (KSS), işletme faaliyetlerinin planlanmasında, organize edilmesinde, yürütülmesinde ve kontrol edilmesinde işletmelere çok büyük imkânlar sunmaktadır. Firmalar, tanınırlıklarını artırmak (Fombrun, 2005), risklerini yönetebilmek (Husted, 2005) ve müşteri memnuniyetini artırabilmek için KSS faaliyetlerine oldukça önem vermektedirler. Ancak, işletmeler KSS faaliyetlerinin değer oluşturmada çok büyük fırsatlar sunduğunu geç fark etmişlerdir. Bütün bunlarla birlikte KSS faaliyetleri müşteri memnuniyetinin artmasına, üretim verimliliğinin artmasına, maliyet ve risklerin azalmasına, yeni pazarlar bulunmasına, marka imajının oluşmasına çok büyük katkılar sağladığı tartışılmazdır (Panayiotou ve Konstantinos, 2011). Özellikle işletmelerin, iş ahlakı ve kurumsal yönetim konularına ilgi duyması ile birlikte KSS kavramı ön plana çıkmaya başlamıştır.

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle KSS'nin tanımı, kapsamı ve gelişimi hakkında bilgi verilecektir. Ardından sırasıyla KSS'nin öneminden, bu alanda yapılan çalışmalardan ve sorumlu olduğu gruplardan, Türkiye'de KSS uygulamalarından, KSS'nin işletmenin karlılığı üzerindeki etkisinden, KSS'nin tedarik zinciri içerisindeki yeri ve öneminden, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminden ve son olarak KSS'nin tedarik zincirinden uygulama avantajları ve zorluklarından bahsedilecektir.

## **1. KSS'NİN TANIMI**

İşletmeler, devletler, sosyal organizasyonlar ve kurumlar artan rekabetin etkisiyle stratejilerini sürekli yenileme ihtiyacı hissetmektedirler. Rakiplerinden daha kaliteli hizmet verebilmek, müşteri siparişlerini zamanında karşılayabilmek ve bunları sürdürülebilir hale getirebilmek için iş süreçlerinde sürekli yenilenmeye giden işletmeler, bu yenilenme ile hem ekonomik büyümeyi hem de uzun vadede hedeflerini gerçekleştirmek adına çevresel ve sosyal sorumluluklarını yerine getirmiş olmaktadır.

Türk Dil Kurumu Sözlüğü'nde (2013) sorumluluk kavramı; “*kişinin kendi davranışlarını veya kendi yetki alanına giren herhangi bir olayın sonuçlarını üstlenmesi, mesuliyet*” olarak tanımlanmaktadır. Sorumluluk denilen kavramı, kurumların faaliyetleri ve ürettikleri sonuçlar ile sıkı ilişki içerisindedir. Sosyal sorumluluk ise, organizasyonların ve kurumların gönüllülük esasına dayalı olarak ekonomik amaçlarını yerine getirirken, paydaşlarının istek, ihtiyaçlarını ve menfaatlerini de dikkate alarak sosyal ve çevresel konularda sorumlu davranma prensibidir.

KSS, teorik açıdan yöneticiler tarafından iyi bilinmesine rağmen, pratik açıdan kullanım alanları, uygulama yöntemleri ve ortaya çıkan sonuçları üzerinde mutabakata varılamayan ve bu yüzden ortak bir tanımı olmayan bir kavramdır. Araştırmacılar, akademisyenler ve yazarlar KSS'yi tanımlarken, işletme ve toplum arasındaki boşluğu dikkate alarak yapmaktadırlar (Carroll ve Buchholtz, 2000). Bu yüzden gerek kurumsal gerekse akademik ortamda KSS tanımlanırken sürdürülebilir büyüme, kurumsal vatandaşlık (corporate citizenship), sürdürülebilir girişimcilik (sustainable entrepreneurship), üçlü sorumluluk raporu ve iş etiği gibi kavramlar sıklıkla kullanılmaktadır (Marrewijk ve Werre, 2003). Fakat bütün bunlara rağmen, işletmeler KSS uygulamaları neticesinde büyük başarılar imza attıkça, araştırmacılar da belli bir çerçevede kendilerine göre en uygun tanımı yapmaktadırlar.

KSS ifadesi kavramsal olarak ilk kez ekonomist Howard R. Bowen (1953)'ın, kurumların toplum değerleriyle örtüşen politikaları benimsemeleri gerektiğini vurgulayan “ İş Adamının Sosyal Sorumlulukları (Social Responsibilities of the Businessman)” adlı kitabını çıkarmasıyla birlikte dile getirilmiştir. Bowen'a göre işletmeler karar alırken bu kararların sosyal sonuçlarını da göz önünde bulundurmaları durumundadırlar. Bowen konuyla ilgili çalışmalarından dolayı “Kurumsal Sosyal Sorumluluğun Babası” olarak anılmaktadır (Bowen, 1953: 6)

Bazı devlet kurumları ve uluslararası örgütlerin konu ile ilgili yaptıkları tanımlar incelendiğinde karşımıza şunlar çıkmaktadır. Örneğin, İngiliz Hükümeti'nin yapmış olduğu tanımına göre KSS, bir ülkenin veya işletmenin sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleşmesine katkı sağlayan faaliyetler bütünüdür.



İşletmeler, bu hedefleri gerçekleştirirken iş süreçlerinin çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerini dikkate almaktadırlar. Avrupa Komisyonu'nun yaptığı tanıma göre KSS, gönüllülük ilkesine dayalı olarak işletmelerin iş süreçlerinde sosyal ve çevresel meselelerini paydaşları ile bütünleştirdiği bir kavramdır (Commission of the European Communities, 2001: 6). PriceWaterhousecoopers'in resmi internet sitesinde KSS, sosyal, çevresel ve ekonomik değerleri şirketlerin işletme süreçlerine, ürünlerine ve hizmetlerine katmak suretiyle insanların veya toplumun beklentilerini karşılamak şeklinde tanımlanmaktadır (pwc.com, 2012). Uluslararası Standardizasyon Kurumu KSS'yi, insanlara ve topluma yarar sağlayacak örgütlerin sosyal, ekonomik ve çevresel sorunları çözebilecek her türlü yaklaşım şeklinde ifade etmişlerdir (ISO, 2004). Sürdürülebilir Büyüme için Dünya İşletmeler Birliği (WBCSD)'nin kurumsal sorumluluk toplantısında alınan karara göre KSS, Ulusal ve dünya çapında büyümenin anahtarları olan işletmelerin, çalışanlarının ve ailelerinin yaşam kalitesini artırırken sahip oldukları etik davranışları ile sürekli büyümeyi bir hedef haline getirdikleri bir yönetim anlayışı olarak tanımlanmıştır (wbcsc.org; 2012). Bu tanım ile işgücünün, ailelerin ve toplumun ekonomik büyümeye katkı sağladıkları vurgulanmaktadır.

Konu ile ilgili olarak literatürde önemli akademisyenlerin ve araştırmacıların yaptıkları tanımlar yer almaktadır. Dyllick ve Hockerts (2002), sosyal sorumluluğu “firmanın sahip olduğu yeteneklerinden ödün vermeksizin, müşterilerin ve paydaşların doğrudan ve dolaylı ihtiyaçlarını karşılamak için yaptığı faaliyetlerdir” şeklinde tanımlamışlardır. Benzer bir şekilde Honcock (2004), KSS veya kurumsal sorumluluğu, işletmelerin iş süreçlerinde ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerin dikkate alındığı ve faydaların en büyüklenip zararların en küçüklendiği bir yöntem olarak tanımlamıştır. Aktan ve Vural (2007) KSS'yi, herhangi bir kurumun hem iç hem de dış çevresindeki tüm paydaşlara karşı etik ve sorumlu davranmasını, bu yönde kararlar alması ve uygulamasını ifade eden bir kavram şeklinde yorumlamışlardır. Dahlsrud (2008), KSS'nin daha önce yapılmış 37 tanımını incelemiş ve çevresel, sosyal, ekonomik, paylaşımsal ve gönüllülük olmak üzere beş boyutunu geliştirmiştir. Tedarik zinciri perspektifi açısından ise Carter ve Jennings (2004), KSS'nin sadece işletme içi faaliyetler ile değil aynı zamanda toplum, işgücü istihdamı, insan hakları ve çevre gibi konular ile ilgilendiğini savunmuşlardır.

KSS ile ilgili diğerk bir tanım Walton (1961) tarafından, kurumsal girişimin sosyal sahnede boy göstermesiyle ortaya çıkan problemler ve kurum ile toplum ilişkisini düzenlemesi gereken etik prensipler şeklinde yapılmıştır. Davis (1973), Carroll (1979) ve Frederick (1987) gibi yazarlar işletmelerin KSS modelleri ile sadece ekonomik ve yasal uygulamalarının ötesinde etik ve topluma karşı sorumluluklarının da olduğunu savunmuşlardır. Ardından gelen bazı araştırmacılar literatüre daha fazla katkıda bulunabilmek ve iş süreçlerinde KSS'nin önemini vurgulamak için bu tanımlamayı genişletmeye çalışmışlardır. Örneğin; Azer (2001), 11 işletme yöneticisi ile görüşerek KSS'ye yeni bir bakış açısı kazandırmıştır, O'Dwyer (2002), 29 yöneticiden KSS'yi tanımlamalarını istemiş, Moir (2001) ise, 9 işletme yöneticisi ile bir araya gelerek ve işletme yönetimi kavramlarını kullanarak KSS'nin daha geniş perspektiften anlaşılmasına yardımcı olmuşlardır. Van Marrewijk (2003) ve Matten ve Crane (2005) gibi yazarlar da uzman oldukları alanlara uygun olarak KSS'yi tanımlamışlardır.

Canatan (2009)'a göre KSS; kurumların, toplumun ve iş dünyasının değerlerine uygun olarak davranma sorumluluğunu ifade eden bütünsel bir yaklaşımdır. Amaç, toplumun refahını artırmaya yönelik faaliyetleri bütün olarak yerine getirmektir. Aynı zamanda, kurumlar ile toplumun birlikte yaşamasını sağlamak için yapılan tüm faaliyetlerdir. Bir başka ifadeyle sosyal sorumluluk, genel olarak bir kuruluşun; ekonomik ve yasal koşullara, iş ahlakına, kurum içindeki ve çevresindeki kişilerin ve diğerk kurumların beklentilerine uygun bir çalışma stratejisi ve politikası gütmeye, insanları mutlu ve memnun etmeye yönelik faaliyetlerdir.

Araştırmacıların bazıları, KSS faaliyetlerinin kurum stratejilerini ve performansını uzun dönemde nasıl etkilediğini görebilmek; bazıları ise işletmelerin KSS uygulamaları neticesinde elde ettikleri neticelerin hangi düzeyde olduğunu incelemek için çalışmalar yapmışlardır. Yapılan incelemelerde bazı işletmeler KSS'yi toplum üzerindeki kurum itibarlarını yükseltmek, kurum kârının belirli bir miktarının hayır işlerine ayrılmasını sağlamak, çalışanlarını bilinçlendirmek ve toplum ve çevre haklarını gözetmek için kullanırken, bazıları kârlılığını, tedarikçi ilişkilerini, atıkların denetimini, kalifiye işgücü ve müşteri ilişkilerini sürdürülebilir hale getirmek için kullanmaktadır (Taşlıyan, 2012:23). Örneğin, Arçelik, Coca Cola,

Turkcell, Ülker ve Unilever gibi Türkiye’de faaliyet gösteren büyük işletmeler KSS’nin getirmiş olduğu her iki fayda türlerinde de yararlanmaktadır.

## 2. KSS’NİN TARİHSEL GELİŞİMİ

KSS’nin tarihine bakılacak olursa, Sanayi Devrimi öncesi ve sonrası şeklinde iki bölüme ayırmak doğru olacaktır. Sanayi Devrimi öncesinde işletmecilik anlayışı, bilimsel dayanaklardan yoksun, küçük ölçekli, usta-çırak ilişkisine dayanan, beceri ve uzmanlık ihtiyacının olmadığı, systemsiz bir dönemden oluşmaktaydı. Bu dönemin 16.yy’a kadar olan büyük bir bölümünde hayatın birçok alanında olduğu gibi ticari işleri ve anlaşmaları da dinler yönlendirmekteydi. Ticarethanelerde uğraşan insanların sorumluluk anlayışları dinlerin öngördüğü özgürlük, hoşgörü, inanç, ahlak ve vicdan çerçevesinde şekillenmekteydi (Alparslan ve Aygün, 2013: 437). Örneğin İslam dini hoşgörü, yardımlaşma, dayanışma, dürüstlük ve doğruluk gibi iş yaşamıyla ilgili birçok kural ve ilkeyi benimsemekte, Hıristiyanlık dini, insanların birinci mahsulü aldıktan sonra ikinci mahsulün yabancı, dul ve yetimlere ait olduğunu bildirmekte ve Yahudilik dini ise, karşılıklı iyilikte bulunmayı dinsel bir görev haline getirmektedir (Özdemir, 2004: 107-108). Kısaca Sanayi Devrimi’nden önceki dönemde sosyal sorumluluk anlayışı örf, adet, din ve kültürel yapıların baskıları ve gelişimleri sonucu şekillenmiştir (Özüpek, 2005: 17).

16.yy ile 18.yy arasında gelişen ve değişen ticari hayatla birlikte işletmelerin ve toplumun sorumluluk anlayışı da değişmeye başlamıştır. Bu dönemde bir ülkenin zenginliği sahip olduğu madenlerle ölçülmekte ve fakirlere yardım etmek, işsizlere iş bulmak devletin asli görev ve sorumluluğu arasındaydı (Aktan, 2007). Bu düşünce ile birlikte, dinlerin yönlendirmiş olduğu sorumluluk kavramı insanların vicdanlarında çıkarılıp devletlerin asli görevleri arasında yer almaya başlamış ve bu durum Sanayi Devrimine kadar devam etmiştir.

Sanayi devrimi ile birlikte mal ve hizmet üretim anlayışı değişmiş, küçük ticarethaneler yerini büyük fabrikalara bırakmış, yeni istihdam alanları oluşmuş, insan ilişkileri farklılaşmış ve iş hayatı yeni bir boyut kazanmıştır. Bu dönemde hâkim görüş Adam Smith’in Mutlak Üstünlükler Teorisidir. Buna göre bir ülke daha

düşük maliyetle ürettiği mutlak üretim üstünlüğüne sahip olduğu malları üretmeli ve bunları ihraç etmelidir. Adam Smith'e göre, bu teori ile birlikte karlılığın ve üretimin artırılabilmesi için sadece düşük maliyetle üretim söz konusudur. II. Dünya Savaşı öncesine kadar işletmeler sürekli olarak üretim ve kârlarını artırma peşinde koşmuşlardır. Fakat bunu yaparken, sınırsız biçimde kaynak kullanılmış, çevreye özen gösterilmemiş ve insana değer verilmemiştir. Buda büyük oranda doğal dengeyi tahrip etmiştir.

KSS'nin gelişmesi ve tanınmasını sağlayan en önemli etmen II. Dünya Savaşı öncesi 1929 Ekonomik Buhran olmuştur. Büyük ölçekli ve çok uluslu işletmeler sadece karlılığı ve yüksek ölçekli üretimi hedef almaları, toplumun gelişimini ve refahını sağlayamadığını ortaya çıkartmış ve kendilerini sosyal sorumluluğa dair sorgulamaya başlamışlardır. Bu dönemden sonra insan hakları, etik, çevre, toplum ve ticari konular yeniden düzenlenmiş ve tartışılmıştır. Bu konuların verimlilik, karlılık ve kalite kadar önemli olduğu fikrine uygun davranılmaya başlanmıştır. Sistem yaklaşımı düşüncesi ile işletmelerin sadece içyapısı değil dış yapısı da dikkate alınarak faaliyetler yürütülmeye çalışılmıştır. 1950'lerden sonra ise dünyadaki taşlar kısmen yerine oturmuş ve geçmişte yapılan hatalardan özür dilercesine tüm dünyada yardım ve hayırseverlik çalışmaları başlamıştır (Taşlıyan, 2012: 24). Günümüz anlayışına göre ise işletme yöneticileri veya hissedarları maksimum karlılıktan ziyade uzun dönemde en uygun karlılığı hedefleri haline getirmişlerdir.

İşletmeler KSS anlayışında oluşan bu değişimlerin etkisiyle hedeflerini ve stratejilerini bütün paydaşların değerlerini koruyacak şekilde belirlemekte ve onların yönetim anlayışına uyumlu hale getirmek zorunda kalmaktadırlar. Değişen KSS anlayışı yöneticilere yeni roller yüklemekte, yeni tutumlar geliştirmelerini sağlamakta ve hatta yeni eylem planları ve politikalar tasarlamalarını gerektirmektedir (Özgener, 2004: 209). Bu anlayış doğrultusunda işleme tepe yöneticileri açıklık ve dürüstlük, şeffaflık, hesap verebilirlik, etkinlik ve verimlilik konularında her zaman kendilerini sorgulamakta ve kendilerini geliştirmektedirler.

Son dönemlerde, işletme hiyerarşisinin en üst düzeyinde bulunan yöneticiler sosyal sorumluluk faaliyetlerini yerine getirilmesi amacıyla yeni birimler oluşturmakta ve o birimlerin aktif olarak çalışmalarını beklemektedirler. Hazırlanan

davranış kodları ile uyum sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmekte ve hatta işletmenin etkin biçimde yönlendirilmesi için benzer davranış kodlarını uygulayan ilgili endüstri kollarından destek alınmaktadır. Bu konuda, Fiat işletmesinin çalışanlarına yönelik yayınladığı etik ilkeler en güzel örnek olarak verilmektedir. Diğer taraftan sosyal sorunların acilliğini hisseden toplum, işletmelerin sosyal konular üzerine daha fazla eğilmeleri yönünde baskıcı olmakta ve taahhüt edilen ilkelerin kendilerine gösterilmesini beklemektedirler (Demir ve Songür, 1999: 165).

### 3. KSS'NİN ÖNEMİ

Elkington (1997), ekonomik, sosyal ve çevresel performansların bütünleşmesinden oluşan ve “üçlü sorumluluk raporu” olarak ta bilinen bir yaklaşım öne sürmüştür. Bu kavramlar tedarik zinciri yöneticileri tarafından sürdürülebilir bir büyümenin sağlanmasında çok önemli üç etken olarak yorumlanmaktadır. Van Weele (2010) ise bu yaklaşımı savunmakla birlikte üç önemli görüş ortaya atmış ve bunları “insanlar” (people), “gezegen” (planet) ve “kâr” (profit) olarak adlandırmıştır. Bu görüşlerden “*insanlar*”, çalışanlara iyi koşullar sağlamak ve onların beceri ve yeteneklerini geliştirmelerine imkân vermek için geliştirilen ve hayata geçirilen tüm faaliyetleri içerir. Bugün bu faaliyetler, kurumların işçi sağlığı ve güvenliği olarak tanımlanmaktadır. “*Gezegen*”, doğal kaynakların, enerjinin, hammaddelerin ve diğer kaynakların verimli kullanımı için geliştirilen tüm faaliyetlerdir. Atık yönetimi, hurdaya atılmış malzemelerin tekrar kullanımı ve tersine lojistik faaliyetleri gezegen görüşü içerisinde değerlendirilir. Son olarak “*kâr*” ise, bir işletmenin uzun dönemde finansal sürdürülebilirliğini sağlaması için gerekli olan faaliyetlerdir. İşletmeler müşterileri, paydaşları, tedarikçileri ve çalışanları ile sürekli olarak müzakere içerisinde olduklarında ve onların tercihlerini dikkate aldıklarında kârlılıklarını sürdürülebilir hale getirebilmektedirler. Bu üç görüş kurumsal sosyal sorumluluğun temel dayanak noktaları olduğu görüşü hâkimdir.

KSS ile ilgili 2000 yılından bu zamana kadar olan sürede, yapılan akademik çalışmaların şu şekilde olduğu görülmektedir. Wilson (2000), yaptığı çalışmasında sosyal sorumluluk faaliyetlerini uygulayan işletmelerin aynı zamanda yüksek işletme

imajına sahip olduğunu savunmaktadır. Yaptığı bir anket çalışmasına katılanların % 89'u, ürünü tercih ederken işletme imajına dikkat ettiklerini söylemektedir. Bu da Wilson'a göre doğru uygulanan sosyal sorumluluk faaliyetleri ile mümkün olabilmektedir. Roberts (2003), KSS'nin bir firmanın satın alma kararları üzerinde çok büyük etkiye sahip olduğunu söylemektedir. Örneğin, imalat sektöründeki bir firma, ürünlerini kalite standartları içerisinde tutabilmek için müşterileri, perakendecileri, tedarikçileri ve rakipleri tarafından sürekli olarak zorlanmaktadır. Longo vd. (2005) KSS faaliyetlerinin, işe devamlılık ve sadakat gibi insan kaynakları yönetimi konuları üzerinde pozitif etkiye sahip olduğunu göstermişlerdir. Porter ve Kramer (2006)'a göre bir şirketin kurumsal itibarı ile performans göstergelerinden olan kârlılık ve müşteri memnuniyeti arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Iturrioz vd. (2009), sosyal sorumluluğun farklı boyutları ile işletme değeri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma İspanya genelinde 245 KOBİ üzerinde uygulanmış ve neticesinde değer zinciri ile içsel KSS eylemleri arasında çok kuvvetli bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte Doğan ve Varinli (2010) banka müşterilerinin kurumsal imaj algısı ile KSS anlayışının boyutları arasında ilişki tespit etmeye çalışmışlardır. 537 adet katılımcı ile yapılan çalışmanın analizi neticesinde bankaların kurumsal imajı ekonomik, yasal, etik gibi sosyal sorumluluk boyutları ile güçlü ilişkide olduğu görülmüştür. Tantalo vd. (2012)'nin İtalya'da 50 işletme yöneticisi üzerinde yaptıkları çalışmada KSS faaliyetleri ile işletmelerin uzun dönem rekabetçi pozisyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın sonucunda etik üretim yönetimi anlayışı, çevresel farkındalık oluşturma ve müşteri değeri artırma faaliyetlerinin uzun dönem rekabet avantajı sağlamada yüksek etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Alparslan ve Aygün (2013), KSS ile firma performansı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bunun için BİST'e kayıtlı 117 firmanın 2009–2010 yıllarına ilişkin verileri incelenmiş ve yapılan analiz neticesinde bu iki değişken arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Son olarak Battaglia vd. (2014), İtalya ve Fransa'da bulunan 213 moda işletmesi üzerinde KSS'nin uygulamaları ile rekabet performansı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Sonuç olarak, taktiksel seviye kararlardan operasyonel seviye kararlarına kadar olan performans göstergeleri ile KSS süreçleri arasında önemli derecede ilişki bulunmaktadır.

Yukarıda çalışmalar göstermektedir ki, tüketiciler bir ürün veya hizmet satın alırken ürünün sadece kalitesi ve maddi değeri ile değil, ürünü üreten işletmelerin sosyal sorumluluk faaliyetleri ile birlikte değerlendirerek tercih etmektedirler. Toplumun gelişmişlik düzeyine bağlı olarak tüketicilerin bu yöndeki davranışları değişkenlik göstermektedir. Diğer taraftan ise yatırımcılar bir işletmeye yatırım yapma kararı vermeden önce, öncelikli olarak o işletmenin KSS konusundaki performansını değerlendirmeyi tercih etmektedirler (Aktan ve Börü, 2007).

KSS, bir kurumun toplum üzerindeki sorumluluk etkisinin olduğunu ileri sürmektedir. Sosyal sorumluluğun daha iyi anlaşılması ve kapsadığı alanların neler olduğunu anlamak için Carroll'un geliştirmiş olduğu piramide bakmakta fayda bulunmaktadır. Carroll (1991: 40-44), sosyal açıdan sorumlu olan bir kurumun kâr elde etmesinin yanında yasal, etik ve hayırseverlik olmak üzere sorumlu olduğu dört farklı alandan bahsetmektedir. Buna göre ekonomik faaliyetler işletmenin en temel fonksiyonu kabul edilmekte ve piramidin en alt kısmını oluşturmaktadır. Daha sonra piramidin üst kısımlarında sırasıyla yasal, etik ve hayırseverlik sorumluluğu bulunmaktadır.

Etkinlik ve verimlilik esasına dayalı toplumsal projeler geliştirmek, kendilerini geliştirmelerine yönelik çalışanlara eğitim olanakları sağlamak, müşteriler ile sürekli iletişim halinde olmak ve onlara güvenilir ürünler üretmek, tedarikçiler ile uzun vadeli satın alma ilişkileri kurmak, adil fiyat ve yenilikçi öneriler ile tedarikçileri cesaretlendirmek, hissedarlara uzun vadeli getiri oranları sağlamak, açık, net ve anlaşılır stratejiler ile kâr dağıtım politikaları izlemek, finansal guruplar ile sürekli iletişim halinde olmak, çevre ile ilgili atık yönetimi, enerji tasarrufu, geri dönüşüm politikaları geliştirmek ve çevreye yönelik faaliyetleri denetlemek için mekanizmalar geliştirmek *ekonomik sorumluluklar* kapsamında yer almaktadır. Çalışanlara sağlıklı, güvenilir ve eşit şartlarda çalışma ortamları hazırlamak, müşteriler için en uygun paketleme, ambalajlama tasarımları ve dağıtım ağları geliştirmek, firmanın kurumsal yönetim ile ilgili bilgilerini yöneticilere ve pay sahiplerine en doğru ve en hızlı biçimde iletmek, firma ile ilgili yıllık raporlar hazırlamak ve kamu ile sürekli iletişim halinde olarak çevresel ve sosyal uygulamaları kamuya açıklamak işletmelerin *yasal sorumlulukları* arasında yer almaktadır. İşletmelerin *etik sorumlulukları* arasında topluma yenilikçi yaklaşımlarda

bulunmak, çalışanlara adil bir ödül sistemi geliştirmek, iş tatmini sağlamak, eşit çalışma şartları sunmak, ortak bir kurum ruhu oluşturmak, çalışanlar arasında etkin iletişim sistemi kurmak, müşterilerin ödediğinin değerini vermek ve istek ve ihtiyaçlarına saygı göstermek, tedarikçiler arasında azınlık guruplara saygı duymak, genel olarak yerli tedarikçiler ile çalışmak ve onların çevresel ve sosyal standartlara uyup uymadıklarını denetlemek yer almaktadır. Son olarak *hayırseverlik sorumlulukları* ise finansal bağışlarda bulunmak, toplumun gelişimi için eğitim programları düzenlemek, projelerde yer almak, çevresel ve sosyal değişimi desteklemek ve çalışanların sendikal faaliyetlerde veya toplumsal aktivitelerde bulunmalarına yönelik bilinç oluşturmak şeklinde sıralanabilmektedir.

İşletmelerin sürdürülebilir büyümeye yönelik hedeflerinin yanında, doğanın ve çevrenin dengesini koruyacak önlemler olarak üretimini gerçekleştirmesi eksik bir uygulamadır. Bu yüzden KSS'nin temel amacı, işletmenin çalışanlarına, müşterilerine, tedarikçilerine, rakiplerine, devlete, çevreye, sivil toplum kuruluşlarına, finans kurumlarına, bankalara yani kısacası bütün paydaşlarına yönelik yasal zorunlulukların ötesinde sorumlu faaliyetlerde bulunmasını sağlamaktır (Aktan, 2007: 14). En üst kademe yöneticisinden en alta kadar KSS kavramını ciddiye alan kuruluşlar aynı zamanda onu yönetebilmeyi de ciddiye almaktadırlar. Bu yüzden Toplam Kalite Yönetimi felsefesi ile yönetim ilkeleri ortaya konulmakta, paydaşların kimlikleri tanımlanmakta, bu konuda yapılacak faaliyetlerin hedef, amaç ve sonuçları dikkatle izlenmekte ve denetim organlarına şeffaf bilgiler ile hesap verilmektedir.

Tatari (2003: 5)'ye göre KSS bilinci ile hareket eden işletmeler önemli kazanımlar elde etmektedirler. Öncelikle işletmelerin marka değeri artmakta ve bu durum kâra olumlu yansımaktadır. Personel istihdamı konusunda daha tecrübeli ve nitelikli işgücüne sahip olunmaktadır. Yeni ürünler geliştirilmekte ve yeni pazarlara girilmektedir. Verimlilik, kalite, hız ve satış sonrası hizmet gibi konularda artış ile birlikte müşteri memnuniyeti sağlamada önemli avantajlar elde edilmektedir. Kriz dönemleri daha hızlı atlatılmakta ve riskler daha iyi yönetilmektedir. Çevreye salınan sera gazlarının miktarında da önemli oranda azalma gözlenmektedir. Ayrıca, toplumsal problemlerin çözümüne katkıda bulunan işletmelerin toplumun gözündeki değeri sürekli artmaktadır. Toplumu ilgilendiren konular üzere yapılan faaliyetler, insanlar üzerinde pozitif etki oluşturmakta ve insanların kuruma daha yakın olmaları



sağlanmaktadır. İnsanlar kendilerini, sadece çalışan değil toplumun bir parçası ve değer yaratan bir birey gibi gören kurumlara daha çok saygı göstermektedirler. KSS konularına önem veren kurumlardaki çalışanların işlerine daha çok motive olduğu ve kuruma olan bağlılıklarının arttığı gözlenmektedir.

#### 4. KSS'NİN KAPSADIĞI ALANLAR

Günümüz rekabet koşullarında işletmeler, sahip oldukları kaynakları en etkin şekilde kullanarak en yüksek düzeyde çıktı elde etmeye çalışmaktadırlar. Bu sayede iş süreçlerini verimli hale getirerek sürdürülebilir rekabet avantajı kazanabilmektedirler. Verimliliği artırmayı ilk hedefi haline getiren işletmeler bir süre sonra sektör ortalaması üzerinde kâr sağlayan bir kurum haline gelebilmektedirler. Bu süreç içerisinde tek amacı kâr elde etmek olmayan işletmeler aynı zamanda içinde buldukları topluma karşı sorumlu oldukları görevleri de bulunmaktadır. Bunun bilincinde olan yöneticiler KSS faaliyetleri ile içinde buldukları topluma, çalışanlarına, tüketicilerine, hissedarlarına, çevreye, tedarikçilerine, devlete ve rakiplerine karşı sorumluluk alanları bulunmaktadır (Hermann, 2004). Şekil 6'da işletmenin organizasyon içi ve dışı olmak üzere başlıca sorumluluk alanları gösterilmiştir.



Şekil 6: İşletmelerin Organizasyon İçi ve Organizasyon Dışı Sorumluluk Alanları  
**Kaynak:** Aktan, 2008: 103

İşletmelerin sorumlu oldukları bu paydaşlar ülkeden ülkeye ve işletmeden işletmeye değişebilmektedir. İşletmelerin organizasyon içi sorumlu olduğu gruplar ile o grupların kârlılığı ve verimliliği arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Bu sayede her iki tarafta ortak amaca hizmet edebilmektedir. Müşterilere, topluma ve çevreye karşı sorumlu olduğu organizasyon dışı gruplar ile ise amaçlar çatışabilmektedir. Çevreye ve doğaya zarar vermeden yapılacak üretim, toplumun gelir düzeyi düşük olan kesimlerine yapılacak yardımlar, müşterileri memnun edecek indirimler ve devletin zorunlu kıldığı yasal kurallar işletmenin net kârının azalmasına neden olabilmektedir.

#### 4.1. TÜKETİCİLERE KARŞI SORUMLULUK

Yukarıdaki Şekil 6’da, işletmelerin KSS temelinde organizasyon dışı sorumlu olduğu alanların biri her ne kadar müşteriler olarak görülse de, aslında bu alanın tüketiciler olarak genişletilmesi daha uygun görülmektedir. Bu yüzden alt başlık “tüketicilere karşı sorumluluk” olarak değiştirilmiştir.

Tüketici, ekonomik değeri olan mal ve hizmetleri belirli bir bedel karşılığında satın alarak kullanan birey ya da kuruluştur (Karalar, 2011: 20). Tüketiciler bir mal ve hizmet satın alırken kendi belirledikleri özelliklere uygun olanları tercih etmektedirler. Bu tercih sürecine ürün satın alma kararı da denilmektedir. Tüketim, sadece maddi karşılığı olan somut varlıkların elde edilmesi olarak düşünülmemektedir. Bununda ötesinde maddi olmayan eğlence, sağlık, eğitim gibi alanlarda da tüketim faaliyetleri de bulunmaktadır. Dolayısıyla, tüketicinin hem fiziksel hem de düşünsel anlamda ihtiyaçlarıyla ilgilenmek gerekmektedir. Müşteri ise, üretici tarafından ortaya çıkarılan mal ve hizmetleri, ihtiyaçları doğrultusunda doğrudan ya da perakendeci vasıtasıyla satın alan kişi konumundadır (Bakan vd., 2009: 139). Üreticilerin müşteri istek ve beklentilerini bir sonraki satın almaya kadar karşılamaları çok önemlidir. Bu sayede müşterinin üründen ne derece tatmin olduğu anlaşılabilir olmaktadır.

Günümüz tüketicilerinin bir üründen beklediği ilk özellik ürünün kalitesidir. Bu konuda işletmenin uygulaması gereken ve tüketicileri ilgilendiren sosyal sorumluluk faaliyetleri, tüketicilerin beklentilerini karşılayabilecek bir mal ve hizmetin üretimi ile başlamakta, ürünün pazara tanıtılması, sunulması ve satış sonrası hizmet garantisi ile devam etmektedir. Özellikle satış sonrası servisin sunulması, sosyal sorumluluk anlayışı gereği tüketiciye verilen en büyük fayda olduğu kabul dilmektedir. Ayrıca tüketicilerin ürün veya hizmet hakkındaki geri bildirimleri de dikkate alınması gereken konular arasındadır (Değermen, 2006: 42).

Tüketiciler başta olmak üzere, sivil toplum kuruluşları, çalışanlar, devlet, rakipler ve paydaşlar işletmeleri sürekli olarak sorumlu ve etik davranması konusunda zorlamaktadır. Özellikle son zamanlarda tüketiciler, bir mal veya hizmeti tercih etmeden önce işletmenin çevreye ve topluma karşı duyarlı olup olmadığını göz önünde bulundurmaktadırlar. İşletmelerin üretim, pazarlama, satış, muhasebe, Ar-Ge ve reklam gibi faaliyetleri tüketiciler üzerinde etkiler bırakmaktadır. Ürünün kalitesine ve fiyatına sürekli olarak dikkat eden tüketiciler, ayrıca reklam ve tutundurma faaliyetlerinde de kendilerini doğru bilgilendiren işletmeleri tercih etmektedirler. Bu konuda işletmeleri büyük oranda sorumluluklar beklemektedir (Çelik, 2007: 61-85).

#### 4.2. ÇEVREYE KARŞI SORUMLULUK

İşletmeler kaynaklarını kullanırken, onlardan en yüksek düzeyde verim elde edilmesi ve kullanım süresinin uzatılması konularında gayret gösterirler. Hangi iş kolunda olursa olsun, her işletme doğal dengeyi bozmayacak şekilde faaliyetlerini sürdürmek ve atık üretimi, çevre kirliliği, su kirliliği, CO<sup>2</sup> salınımı gibi ortaya çıkabilecek sorunlara karşı bilinçli bir şekilde önceden tedbirler almaları gerekmektedir. Bu anlayış ile çalışan işletmeler, var olma nedenlerini sadece ekonomik kârlılık olmaktan çıkartıp sosyal bir kurum kimliğine sokmaktadırlar.

Hızla artan endüstrileşme ile birlikte günümüz işletmelerin çevresel stratejilere ilişkin uygulama ve değerlendirmelerinde değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler işletme yöneticilerini sınırlı olan doğal kaynakları etkin

kullanan, üretim sonucu ortaya çıkan atıkları dönüştüren veya yeniden kullanan, karbon salınımlarını azaltan ve çevre dostu temiz teknolojiler kullanan bir anlayışa doğru hızla sürüklenmektedir. Bu sayede karşımıza çevreye karşı sorumlu olan ve faaliyetlerini ekonomiye değer katan, topluma karşı saygılı, çevreyi koruyan ve sınırlı kaynakları etkin kullanan bir işletmecilik anlayışı çıkmaktadır (Marangoz, 2004: 78).

İşletmelerin çevreye karşı sorumlulukları incelenirken karşımıza çevresel adalet kavramı da çıkmaktadır (Brisk, 2000: 216). Çevresel adalet, toplumun din, dil, ırk, mezhep, cinsiyet ve ekonomik sınıf ayrımı göz etmeksizin çevresel tehlikelerden korunması gerektiğini savunmaktadır. Özellikle bazı sivil toplum kuruluşları çevresel adalet konusunu sıklıkla gündeme getirmekte ve işletmelerin faaliyet alanlarını eleştirmektedirler. Fakir insanların yaşadığı bölgelerde nükleer tesislerin veya kimyasal atık yayan tesislerin kurulması, toplum tarafından protesto edilmektedir (Ken, 2001).

#### 4.3. TOPLUMA KARŞI SORUMLULUK

Toplum, tek başına zor olan insanların bir araya gelmesiyle oluşan ilişkiler bütünüdür. Bu bütün elinde bulundurduğu güç ile işletmeleri yönlendirebilmekte ya da yardımda bulunabilmektedir. Hem tüketici hem de üretici konumunda olan toplum, işletmeler için hayati derecede önemlidir. Bunun bilincinde olan işletmeler toplumsal değerlere, kültürlere ve inançlara saygılı olmalı ve onları dikkate alacak faaliyetlerde bulunmaktadırlar. İşletmeler, toplumu ilgilendiren, onlara iş imkânı sağlayacak, refahı artıracak ve toplumsal değeri yükseltecek sosyal olarak sorumlu faaliyetleri desteklemektedirler (Taşlıyan, 2012: 38). Çalışanlar arasında din, din, yaş, ırk, kültür, siyasi görüş vb. farklılıklar gözetmeksizin işe alma imkânları sağlanmaktadır (Özüpek, 2005: 45).

Sosyal sorumluluk bilincine sahip olmayan işletmeler, faaliyetlerini gerçekleştirirken toplumun ihtiyaçlarını göz ardı etmekte, topluma hizmet etme amacını ikinci plana atmakta ve sadece kârlarını yükseltmeye yönelmektedirler. Oysa bu durum onların sektörde rakiplerinin karşısında başarı şansını azaltmaktadır.

Modern yönetim anlayışına göre, üzerinde özellikle durulması gereken konulardan biri sosyal sorumluluk bilincidir. Artık günümüz yöneticileri, toplumun istek ve ihtiyaçlarından büyük ölçüde etkilenecek kararlarını ahlaki, etik, yasal, çevresel ve insani boyutları düşünerek vermektedirler (Ölçer, 2001: 22–23). Diğer taraftan, toplumun işletmeler üzerinde de beklentileri bulunmaktadır. Nitekim Globescan'ın 2001–2005 yılları arasını kapsayan ve aralarından Türkiye'nin de bulunduğu 19 ülkede yaptığı bir araştırmaya göre, toplumun işletmelerden öncelikli olarak beklentisi, “çevreye zarar vermeden üretim” olmuştur. İkinci ve üçüncü beklentiler ise “tedarik zincirinde sorumlu işletmeler ile çalışmak” ve “çalışanlara adil davranmak” gelmektedir. Yine bu araştırmaya göre, katılımcıların % 47'si işletmeleri, ülkenin ekonomik istikrarından sorumlu tutmaktadır. Araştırmanın sonuçlarından da görüldüğü üzere toplum ilk olarak çevre ve çalışan haklarının korunmasını istemekte; ardından, işletmeleri ülkenin ekonomik olarak büyümesinden sorumlu tutmaktadır (Ersöz, 2007: 33).

Günümüzde çocuk işçi çalıştırma, engellilerin ve azınlıkların haklarına saygı duymama, çevreye ve doğaya karşı kimyasal atıklar bırakma, yanlış üretim teknolojileri kullanma, çalışanların haklarını gasp etme, sendikal faaliyetlere izin vermeme, sağlığa zararlı ve tehlikeli mal veya hizmet üretme, vergi kaçırma gibi gayri ahlaki tutum ve davranışlar toplum tarafından benimsenmemekte, hatta bunlar işletmenin sürdürülebilir hedeflerini tehdit edebilmektedir (Ural, 2003: 43). Ahlaki ve toplumsal sorumluluklarını yerine getirmekten kaçınan işletmeler, kısa vadede kâr elde etseler bile, uzun vadede karşılıklarına üstesinden gelemeyecekleri maliyet unsurları çıkabilmektedir. Hâlbuki toplumsal sorumlulukları yerine getiren işletmeler toplum tarafından daha fazla benimsenmekte ve bu durum olumlu kurum imajına katkı yapmaktadır.

#### 4.4. ÇALIŞANLARA KARŞI SORUMLULUK

İşletmelerin çalışanlarına karşı sorumluluğunu Özgener (2004: 59) şu şekilde açıklamaktadır. İşletmenin ekonomik açıdan varlığını sürdürebilmesi ve faaliyet gösterdiği toplumdaki konumunu koruması, öncelikle çalışanlarına karşı sorumluluklarını yerine getirmesiyle sağlanabilecektir. Bu nedenle sosyal sorumluluk

konularına ekonomik sorumluluklar kadar önem verilmektedir. Kendi içinde uyumlu bir bütünlük sağlayamayan işletmelerin ekonomik alanda uzun vadede başarılı olması beklenemez. Bu nedenle işletmeler, en önemli üretim faktörlerinden biri olan insan kaynağını istenilen düzeyde kullanmalıdırlar. Ayrıca günümüzde işçi sağlığı ve güvenliği alanındaki gelişmelere uygun olarak çalışan bireyin çalışma şartları, işletmeden beklentilerine cevap verecek şekilde düzenlenmektedir.

Kağnıcıya (2007)'ya göre, özellikle gelişmiş ülkelerde işverenler, işçilerin sadece beslenme, barınma, sağlık ve güvenlik gibi fiziksel ihtiyaçlarını değil aynı zamanda kendine güven gibi duygusal ihtiyaçlarını da karşılamaya çalışarak, çalışanlarının hem iş hem de günlük yaşamının kalitesini arttırmayı hedeflemektedirler. Böylece, geleneksel çalışma koşulları ve ücrete yönelik yasal bağlayıcıların ilerisine geçerek, işverenlerin sosyal sorumluluk uygulamalarını gönüllü olarak benimsemeleri öngörülmektedir.

Rekabet etme stratejilerinin farklılaştığı ve sürekli olarak geliştiği günümüzdeki işletmeler varlıklarını sürdürebilmek, üretim maliyetlerini düşürebilmek ve verimliliklerini artırabilmek için çalışanlarına esnek çalışma imkânları sağlamaktadır. Çalışanlar esnek çalışma biçimiyle, kendilerine daha fazla zaman ayırabilmekte ve isteklerine daha kolay ve çabuk ulaşabilmektedirler (Bacak vd., 2006). İşletmeler KSS faaliyetleri aracılığıyla, öğrenmeye ve değişime açık, yetenekli, işine bağlı olan, ekip çalışmalarına uyumlu ve nitelikli insan gücünü kendilerinde tutmaya ve onlardan üst düzeyde faydalanmaya çalışmaktadırlar (Balı ve Cinel, 2011: 53).

#### 4.5. HİSSEDARLARA VE YÖNETİCİLERE KARŞI SORUMLULUK

Bir işletme kâr elde edebildiği sürece hissedarlarını ya da sermayedarlarını memnun etmektedir. Kârlılığın yanında hesapları doğru tutmak, kâr ve zararı doğru hesaplamak, şeffaf olmak, işletmeye ait bilgileri paylaşmak işletmelerin yatırımcılarına karşı vazgeçemeyeceği sorumluluklarıdır. Ayrıca, onların görüş ve önerilerin dikkate alınması ve varlıklarının korunması da oldukça önemlidir (Torlak, 2003: 49). Yöneticiler açısından sorumlu olmak ise, şirketin misyon ve vizyonuna

eşdeğer amaç ve hedefler belirlemek, toplumun değer ve beklentilerine cevap vermek ve kaliteli işgücü edinme anlayışı ile toplumsal yaşamı iyileştirmeye çalışmak olarak ifade edilmektedir (Akgemci vd., 2001: 19; Çelik, 2007: 63).

Kârları yükseltme ve hissedarların ve yöneticilerin varlıklarını maksimize etme zorunluluğu, işletmeleri sosyal sorumluluk anlayışı içerisinde davranmaktan alıkoyan temel etmenlerdir. Benzer bir şekilde modern işletmeciliğin temel amaçları arasında hissedarların ve yöneticilerin sevindirilmesi ve kârın artırılması gelmekte, bu da sosyal sorumluluk anlayışının önüne geçmektedir. Üstelik bu düşünce pek çok uzman tarafından kabul edilmekte ve sorumlu işletme kavramının kendiliğinden geleceğine inanmaktadırlar. Hâlbuki bu noktada şöyle bir görüş savunulmaktadır. Ekonomik göstergeleri güçlü olan işletmeler zayıf olanlara göre hem hissedarlarını ve yöneticilerini sevindirmekte ve onların kârlarını maksimize etmekte hem de kurumsal sosyal sorumluluk davranışı içerisinde olabilmektedirler. Çünkü güçlü olan işletme yöneticileri kaynaklarını sosyal sorumluluk faaliyetlerine aktarılmasından rahatsızlık duymamaktadırlar (Ersöz, 2007: 46). Öte yandan, son yıllarda hissedarlar, işletmelere, çevreye ve topluma karşı sorumluluk anlayışı içinde davranmaları konusunda baskı yapmaya başlamışlardır.

#### 4.6. TEDARİKÇİLERE KARŞI SORUMLULUK

İşletmecilik literatüründe tedarikçiler, bir üretim merkezine hammadde ve yarı mamul hizmeti sunan kurumlar olarak geçmesine rağmen, aslında onların tek görevi bununla sınırlı kalmamaktadır. Ana üretim merkezlerine yetişmiş kalifiye eleman sağlayan meslek okulları, sigorta ve sağlık hizmetlerini yerine getiren işletmeler, para ve kredi temininde bulunan finans kuruluşları ve tüketici davranışlarını inceleyerek bağlı buldukları kuruma sunun anketörler de tedarikçiler kategorisine girmektedir. Tedarikçiler, bir işletmenin kaliteli üretim yapabilmesi, müşteri sadakatini yakalayabilmesi ve bunların ötesinde rekabet avantajı elde edebilmesinde etkin rol oynamaktadırlar (Robbins ve Coulter, 2002: 65; Aktan, 2007: 17). Bununla birlikte, uluslararası işletmeler KSS'nin ticari hayatta çok önemli bir yere sahip olduğunun ve yararlı bir rekabet avantajı sağlayabileceğinin farkına

vardıklarından dolayı, tedarikçilerini belirlerken sosyal sorumluluk standartlarına uygun hareket edenler ile çalışmayı tercih etmektedirler.

Bugünkü anlamda KSS'nin beslendiği kaynaklar çevre üzerine artan ilgi, bu alanda yapılan uygulamalar, sosyal projeler, küreselleşme ve davranış kodlarıdır. Davranış kodları, işletmeler tarafından benimsenen ve tedarikçiler ile çalışma ilkelerinde uygulanan kodlardır. Günümüzde işletmeler, kendileri için yardımcı sanayi konumunda olan tedarikçileri ile davranış kodları belirlemektedirler. Bu sayede tedarikçi konumundaki işyerlerinde çalışma koşullarının iyileştirilmesi, baskı ve istismarın önlenmesi, rekabetin ayarlanması ve uygunsuz davranışların önlenmesi amaçlanmaktadır. Uluslararası işletmeler hazırladıkları davranış kodları ile tedarikçilerinden şiddet, zulüm, çocuk istismarı, ayrımcılık, baskı, işçi sağlığı ve iş güvenliği, uygun çalışma saatleri ve diğer haklar ile ilgili konularda evrensel hukuka uygun hareket etmelerini beklemektedir. Bu sayede toplumun tepkisini çeken tedarikçi davranışları bir nebze olsun engellenmekte ve işletmenin marka imajı korunmaya çalışılmaktadır (Ersöz, 2007: 25–26).

#### 4.7. HÜKÜMETE KARŞI SORUMLULUK

İşletmelerin sorumlu olduğu diğer bir paydaş ise hükümetlerdir. Bir ülkenin hükümeti, işletmenin alacağı her kararda etkili rol oynayan ve onu yönlendirmekle sorumlu olan bir devlet organıdır. Bu ilişki içerisinde devlet, belirlediği kuralları uymayanlara müdahale etme yetkisine sahiptir. Aynı zamanda âdil rekabet ortamı da sağlayacak merci yine kendisidir (Aktan, 2007: 18). Ayrıca hükümetin sorumluluğu altında bulunan yerel yönetimler işletmeleri doğrudan etkileyen ve işletmelerden etkilenen bir paydaş olarak düşünülebilmektedir (Freeman, 1984: 17). Hükümet organı, KSS yönünde yasaların, düzenlemelerin ve tedarikçiler ile davranış kodlarının oluşturulması ile çevrenin korunması, çocuk işçi çalıştırmanın engellenmesi, işçi sağlığı ve güvenliğinin korunması, rüşvet ve yolsuzlukların önüne geçilmesi gibi konularda etkin bir rol oynayabilmektedir (Aktan, 2007: 31).

Devletin belirlemiş olduğu kurallar, işletmelerin KSS adına geliştirdikleri faaliyetler üzerinde büyük öneme sahiptir. Örneğin, 20. yüzyılın ilk başlarında



ABD’de gıda ve tarım sektöründe faaliyet gösteren işletmeler kendileri üzerinde yasal düzenlemeler yapılmadığından dolayı toplumsal problemlere karşı oldukça duyarsız davranmaktaydılar. Fakat daha sonra bakanlıkların yapmış olduğu düzenlemeler serbestliği ve duyarsızlığı ortadan kaldırmış ve işletmelerin daha sorumlu davranmalarına neden olmuştur (Campbell, 2005: 47). Diğer taraftan, devletin belirlemiş olduğu yasal düzenlemeler tek başına yeterli olmamakta, denetim ve gözlem faaliyetleri de yasal uygulamalar ile birlikte yerine getirildiğinde daha etkin sonuçlar alındığı söylenmektedir. Örneğin 1960 yılında İsveç’te hava kirliliğine karşı düzenlemeler gündeme gelmiştir. Bu konu işletmeler, kamu kurumları, çevreciler, akademisyenler, medya ve siyasi partiler ile görüşülmüş, uygulanabilir kriterler belirlenmiş, kriterlerin uygulama yöntemleri belli planlar dâhilinde sıraya konulmuş ve konu ile alakalı olan işletmeler belirlenen kriterleri uygulamaya koyulmuşlardır. Uygulama bununla da sınırlı kalmayıp, her ayın belli dönemlerinde işletmeler devlet mekanizması tarafından denetlenmişler ve yapılması gerekenler müzakere edilmiştir. (Ersöz, 2007: 48). Bu durum hükümetlerin, yasal düzenlemelerin hayata geçirilmesi için işletmeleri, tüketicileri, sendikaları, sivil toplum kuruluşlarını, çevrecileri ve diğer siyasi partileri sürece dâhil etmeleri daha olumlu sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

## **5. KSS VE KARLILIK**

Dünya üzerinde bulunan birçok kurum, yeni düzene alışmaya ve bunun için çeşitli stratejiler geliştirmeye çalışmaktadırlar. Yapılan birçok araştırma KSS’nin işletme faaliyetlerindeki öneminden bahsetmektedir. Neoklasik iktisatçılara göre firmalar, yasal kurallar ve düzenlemeler altında kaynaklarının büyük bir kısmını mal ve hizmet üretimine, ürünlerin müşterilere pazarlanmasına, maliyetleri düşürmesine ve kârlılıklarını artırmaya ayırmaları gerektiğini savunmuşlardır (Carroll, 1979; Post, 1996; Jamali, 2006). Bazı çalışmalarda ise, iyi bir sosyal performans aynı zamanda iyi kâr elde etmek anlamına geldiğini belirtmektedir. Buna karşılık bazı araştırmalarda da, işletmenin kârlılık durumu yanında sosyal sorumlu faaliyetlerini de beraberinde getirdiği tespit edilmiştir (Friedman, 2001: 157). Birbirinden farklı bu

araştırmalar ve sonuçları, sosyal sorumluluk ile kârlılık arasında karmaşık bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

İşletmeler sosyal sorumluluk faaliyetlerine kaynak aktardıklarında, bunun oldukça maliyetli olacağını ve kendilerine kûlfet getireceğini savunmaktadırlar. Özellikle kısa dönemde ortaya çıkan maliyetler işletmelerin kârlılığını engelleyici niteliğe sahip olduğu dűřünölmektedir. Ancak kısa dönemde kaybedilen, uzun dönemde geri kazanılmaktadır. Örneđin, alışanlara verilen iř güvenliği eğitim programları, tehlikeli işlere karşı daha fazla tedbir alınmasını sağlayacağı, tezgâhtan gelebilecek yabancı cisimlere karşı daha dikkatli olunacağı, iř kazalarını azaltacağı ve daha sağlıklı işgücü olacağı ve verimlilik artışı ile sonuçlanacağı için işletmeler uzun dönemde bunu tercih etmektedirler (Brenkert, 2001: 168; Aktan, 2007: 55).

Günümüzde sürdürülebilir büyümeyi ve gelişmeyi hedefi haline getiren işletmeler, sosyal paydaş teorisine göre sadece kısa dönem kârlılık amacıyla hareket etmemektedirler. Bu yüzden sosyal sorumluluğun bilincinde olan işletmeler maksimum kârlılıktan ziyade en uygun kârı hedefleyen stratejiler geliştirmekte ve gerek yöneticiler gerekse hissedarlar olarak üst yönetim kurulu en uygun kâr ile tatmin olması gerektiği savunulmaktadır. Bu sayede finansal bakımında güçlü olan işletmelerin zayıf olan işletmeler üzerinde baskı kurması engellenmekte ve sosyal faaliyetlere harcama yapmak isteyip de elinde imkânı olmayan zayıf işletme ile elinde ekonomik gücü olup da sosyal harcamaları fuzuli olarak gören güçlü işletmenin karşılıklı olarak kurdukları iktisadi işbirlikleri birbirlerine fayda sağlayabilmektedir. Ayrıca son yıllarda, duyarlı toplumlar sosyal ve çevresel konulara olan ilginin kârlılıkla ilişki içerisinde olduğunun ve işletmeler, müşterilerinin talep ve isteklerini karşılamak için üretim faktörlerine verdikleri önem kadar çevreye, çalışanlara, rakiplere ve tedarikçilere de önem vermeleri gerektiğinin farkına varmışlardır (Kűskü ve Bay, 2007: 3).

KSS faaliyetlerinin risk yönetimi konuları altında değerlendirilmesi bazı uzmanlar tarafından pek hoş karşılanmasa da, etik kurallarını benimsemeye ve uygulamaya çalışan birçok işletme kesinlikle etik dışı davranışların risklerinden etkilenmektedir. Sosyal sorumluluk uzmanı Carroll, kendisi ile yapılan bir röportajda; *“KSS konusunda söylenenlerin pek çoğu doğru işleri yapmak ve*

*rakiplerine göre daha baskın olmak ile ilgili olmasına rağmen gerçekte, yalın bir ifade ile risk yönetimidir. KSS, bir kurumun markasına zarar gelmesini engellemek, müşteri baskılarına cevap vermek ve medyanın kötü tanıtımına engel olmak için uygulanmalıdır” şeklinde beyanatta bulunmuştur (Slack vd., 2010: 646).*

## **6. TÜRKİYE’DE KSS UYGULAMALARI**

Türkiye’de gerek sivil toplum kuruluşları gerekse Osmanlı Devlet’i gelenek ve göreneklerinden beslenen devlet kültürü, batılılaşma çalışmalarının da etkisiyle güçlü bir sorumluluk anlayışı içerisinde olduğu görülmektedir. Osmanlı’dan gelen vakıf kurma geleneği ile birçok yol, köprü, altyapı, cami, kütüphane, okul vs yapılmış, bunların korunması için kaynaklar aktarılmış ve bu sistematik bir şekilde sahip olunan tüm coğrafyaya yayılmıştır. Cumhuriyet dönemi ile birlikte devlet sosyal refahın sağlanması adına girişimlerde bulunmaya başlasa da bu girişimler vakıfların toplumsal fayda oluşturmaları kadar etkin olamamıştır. Fakat daha sonra devlet-sivil toplum-özel sektör işbirlikleri gelişerek sosyal sorumluluk faaliyetleri ekonomik serbestlik içerisinde yeniden kendine yer bulmuş ve canlanmaya başlamıştır (Özturan, 2010: 5).

KSS kavramı 1980 yılından itibaren Türk işletmelerin sıklıkla kullandıkları, fakat söz konusu çalışmaların kurumsal hayırseverlikten öteye gidemediği görülmektedir. İşletmelerin okul, müze, hastane ev kütüphane açmak gibi hayırseverlik faaliyetlerini gerçekleştirmek için kurdukları vakıflar Avrupa ve ABD’dekiler ile görevleri bakımından farklılaşmaktaydı. Ancak daha sonraları işletme yöneticilerinin yaptıkları yurt dışı gezileri, küresel bakış açısı ile geliştirdikleri stratejik faaliyetler ve özellikle bu alanda yapılan akademik çalışmalar, işletmelerin KSS faaliyetlerine bakış açısını değiştirmiştir. Artık işletmeler öncelikli olarak eğitim, sağlık, spor, kültür gibi alanlarda KSS çalışmaları yapmayı tercih etmekte ve böylece performanslarını sürdürülebilir kılarak verimli iş süreçleri elde edebilmektedirler (Sönmez, 2004: 480).

Capital Dergisi’nin ilk kez 2005 yılında yayınlamaya başladığı ve her yıl tekrarladığı “Türkiye’nin Sosyal Sorumluluk Liderleri” araştırması KSS alanında

başarılı olan işletmelerin görülmesine yardımcı olmaktadır. 2014 yılında GfK Türkiye ile birlikte 9.'si gerçekleşen araştırmada Türkiye'deki işletmelerin hangi aşamada oldukları görülmektedir (Capital, 2014). Araştırma, işletmelerin KSS çalışmalarını hem halk hem de iş dünyasının bakış açısı ile sergilemekte ve KSS konusundaki performanslarını gözler önüne sermektedir. Tablo 1'de halk tarafından yapılan oylama sonuçları görülmektedir.

Tablo 1. Halk Gözünde 2013 yılı KSS Liderleri

<b>Yeni dönem KSS şampiyonları</b>			
<b>(Halk gözünde KSS liderleri)</b>			
2014	2013	Şirket	İndeks puanı
1	2	<b>Turkcell</b>	<b>6,26</b>
2	1	<b>Sabancı Holding</b>	<b>4,95</b>
3	3	<b>Koç Holding</b>	<b>4,85</b>
4	4	<b>Yıldız Holding</b>	<b>3,19</b>
5	5	<b>Arçelik</b>	<b>2,58</b>
6	7	<b>Eczacıbaşı Topluluğu</b>	<b>1,59</b>
7	17	<b>Avea</b>	<b>1,51</b>
8	9	<b>Enka</b>	<b>1,25</b>
9	8 / 11	<b>İş Bankası / Vestel</b>	<b>0,59</b>
10	6	<b>Doğan Holding</b>	<b>0,58</b>
11	10	<b>Zorlu Holding</b>	<b>0,57</b>
12	9 / 16	<b>Garanti Bankası / Opet</b>	<b>0,53</b>
13	15	<b>Coca-Cola Türkiye</b>	<b>0,51</b>
14	12	<b>Eti</b>	<b>0,39</b>
15	*	<b>Petrol Ofisi</b>	<b>0,38</b>
16	17	<b>Boyner</b>	<b>0,34</b>
17	14	<b>Anadolu Efes</b>	<b>0,32</b>
18	13	<b>Borusan Holding</b>	<b>0,27</b>
19	*	<b>PepsiCo Türkiye</b>	<b>0,26</b>
20	* / -	<b>Hürriyet Gzt. / Teknosa</b>	<b>0,22</b>

(\*) Geçen yıl listede yer almıyordu.  
Not: Sıralama sorularına katsayı verilerle hesaplandı.

Kaynak: <http://www.capital.com.tr/images/Haberler/kss9.jpg> Erişim Tarihi: 05.03.2015

Halk oylamasında 15 ilde 1238 katılımı ile yüz yüze görüşülerek sorular sorulmuştur. Tablo 1'de halk oylaması sonucu 2013 yılında ilk sırada yer alan Sabancı Holding 2014 yılında yerini Turkcell'e bırakmaktadır. Ardından ise Koç Holding, Yıldız Holding ve Arçelik gelmektedir. Ayrıca listede Doğan Holding,

Avea, İş Bankası ve Garanti Bankası'nın atağa geçtiği görülmektedir. Bunların haricinde PepsiCo Türkiye ve Hürriyet Gazetesi de sıralamaya dâhil olmuştur. Tablo 2 'de ise iş dünyasının oylama sonuçları görülmektedir.

Tablo 2. İş Dünyası Gözünde 2013 yılı KSS Liderleri

<b>İş dünyasına göre KSS'de ilk 20 şirket</b>			
<b>(İş dünyasına göre KSS liderleri)</b>			
2014	2013	Şirket	İndeks puanı
1	2	<b>Koç Holding</b>	<b>19,17</b>
2	1	<b>Turkcell</b>	<b>14,05</b>
3	3	<b>Eczacıbaşı Topluluğu</b>	<b>8,65</b>
4	4	<b>Sabancı Holding</b>	<b>8,36</b>
5	5	<b>Borusan Holding</b>	<b>4,10</b>
6	8	<b>İş Bankası</b>	<b>2,22</b>
7	11	<b>Akbank</b>	<b>2,05</b>
8	7	<b>Garanti Bankası</b>	<b>2,04</b>
9	9	<b>Vodafone Türkiye</b>	<b>1,48</b>
10	6	<b>Coca-Cola Türkiye</b>	<b>1,42</b>
11	*	<b>Anadolu Grubu</b>	<b>1,37</b>
12	12	<b>Türk Telekom</b>	<b>1,19</b>
13	13	<b>Unilever</b>	<b>1,08</b>
14	10	<b>Yıldız Holding</b>	<b>1,06</b>
15	14	<b>Doğuş Holding</b>	<b>0,80</b>
16	20	<b>Opet</b>	<b>0,78</b>
17	20	<b>Anadolu Efes</b>	<b>0,74</b>
18	15	<b>Eti</b>	<b>0,72</b>
19	*	<b>Yapı Kredi Bankası</b>	<b>0,68</b>
20	17	<b>Arçelik</b>	<b>0,63</b>

(\*) Geçen yıl listede yer almıyordu.  
Not: Sıralama sorularına katsayı verilerek hesaplandı.

Kaynak : <http://www.capital.com.tr/images/Haberler/kss9.jpg> Erişim Tarihi: 05.03.2015

İş dünyası ayağında 305 beyaz yakalı ile görüşülmüştür. Tablo 2'de iş dünyasının sonuçlarına baktığımızda ise farklı bir sonuçla karşılaşmaktadır. Buna göre, 2013 yılında ilk sırada bulunan Turkcell 2014 yılında ikinci sırada yer almaktadır. 2014 yılının lideri ise Koç Holding'tir. Özellikle halkın gözünde KSS alanında pek bir değeri olmayan Borusan Holding iş dünyasına göre beşinci sırada yer almaktadır. Anadolu Grubu ve Yapı Kredi ise 2014 yılında iş dünyasına göre sorumlu şirketler listesinde kendine yer bulabilmişlerdir. Bu iki tablo arasındaki

farklılık, araştırmanın örnek büyüklüğünden kaynaklanmaktadır. Araştırmaya katılan halkın % 4'ü gerçekleştirilen projelerden haberdar iken, % 30'lük kısmı hiç haberdar olmadığını belirtmektedir. İş dünyasında ise araştırmaya katılan müdürlerin ve üst düzey yöneticilerin % 41,4'ü kendi işletmelerinin sosyal sorumluluk projelerinden artış olduğunu, % 45'lik kesim ise KSS bütçelerinde artışa gittiklerini belirtmişlerdir (Capital, 2014).

Türkiye'de KSS'nin uygulanması için itici güç konumunda olan hükümet, aynı zamanda Kurumsal Yönetim Kuralları adını verdikleri bazı yasal düzenlemeleri yürürlüğe koyarak işletmeleri zorlamaktadır. Çevre ve Orman Bakanlığı, Maliye Bakanlığı, İş ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı gibi kurumlar sırasıyla Orman, Kurumsal Yönetim ve İşçi Hakları gibi KSS uygulamaları ile doğrudan veya dolaylı olarak bağlantılı faaliyetler yürütmektedirler (UNDP, 2007). Ayrıca KSS programlarının profesyonel bir ortamda sürdürülmesini hedefiyle ve Ekim 2000 yılında 6 işletmenin girişimi ile Özel Sektör Gönüllüler Derneği (ÖSGD) kurulmuştur. Bu dernek, iş dünyasında bulunan işletmelerin sosyal projelerini destekleyecek ortak bir platform oluşturmayı hedeflemektedir (Akgeyik, 2007: 82).

Türkiye'de bazı kurum veya kuruluşlar, özel şirketler, kâr amacı gütmeyen dernek ve vakıflar, bazı sivil toplum kuruluşları KSS faaliyetlerini iş süreçlerinde uygulamaktadırlar. Örneğin Vestel Elektronik 2003 yılından beri kesintisiz olarak "Vestel Türk Atletizminin Yanında" sosyal sorumluluk projesini yürütmektedir. Bu proje ile Türk gençliğinin atletizme olan ilgisinin artırılması ve Türk atletizminin Küresel anlamda başarılı olması hedeflenmektedir. Eczacıbaşı, kültür-sanat (VitrASeramik Sanat Atölyesi), spor (Eczacıbaşı Spor Kulübü), eğitim (Genç Mucitler) alanlarında toplumsal yaşamın gelişmesine katkıda bulunmak maksadıyla birçok sosyal sorumluluk projesi gerçekleştirmiştir. Unilever, uzun yıllardan beri gerek ekonomik gerekse çevresel ve sosyal anlamda medyada yankı uyandıran pek çok KSS projesine ve faaliyetlerine imza atan işletmelerden bir diğeridir. Bu açıdan kendisini çok-uluslu bir şirket olarak tanımlamaktadır (Demir, 2009). Ayrıca Capital (2013) Dergisi'nin yayınladığı bildirgeye göre "Baba Beni Okula Gönder", "Kardelenler", "Ana Kız Okuldayız ve "Haydi Kızla Okula" Projeleri KSS alanında hayata geçirilen en iyi dört proje olarak kabul edilmektedir.

## 7. KSS KURALLARI VE ISO STANDARTLARI

Müşteriler, sivil toplum kuruluşları, tüketiciler, tedarikçiler ve rakipler tedarik zinciri boyunca sosyal sorumluluk faaliyetlerinin yerine getirilmesi için işletmelere büyük baskı yapmaktadırlar. Bu faaliyetlerin, zincir boyunca herkese yarar sağlamanın yanında, çevresel ve sosyal prensiplere de uygun olması beklenmektedir. Tedarik zincirlerinde KSS faaliyetlerini kendileri belirleyen işletmelere göre uluslararası şirketlerin başarıyla uyguladıkları kuralları dikkate alan işletmeler müşteriye daha faydalı olabilmektedirler. Bu kurallar “Kurumsal Sosyal Sorumluluk Kuralları (Code of Conduct) olarak bilinmektedir (Hopkins, 1999; Welford ve Frost, 2006). ABD’deki işletmeler bu kuralları 1990’lı yılların başında tanımlamasına rağmen, Avrupalı şirketler bu standartları uygulamaya 1990’lı yılların sonlarında geçebilmişlerdir. KSS kuralları, firmaların ve tedarikçilerinin yerine getirmekte zorunlu oldukları veya taahhüt ettikleri bir takım çevresel ve sosyal standartlar ve prensiplerin yazılı olduğu davranış kurallarıdır. Davranış kuralları arasında en yaygın olan uygulamalar çalışma koşulları ve çocuk işçi çalıştırma konusundadır. Bu kurallar ve standartlar arasından en çok bilinenleri SA 8000, AA 1000, ISO 14000, ISO 26000 ve GRI’dir.

Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı (ISO), 1947 yılında kurulmuş olup uluslararası standartları geliştiren ve 156 ulusal üyesi bulunan dünyanın lider kuruluşlarından biridir. ISO, geliştirmiş olduğu standartlar ile ticaretin ve bilginin yayılmasına; ileri teknolojinin ve yönetim pratiklerinin paylaşılmasına yardımcı olmaktadır. ISO standartları, endüstri, teknik ve iş dünyasından gelen uzmanlar tarafından geliştirilmiştir. Örneğin, ISO’nun geliştirdiği ISO 9000 ve ISO 14000 kalite ve çevresel yönetim sistemleri standartları, uluslararası firmalar ve tedarik zinciri üyeleri tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (ISO/TMB/WG, 2005).

Önümüzdeki yıllarda işletmelerin dikkatle takip etmeleri gereken konulardan biride ISO 14000 çevresel yönetim standartlarıdır. Bu standart, ilk planlama, uygulama ve objektif olarak değerlendirme olma üzere üç kısımdan meydana gelmektedir. ISO 14000 standardını yerine getirilebilmesi için bazı gereksinimleri vardır:

- Üst yönetim çevresel yönetime bağlı kalmalı ve irade göstermelidir.
- Çevresel politikalar ile ilgili gelişim ve değişim sergilenmelidir.
- Çevresel amaçlar ve hedefler belirlenmelidir.
- İşletmenin çevresel amaçlarına ve hedeflerine uygun olarak özel programlar düzenlenmelidir.
- Süreç boyunca eğitim, kontrol ve düzeltici faaliyetler önceden planlanmalı ve destek sistemleri kurulmalıdır.
- Faaliyetler düzeni aralıklar ile gözlemlenmeli ve ölçülmelidir.

ISO 9000 ve ISO 14000 kalite ve çevresel yönetim sistemleri standartlarına benzer bir şekilde, rehber dokümanları, teşvik raporları, işletme normları gibi yüzlerce sayfa standartlar mevcuttur. ISO, İşletmelerin örgüt ve tedarik zinciri yapılarında sosyal sorumluluklarını yerine getirebilmeleri için, yeni bir standart geliştirmiş ve 2008 yılında Uluslararası Sosyal Sorumluluk Standartları Rehberi-ISO 26000 ortaya çıkmıştır (ISO/TMB, 2008). ISO 26000'in amacı, işletmelerin performans sonuçlarını ve kurumsal iyileşmelerini vurgulamak, müşteri memnuniyetini ve güvenini artırmak, paydaşları arasında sosyal sorumluluk bilincinin oluşmasını sağlamak ve SS alanında ortak bir terminoloji sağlamaktır. ISO 26000 standartlarının oluşmasında, 54 ISO üyesi ülkenin uzmanları, 33 örgüt ve çeşitli paydaşlardan katılımcıların büyük katkıları olmuştur.

ISO 26000 sayesinde sosyal sorumluluk standartlarına bir denge gelmiştir. Bu standardın uygulanması ile rekabet avantajı, tüketici gözünde bilinirlik, çalışanların moralinin, sadakatinin ve verimliliğin sağlanması yanında yatırımcıların, sponsorların, bağışta bulunanların gözlenmesi, rakipler, devlet, medya, tedarikçiler ve müşteriler ile iyi ilişkiler kurulması gibi kazanımlar elde edilebilmektedir (ISO, 2009)

## **8. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE (TZY) KSS'NİN YERİ**

Tedarik zinciri literatüründe benzer anlamlara gelen fakat farklı kavramlar ve sözcükler ile ifade edilen KSS, bu alanda oldukça yenidir. Bunlar arasında



Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi (Carter ve Rogers, 2008) ve Lojistik Sosyal Sorumluluk (Ciliberti vd., 2008) en sık kullanılanlar arasındadır. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi, firmaların ve tedarikçilerin uzun dönem ekonomik performanslarını artırabilmesi için işletme faaliyetlerinin sosyal, çevresel ve ekonomik olarak başarılı bir şekilde yönetilmesi olarak tanımlanmaktadır (Caret ve Rogers, 2008). Lojistik Sosyal Sorumluluk ise sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi kadar geniş kapsamlı olmayıp, sosyal sorumluluk faaliyetlerinin en çok bilinenleri ile ilgilidir. Bunlar içsel ve dışsal taşıma yönetimi, depo veya envanter yönetimi, üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcıları yönetimi, satın alma, paketleme, elleçleme ve müşteri hizmetleri yönetimi olarak sıralanabilir (Ciliberti vd., 2008).

İşletmeler, müşteri taleplerini yerine getirebilmek için bir sistem kurmaktadır. Tedarik zinciri ise, daha önceden ifade edildiği gibi, kurulan bu sisteme doğrudan veya dolaylı yoldan eklenmiş tarafların oluşturduğu bir yapıdır. Bu yapı içerisinde KSS uzun yıldan beri kullanılmaktadır. Bazı araştırmacılar, işletmelerin birçoğunda tedarik zincirinin sürdürülebilmesi için KSS'nin etkin şekilde kullandığını görmüşlerdir. Örneğin Poist (1898), çalışanların eğitimi, çevresel yenilenme, sağlık, güvenlik ve iş yeri güvenliği gibi toplumsal konularda KSS'nin kullanılması gerektiğini savunmuştur. Carter ve Jennings (2004), KSS alanlarını biraz daha genişleterek insan hakları gibi alanlarda kullanılmasını önermişlerdir. Demiralay ve Nayır (2007: 254) gıda sanayindeki tedarik zinciri yapısının kalkınma ve çevre, tedarikçi firmalarda çalışma koşulları, adaletli ticaret ilkesi, gıda maddeleri güvenliği ve sağlıklı beslenme gibi çeşitli KSS unsurları ile ilişkilerini incelemişlerdir.

Günümüzde faaliyet gösteren birçok işletme, yeni bir üretim tesisi açarak imalat sürecinin bütün kontrolünü kendisi üstlenmenin yerine tedarikçi merkezli bir anlayış ile hareket etmektedir. Bu sayede, işletmeler sadece kendi kurumsal faaliyetlerinden değil aynı zamanda zinciri içerisinde bulunan diğer üyelerin ve hatta üçüncü parti hizmet sağlayıcıların da kurumsal, çevresel ve sosyal faaliyetlerinden sorumlu olmaktadır (Andersen ve Skjoett-Larsen, 2009). Tedarik zinciri boyunca ortaya çıkan sosyal ve çevresel etkiler işletmeler tarafından hesap edilmekte ve buna yönelik önleyici ve düzeltici faaliyetler yerine getirilmektedir.

Yöneticilerin, tedarik zinciri yönetiminde KSS uygulamalarına yönelik ilgilerinin artmasında başka nedenlerde bulunmaktadır. Enerji fiyatlarının artması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kıtlığı, iklim değişiklikleri, salınım gazlarının artması, kaliteli yaşama isteğinin artması gibi nedenler yöneticilerin dikkatini çekmektedir. Özellikle tedarik zinciri yönetiminde KSS faaliyetleri, işletmelerde daha yeni yeni uygulansa da, akademisyenler, medya organları, tüketiciler, tedarikçiler tarafından oldukça hızlı bir şekilde takip edilmektedir (Seuring ve Muller, 2008). Yöneticiler tedarik zinciri süreçlerinde KSS'ye dayalı stratejiler geliştirmeye başlamışlardır.

Boyd vd. (2004), işletmelerin bütün birimlerini bütünleşik tedarik zincirleri ağı gibi bir ağ yapısına benzeterek yönetmeleri gerektiğini savunmuşlardır. Bütünleşik bir tedarik zinciri, ürünlerin tedarikçilerden müşterilere teslimine kadar olan birçok faaliyetin yönetildiği dikey bir koordinasyon sağlamaktadır. İşletmeler iyi bir kurumsal kimlik elde edebilmek için yoğun çaba sarf ederken, çevreden gelen baskılara da direnç göstermeye çalışmaktadırlar. Bu baskı tedarik zinciri ağlarının daha karmaşık hale gelmesine neden olmaktadır. Fakat kurumsal firmalar her ne kadar artan baskıya maruz kalsalar da, bu onların daha sorumlu bir işletme anlayışına doğru ivme kazanmalarına neden olmaktadır.

Amaeshi (2008)'e göre sosyal sorumluluk faaliyetleri ve tedarik zincirinde koordinasyon çok önemli iki konudur. Buradaki sorun, bir işletmenin faaliyetlerinde KSS'yi benimseyebilmeleri için tedarik zinciri ortaklarıyla nasıl hareket edeceğidir. Davis ve Blomstrom (1975)'e göre KSS, toplumun sağlığına zarar verecek etkenleri ortadan kaldıracak ve toplumun sağlığını koruyacak her türlü kararın verilmesinde düşünülmesi gereken bir olgudur. Kolk ve Tudder (2002) ve Boyd (2004) gibi araştırmacılar da, kurumların sosyal sorumluluk faaliyetlerine tüm tedarik zinciri üyeleri ile birlikte karar vermeleri gerektiğini savunmuşlardır. Cruz (2008) KSS'nin riskleri azalttığını savunmuştur. Yani KSS faaliyetleri, tehlikeli hammadde kullanımını, tehlikeli üretimi, insan sağlığını ve güvenliğini etkileyen etkenleri azaltmakta veya ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca KSS, marka imajının yenilenmesine, satışların artmasına ve daha iyi finansal yatırımların yapılmasına yardımcı olmaktadır.

Dünyanın çeşitli yerlerinde üretim tesisleri olan Nike, Adidas ve Benetton gibi büyük markalar, tesislerinde kesinlikle çocuk işçi çalıştırılmasına izin vermemektedirler (Boyd vd., 2004). Ayrıca bu markalar, malzemelerini sadece ülkelerin taşeron firmalarından tedarik ederler. Fakat bu durum, tedarik zinciri boyunca sürdürülebilir uygulamaların marka sahibinin sorumluluğu altında gerçekleşmeyeceği anlamına gelmemektedir. Bir Reebok yöneticisi bu durumu şu şekilde örneklemektedir (Klassen ve Vreecke, 2012). “Eğer bir müşteri bizi arar ve ayakkabılarından birinin hatalı üretildiğini söylerse biz asla ‘*bu durum Reebok’un sorumluluğu değil, ayakkabılar Kore’de bir fabrikada üretilmiştir*’ şeklinde geri bildirimde bulunmayız. Ürünlerin üretimini biz gerçekleştirmesek de, onların kalitesinden her zaman biz sorumluyuzdur. Bu durum çalışma koşulları içinde geçerlidir. Eğer bir müşteri bizi arar ve tedarikçilerimizden birinin çalışma koşulları hakkında şikâyetle bulunursa, o tedarikçinin durumu da bizim sorumluluğumuz altındadır”. Bu bağlamda bir şirket yöneticisi sürekli olarak tedarik zinciri ortaklarının gereksinimlerini karşıladığı ve kullanılabilir hale getirdiği takdirde başarılı olabilmektedir.

Küresel tedarik zinciri yönetiminde, KSS temelli problemlerden dolayı tüketici kararları ile KSS arasında sıkı bir ilişki oluşmaktadır. Smith vd. (2010)’a göre, tedarik zincirinde tüketicileri ilgilendiren ve yöneticilerin çözmek zorunda kaldıkları iki tip KSS problemi bulunmaktadır. Birincisi, işletmeler KSS temelli problemlerin çözümünü ele alırken çoklu paydaşları arasında tüketicileri dikkate almamaları; ikincisi ise, işletmelerin tedarik zincirinden KSS temelli faaliyetlerini yerine getirirken imaj yönetimi ve tedarikçi davranışları konularındaki çabalarını sınırlamalarıdır. İşletmelerin tüketiciler çerçevesindeki bu problemleri çözebilmeleri için, KSS faaliyetlerinde tüketicileri içerisine alan ve hem girdi kaynaklarının hem de nihai ürün ve hizmetlerin etkinliğini artıracak bir değer zinciri oluşturmaları gerekmektedir.

Tedarik zinciri yönetiminde KSS uygulamaları ile ilgili yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların büyük bir çoğunluğu çevresel yönetim faaliyetlerinden en uygun olanının seçimi ve planlamasına yardımcı olacak matematiksel modeller ile stratejik ve taktiksel planda desteklenmektedir. Carter ve Jennings (2004) yaptıkları çalışma ile KSS faaliyetlerinin tedarikçi performansı

üzerinde pozitif etkiye sahip olduğunu savunmuşlardır. De Vlieger (2006), Hollanda'da bir yiyecek işletmesinin tedarik zincirinde KSS yönetimi için kavramsal bir model geliştirmiştir. Andersen ve Skjoett-Larsen (2009), küresel bir tedarik zincirinde KSS faaliyetlerinin analizi için kavramsal bir çerçeve sunmuşlardır. Bu çalışmada IKEA şirketinin KSS faaliyetlerinin uygulanması ve yönetimi konusunda pratik bilgiler vermişlerdir. Spence ve Bourlakis (2009), Tedarik Zinciri Sorumluluğu (TZS) adını verdikleri yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Çalışmanın amacı, İngiltere'de bir gıda perakendeci olan Waitrose firmasını inceleyerek KSS'den TZS anlayışına geçiş aşamalarını incelemek üzerinedir. Cruz (2009), tedarik zinciri ağlarının KSS ile modellenmesi ve analizi için karar destek problemi geliştirmiştir. Problem, net getiriye en büyükleyen, salınım ve risk oranlarını en küçükleyen üç amaçlı bir yapıya sahiptir. Cruz (2013)'ün yapmış olduğu çalışmada, kâr artırma, karbon salınımını ve riski azaltma amaçları altında, KSS'nin ücretler, ürün akışları ve tedarik zinciri ağ yapısı üzerinde etkinliğini analiz etmek için çok kriterli bir karar verme problemi ele alınmıştır. Çalışmanın neticesinde artan KSS seviyesi ile birlikte işlem maliyetleri, risk unsurları ve çevresel emisyon oranında azalma görülmüştür.

Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre, kurumsal sosyal sorumluluk uygulamalarının tedarik zinciri içerisinde bulunan üyelerin uzun dönem stratejilerini gerçekleştirebilmelerinde birçok katkısı bulunmaktadır. Öncelikle, ekonomik, çevresel ve sosyal konuları dikkate alarak gerçekleştirilen işletme faaliyetleri sürdürülebilir bir tedarik zinciri yönetimi sağlamaktadır (Svensson, 2007). İkinci olarak KSS, işletmenin satın alma, imalat, dağıtım ve pazarlama fonksiyonları arasında iletişim ve koordinasyonu sağlayarak tedarik zincirinin etkin yönetilmesine yardımcı olmaktadır.

## 8.1. TZY'DE KSS BOYUTLARININ İNCELENMESİ

Geçtiğimiz 20 yıl içerisinde, artan tüketici istek ve ihtiyaçları, ticari kurumların baskısı, devletin koymuş olduğu yeni yasal düzenlemeler, iletişim ve bilişim teknolojilerindeki hızlı değişim, akademisyenlerin sürekli çalışmaları ve medyanın konuya olan bakış açısı ve ilgisi işletmeleri geliştirmiş oldukları

faaliyetlerin sebep olduğu sosyal, ekonomik ve çevresel etkilerini dikkatle incelemek zorunda bırakılmaktadır. İşletmeler, buldukları sektörde başarıya ulaşmaları ve belli bir piyasa gücünü elde edebilmeleri için sürdürülebilir büyümeyi dikkate alarak sosyal sorumluluk bilinci ile tedarik zinciri boyunca çevresel ve sosyal faaliyetler geliştirmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda, sürdürülebilir olmayı hedefleyen işletmeler, müşterilerine, çalışanlarına, rakiplerine ve tedarikçilerine karşı kendilerini sorumlu görmekte, çevreden aldıkları sınırlı kaynakları verimli bir şekilde kullanarak mal veya hizmet olarak tüketicilere sunmakta ve kaynak israfının önlenmesi için geri dönüşüm tesislerine önem vermektedirler (Erol ve Özmen, 2008: 71).

Özellikle çevresel ve sosyal bilincin toplum nezdinde öneminin artması ile birlikte işletmelerin çevreye ve topluma yansıyan olumsuz uygulamaları da ortaya çıkmaktadır. Çevre kirliliği, kaynak israfı ve insan sağlığı gibi problemler bu olumsuz uygulamalardan sadece birkaç tanesidir. Rekabetçi pozisyonda kalmak ve sürdürülebilirliği sağlamak isteyen işletmeler, tedarik zincirlerine odaklanmakta ve olabilecek her türlü yanlış faaliyeti engellemeye çalışmaktadırlar. Bu sayede tüm paydaşların gereksinimlerine cevap vermekte, ekonomik, çevresel ve sosyal hedefleri yerine getirmekte, diğer işletmeler ile bütünleşik bir sistem kurmakta ve en önemlisi tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilirliği yakalamaktadırlar (Mota vd., 2014: 1). Kurumsal sosyal sorumluluk, tedarik zinciri performansının değerlendirilmesinde kavramsal bir çerçeve sunmaktadır. Çetinkaya vd. (2011: 59–64)’e göre bu çerçeve sosyal, çevresel ve ekonomik olmak üzere üç temel boyuttan oluşmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde KSS’nin tedarik zinciri yönetimindeki temel boyutlarından ve alt boyutlarından bahsedilecektir.

### **8.1.1. Ekonomik Boyutlar**

Kârlılık temelinde ekonomik performans bir işletmenin temel göstergelerinden biridir. İşletmelerin uzun dönem başarılı olabilmesi, rekabet edebilmesi ve ayakta kalabilmesi için kârını buldukları sektör ortalamasının üzerinde tutmalarına bağlıdır. En önemli rekabet avantajlarından biri olan kârlılık veya ekonomik kalkınma, iş süreçlerinin de sürdürülebilir olmasına yardımcı

olmaktadır. Kalite, verimlilik, müşteriye hızlı yanıt göstergeleri kârlılık yanında ekonomiye etki eden diğer önemli faktörlerdir. Tedarik zinciri yönetiminde kaliteli süreçler oluşturma ve müşteri memnuniyetini sağlama uzun dönem kârlılığa katma değerli katkılar sağlayan unsurlarıdır. Müşteri anketleri, ortaklardan gelen geri bildirimler, şikâyetler, ürün geri dönüşleri, hatalı dosyalama gibi iç ve dış kaynaklı bilgilerin değerlendirilmesi ile işletmenin kalitesi ölçülebilmektedir. Bu bilgiler aynı zamanda işletmenin stratejisini ve müşteri profilini de etkileyebilmektedir. Müşteriye hızlı yanıt verme, değişen çevre koşullarından müşteri ihtiyaçlarına kadar birçok faktör tarafından etkilenebilir. Tedarik zinciri boyunca ürünlerin, müşteri istek ve ihtiyaçlarına göre teslim edilmesi müşteri memnuniyetinin sağlanmasına katkı sağlamaktadır. İşletme verimliliği ise, kaynak kullanımının artması, süreç zamanlarının azalması ve maliyetlerin düşmesi ile elde edilmektedir (Çetinkaya vd., 2011: 60).

İşletme yöneticileri, KSS faaliyetlerinin uygulanması sonucunda oluşan faydaları ile katlandıkları maliyetler arasında bir denge oluşturmaya çalışmaktadırlar. Yani, yöneticiler sosyal sorumluluk faaliyetlerine karşı elde edilen kazancın ortaya çıkan maliyetleri karşılaması gerektiğini gözlemleyip ona göre seçim yapmaktadırlar. Bu yüzden, maliyet hesabını yaparken faaliyetlerin girdi, süreç ve çıktı maliyeti şeklinde ayrılmasının yararlı olduğu ileri sürülmektedir. Sosyal sorumluluk faaliyetlerinin girdi maliyetlerinin hesabında bütün tedarikçiler dikkatli bir şekilde gözlenmekte ve işletmenin stratejik misyonu ile tutarlı olanlar kabul edilmektedir. İşletme tüm bu gözleme, çalışma, denetleme ve idare etme görevlerini yerine getirirken ekstra maliyetlere katlanmak zorunda kalmaktadır. İyi bir denetim süreci ile baskıcı uygulamaların tanıtımından kaçınılırken firmalara daha düşük girdi maliyeti avantajı, daha güvenilir ve dürüst işgücü olanağı sağlanmakta ve gelişmekte olan ülkelerin karşısına güzel örnekler çıkarılmaktadır. Üretim ve dağıtım sürecinin pek çok aşamasında yüksek miktarda enerji tüketimi ve atık üretimi gerçekleşmektedir. İşletmeler, bu iki istenmeyen durumu ortadan kaldırabilmek ve uzun dönemde daha az maliyet ile karşılaşabilmek için enerji tasarrufu gibi konularda teknolojik yatırıma ağırlık vermektedirler. Ayrıca bu kategori içerisine çalışanların eğitimi ve motivasyonu, iş-yaşam dengesi, çeşitlilik gibi işgücünü ilgilendiren maliyetlerde dâhil edilmektedir. Çıktı maliyetlerinde ise iki durum söz konusudur. Birincisi ürün yaşam süresi sorumluluğudur. Gerek yasal zorunluluklar

gerekse tüketici baskıları işletmeleri yaşam süresi bitmiş ürünlerini geri dönüşüme veya tekrar kullanıma tabi tutmaları noktasında zorlamaktadır. İkincisi ise, malların yerine kullanılan ve işletmelerin karşılaştıkları büyük sorunlardan olan hizmetlerdir. Kiralanan bir hizmet, aynı işi görebilecek bir malzemenin satın alınmasına veya üretilmesine göre kullanıcıya daha faydalı olur anlayışı kabul görmektedir. Her iki durumda oluşan maliyetler, işletmeye kazandırdıklarından daha azdır. Ürün ömrü biten ve tek kullanımlık ürünler ile ilgili konularda sahip olunan sosyal sorumluluk anlayışı, işletmelerin ürettikleri ürünleri nasıl daha verimli kullanmaları gerektiğini anlamalarına yardımcı olmaktadır (Çetinkaya vd., 2011: 60-61). Tablo 3’de KSS’nin ekonomik boyutları, fayda ve ölçme düzeyleri verilmektedir.

*Tablo 3. Ekonomik Boyutlar, Faydalar ve Kazanımlar, Ölçme Düzeyleri*

<b>EKONOMİK BOYUTLAR</b>	<b>FAYDALAR VE KAZANIMLAR</b>	<b>ÖLÇME</b>
<b>Kalite</b>	Mal ve hizmet kalitesi Müşteri hizmet düzeyi Uygunluk	Stok dışı kalma, müşteriye yanıt süresi, zamanında teslim, güvenilir teslimat, müşteri memnuniyeti, müşteri şikâyetleri, ürün uygunluğu
<b>Etkinlik</b>	Verimlilik Düşük maliyet	Nakit akışı, stok seviyesi, toplam lojistik maliyeti, katma değer verimliliği, depo kullanımı, dönen varlıklar, depo kullanımı, ulaştırma maliyeti
<b>Müşteriye yanıt</b>	Müşteri ihtiyaçlarına yanıt Pazar değişikliklerine yanıt Esneklik	Pazar giriş zamanı, esnek üretim, müşteriye yanıt verme süresi, esnek sipariş

**Kaynak:** Çetinkaya vd., 2011: 61

### **8.1.2. Çevresel Boyutlar**

Sürdürülebilir bir kurum olma, işletmenin tüm birimlerinin ortak sorumluluğudur. Bir işletmenin kârlı iş yapma ve uzun dönem var olma hedeflerini gerçekleştirebilmesi için sadece ekonomik göstergeleri ile değil aynı zamanda çevresel göstergeleri ile de yakından ilgilenmelidir. Ekonomik göstergeler, üretim, ulaşım ve diğer işletme faaliyetlerinin çevreye olan etkilerini en az düzeye indirmeye yönelik olarak incelenir. İmalat işletmelerinin çevreye yaydığı gaz, doğal kaynakların kullanımı, atıklar, su ve geri dönüşüm faaliyetleri çevresel göstergeler arasında

değerlendirilebilir. Bu açıdan tedarik zincirinde sürdürülebilirliğin sağlanmasında çevresel etkiler önem arz etmektedir. Fakat bu konuda belirlenmiş standartlar oldukça sınırlıdır. Eğer bir işletmenin çevreye olan zararları incelenmek istenirse, öncelikle havaya vermiş olduğu CO<sub>2</sub> salınım miktarına bakılmalıdır. Bu miktarı belirlemeye yönelik birbirinden farklı yazılım paketleri mevcuttur, fakat hangi ölçümün daha hassas olduğuna yönelik uluslararası bir anlaşma sağlanamamıştır. Diğer taraftan fosil yakıtlardan elde edilen enerji CO<sub>2</sub> salınımını azaltabilmektedir.

Genel olarak, tedarik zinciri yöneticileri üretim ve dağıtım faaliyetlerini gerçekleştirirken çevreyi koruma sorumluluğu ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Böyle durumlarda bazı faaliyetleri çevreye fazla zarar verebileceğinden dolayı başarısız olurlar. Örneğin; petrol tankerlerinin karaya oturması, nükleer atıkların yanlış sınıflandırılması, kimyasal sızıntıların denize akması veya bir şehrin üzerinde duman bulutu olması gibi çevre kirliliğine neden olan felaketler, birçok tedarik zinciri faaliyetinin kaçınılmaz sonucu olarak görülmektedir. Fakat bunların hepsi bazı süreçlerde yapılan hatalardan ve kaynak yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Kısa vadede değil ama uzun vadede geri dönüşüm sürecine uygun olmayan ürünler çevreye büyük oranda zarar verebilmektedir (Slack vd., 2010:638).

Zaman ilerledikçe müşteriler, kurumlar ve devletler çevreye karşı daha dikkatli olmaya başlamışlardır. Küresel ısınma ve doğal kaynakların hızla azalması ile birlikte toplumu oluşturan fertler, insan kaynaklı çevresel tehlikelere karşı daha duyarlı olmaktadır. İşletmeler, ürettikleri mal ve hizmetlerin çevreye zararlarını azaltacak imalat tekniklerine yatırım yapmaktadırlar. Örneğin IBM, ürünlerinde geri dönüşüm, tekrar kullanma, geri getirme ve ayıklama faaliyetlerini desteklemektedir. Ülkeler ise, çevresel hukuk kurallarını değiştirmekte ve üreticilerin “beşikten mezara kadar” diye adlandırdıkları çevresel bakış açılarını “beşikten beşiğe” şeklinde genişletmektedirler. Örneğin Avrupa Birliği (AB), Atık Elektrik ve Elektronik Malzeme (Waste Electrical and Electronic Equipment) kanununu onaylamış ve üreticileri, süresi bitmiş ürünlerin üretimi noktasında daha sorumlu davranmaları gerektiği uyarısında bulunmaktadır (Quariguasi Frota Neto vd., 2009). Aşağıdaki Tablo 4’de KSS’nin çevresel boyutları, fayda ve ölçme düzeyleri verilmektedir.



Tablo 4. Çevresel Boyutlar, Faydalar ve Kazanımlar, Ölçme Düzeyleri

ÇEVRESEL BOYUTLAR	FAYDALAR VE KAZANIMLAR	ÖLÇME
<b>Salınım</b>	CO <sub>2</sub> salınımı Diğer çevre kirliliğine yol açanların salınımı	Harcanan her litrede ortaya çıkan CO <sub>2</sub> miktarı, toplam CO <sub>2</sub> salınımı, azalan % CO <sub>2</sub> miktarı
<b>Doğal kaynaklar ve kullanımı</b>	Yakıt tüketimi Su tüketimi Arsa kullanımı Enerji tüketimi	Yakıt kullanımında azalma, su kullanımında azalma, arsa kullanımı, her depo için kullanılan enerji miktarı
<b>Atıklar ve geri dönüşüm</b>	Atık azalımı % Malzeme/ürün geri dönüşüm Bio-enerji malzeme kullanımı	% geri dönüşüm paketleri, % geri dönüşüm paketlerinin kullanımı, malzeme kayıplarında azalma, kargo hasarlarında azalma, eskimiş veya zamanı geçmiş ürünlerde azalma

**Kaynak:** Çetinkaya vd., 2011: 62

### 8.1.3. Sosyal Boyutlar

KSS'nin sosyal boyutu bir işletmenin faaliyet gösterdiği ortamdaki sosyal sistemler üzerinde meydana getirdiği etkiler ile ilgilenmektedir. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) genel ilkelerine göre sosyal performans göstergeleri sağlık ve güvenlik, istihdam, eğitim ve öğretim, çeşitlilik ve fırsat eşitliği, çalışma ortamı şeklindedir. Bu unsurlar ortak boyutlar altında bir araya getirildiğinde sağlık ve güvenlik, çalışanlar ve gürültü olarak üçe ayrılabilir. Sürdürülebilirlik Raporlama İlkeleri (GRI)'ne göre sosyal boyutun temel hedefi, tedarik zinciri faaliyetlerinde işgücü unsurları ile ilgili performans hedeflerinin uluslararası evrensel standartlar gözetilerek yapılmasıdır.

Dünyanın çeşitli bölgelerinde farklı kültürlere ve bu kültür içerisinde üretimini gerçekleştiren imalat işletmeleri bulunmaktadır. Örneğin, Avrupa'nın her hangi bir ülkesinde sürekli olarak kullanılan, seri üretimin vazgeçilmez yöntemlerinden olan ve modern bir üretim sistemi olarak kabul edilen montaj hattı üretim sistemi, farklı bir coğrafyanın ülkesinde yeni bir üretim teknolojisi olarak tanınabilmektedir. Bu durumda ikinci ülke imalatçıları bahsedilen teknolojiye hem yabancı ve hem de meraklı olacaklardır. Fakat eğer işletmenin sahip olduğu işgücü sayısı, bilgi ve deneyimleri, eğitim seviyeleri, iş yerinin çalışma koşulları, güvenliği

ve gürültü miktarı bu yeni teknolojiye uygun değilse zararlı bir yatırım olacaktır. Bu yüzden, örnekte olduğu gibi iş süreçleri dünyanın farklı bölgelerindeki ülkelerin istihdam, kaynak miktarı ve milli gelir durumları dikkate alınarak tasarlanması gerekmektedir. Bu açıdan sürdürülebilir tedarik zincirinde sosyal konular ülkelerin, insanların, sistemlerin kültürel ve ekonomik farklılıklarına göre değişmekte ve sonuçta farklı kararlar verilmesine sebep olmaktadır (Slack vd., 2010:641).

Geleneksel yaklaşımla incelendiğinde sosyal boyutun, bir kurumun performansını doğrudan etkileyen temel göstergelerden biri olmadığı görülmektedir. Böyle bir boyut olsa bile, insan kaynakları birimi gibi performans ölçümü yapan birimlerden ayrılmaktadır. Bireyler ve sahip oldukları yetenekler, sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli kilit noktalardandır. İş güvenliği ve sağlığı ölçümü, oluşan iş kazalarından etkilenmektedir. Birçok ülkedeki kazalar, yaralanmalar veya ölümcül vakalar sürekli olarak kayıt altına alınmaktadır. Ciddi bir hastalık geçiren çalışanın ailesine yardım etmek, eğitim, öğretim ve rehberlik hizmeti vermek iş sağlığı ve güvenliği boyutu altında incelenmektedir. İstihdam ise işe gelmeme, işe yeni alımlarda bulunma ve turnover (personel devir) oranı gibi farklı seviyelerden ölçülmektedir. Ayrıca, yarı zamanlı çalışanlar ile tam zamanlı çalışanlar arasındaki uygulamaların dağılımları da farklılık göstermektedir. Bir işletme, iş ortaklarının ve özellikle küçük ve orta girişimcilerin üzerinde etkili olması gerektiğini ve onları özenle takip etmesi gerektiğini bilmesi gerekmektedir. Ayrıca imalat sektöründe bulunan firmaların, üretim alanında oluşan gürültüyü azaltmaları sosyal boyutta incelenmesi gereken diğer konulardan biridir. Hizmet işletmelerinde ses şiddetinin artış göstermesi müşterilerde memnuniyetsizlik oluşmasına neden olmaktadır (Gosselin, 2005). Aşağıdaki Tablo 5’de KSS’nin sosyal boyutları, faydaları ve ölçme düzeyleri verilmektedir.

Tablo 5. Sosyal Boyutlar, Faydalar ve Kazanımlar, Ölçüm Düzeyleri

SOSYAL BOYUTLAR	FAYDALAR VE KAZANIMLAR	ÖLÇME
Sağlık ve güvenlik	Atıklar, tehlikeli gazların salınımı Kazalar Çalışma koşulları	İş sağlığı ve güvenliği konusunda verilen eğitim miktarı (çalışan, tedarikçi vs.), işletme içi kaza sayısı, 3. partiden kaynaklanan kaza sayısı, kayıplar, tehlikeli kazalar, kimyasal gazların salınımında azalma, kaza olasılığının azalması
Çalışanlar	İstihdam Eğitim İş güvenliği	Üretim miktarı, artan iş imkanı sayısı, yeni sistem için eğitim alan işçi sayısı, eğitim alan işçilerin %'si, uzun dönemde işgücü sayısı, işe geç gelme
Gürültü	Sesin şiddeti Zamanlama ve yerleşim düzeni	Azalan gürültü miktarı, imalat sahasında yerine getirilen faaliyetler

**Kaynak:** Çetinkaya vd., 2011: 63

## 8.2. SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Sürdürülebilirlik konusu gazeteler, medya organları, yasal düzenleyici kurumlar gibi birbirinden farklı birçok kurum tarafından takip edilmekte ve bu alanda yapılan çalışmalar artarak devam etmektedir. Sürdürülebilir kavramı eski çağlara kadar dayanırken bu kavramın devamı niteliğinde olan çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik kavramları son 30 yıldır ekonomi, yönetim, muhasebe, mühendislik, enerji, sağlık, tarım, insan davranışları gibi pek çok alanda kendini göstermeye başlamıştır (Jonathan vd., 2007: 1076).

Teorik uygulamalara göre pratik uygulamaların artış gösterdiği günümüz dünyasında sürdürülebilirlik, işletmelerin rekabet avantajı sağlamalarında üzerinde durmaları gereken konulardan biridir. Daly ve Cobb (1994)'a göre sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını yerine getirmelerinde onları herhangi bir sıkıntıya maruz bırakmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılamak için kaynakların etkin kullanımı olarak tanımlanmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramını sosyal sorumluluk raporları ile birlikte inceleyen Yanık ve Türker (2012), bugünün üretim ve tüketim dünyasında sürdürülebilirliğin birçok bilim dalıyla birlikte incelenmesi gerektiğini savunmuşlardır. Buna göre, kaynakların zaman içinde verimli dağıtılması ne kadar önemliyse onların hem kendi aramızda hem de gelecek nesillere adil dağıtımı ve

kendi ekolojik yaşam destek sistemi ile orantılı bir boyutta ekonomik faaliyetlere katılması da oldukça önemlidir. Sürdürülebilirlik bu açıdan incelendiğinde, kendisiyle beraber hangi kaynakların gelecek nesillerin ihtiyacı olduğu, çevresel atıkların çevreye zarar vermemesi için hangi oranda olması gerektiği, gelecekte tükenebilen kaynakların yerini ne ölçüde yeni kaynakların alacağı, yenilenebilir enerji kullanımının hangi seviyede olacağı gibi bazı soruların cevaplanması gerektiğini ortaya çıkartmaktadır.

İşletmeler son 20 yıldır yönetim modellerini KSS anlayışı içerisinde gerçekleştirmektedirler. Bu anlayış işletmeleri ekonomik olarak belli bir seviyeye taşıırken, aynı zamanda işletmenin birbirinden farklı paydaşları ile daha gelişmiş bir toplum oluşturmayı sağlamaktadır. Birçok büyük ve kurumsal yapıya sahip işletmeler sosyal sorumluluk veya sürdürülebilir raporlarını yayınlamakta ve fikirlerini, politikalarını ve faaliyetlerini paydaşları ile paylaşmaktadırlar. İşletmeler sürdürülebilir büyüme için kurumsal hedeflerini göstermede, zaman içerisinde değişen örgütsel performanslarını birbiri ile karşılaştırmada ve yasalar, normlar, standartlar ve girişimciler açısından örgütsel performanslarını ölçmede bu raporları kullanmaktadırlar.

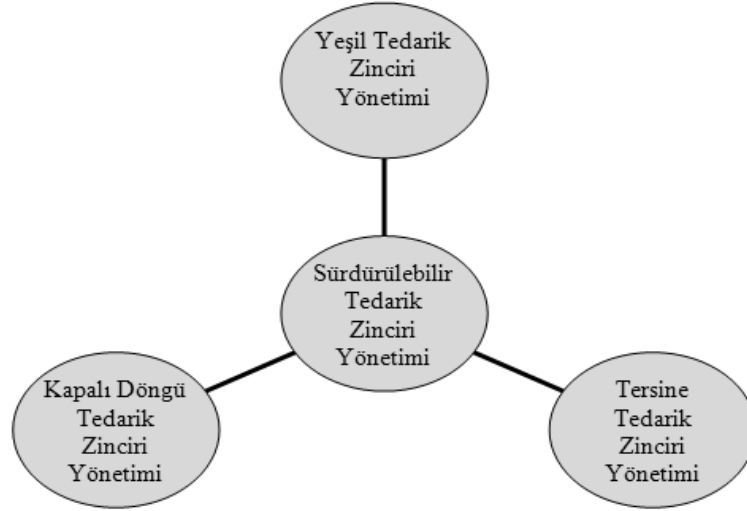
Günümüzde kurumların kendilerini rakiplerinden farklılaştırabilmek ve ayırabilmek için, işletim maliyetlerini azaltmaları ve ürün/hizmet kalitesini artırmaları gerekmektedir. Bunu yaparken de, tedarik zinciri boyunca sosyal, ekonomik ve çevresel faktörleri de dikkate almalıdırlar. Artık günümüz tedarik zinciri yapısında amaç, sadece bitmiş ürünü müşteriye teslim etmek değil aynı zamanda ürünlerin hareketi boyunca ona değer katacak her türlü faaliyeti de artırmaktır. Böylece karşımıza son yılların en popüler kavramları olan değer zinciri veya sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi çıkmaktadır (Peidro vd., 2009). Seuring ve Müller (2013)'e göre sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, sürdürülebilir kalkınmanın üç boyutunu oluşturan ve bir işletmeye ait paydaşlarının ihtiyaçlarına göre değişen sosyal, ekonomik ve çevresel hedefleri yerine getirirken tedarik zinciri boyunca kurumlar arası işbirliğinin yanı sıra malzemenin, bilginin ve sermaye akışının yönetimidir. Sürdürülebilir tedarik zincirinin etkin şekilde yürütülebilmesi ve müşterilerin ihtiyaçlarının yerine getirilebilmesi için üyelerin ekonomik, çevresel ve sosyal hedefleri yerine getirmeleri gerekmektedir.

Bazı içsel ve dışsal paydaşlar ürünlerin sürdürülebilirliğini artırmada sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi faaliyetlerine destek olmaktadır. Üst yönetim ve kurumsal sorumluluk birimi gibi özel destek fonksiyonları tedarik zincirinin sürdürülebilirliği konusunda önemli rol oynamaktadırlar. Bu fonksiyonlar, paydaşların baskılarını ve isteklerini faaliyete dönüştürmekte veya işletmenin sosyal sorumluluk politikalarını uygulamaktadırlar (Walker vd., 2008: 72).

İşletmeler sürdürülebilir tedarik zinciri hedeflerine ulaşabilmeleri için çevresel koruma, üretim geliştirme, riski azaltma ve inovasyon gibi çevresel konulara dâhil olmaktadır. İşletmeler atık yok etme yöntemlerini geliştirmek, dere, ırmak ve havanın kirlenmesini azaltmak, bitki örtüsü ve hayvanların korunmasında çevresel yönetim çabalarını artırmak için kendi süreçlerini ve tedarikçilerinin süreçlerini izlemektedirler. Tedarik zinciri küresel anlamda büyürken, işletmeler mal veya hizmet üretiminde müşterilerinin sağlığını ve güvenliğini tehlikeye sokmayacak önlemler geliştirmektedirler. Yeni mal, hizmet ya da teknolojiler geliştikçe, işletmeler müşterilerinin ihtiyaçlarına hizmet ederken çevreyi destekleyici faaliyetlerde bulunmaktadır (Krajewski vd., 2010: 376).

Pek çok işletmeye rekabet avantajı kazandıran ve işletmelerin sosyal, ekonomik ve çevresel etkilerini önemli ölçüde belirleyen etkin tedarik zinciri yönetimi, sürdürülebilir bir büyümeyi de beraberinde getirmektedir. Bu yüzden, işletmenin gelişimine destek sağlayan sürdürülebilir tedarik zinciri stratejisi en önemli başarı faktörlerinden biri haline gelmiştir (Çetinkaya vd., 2011: 23). Aynı zamanda, işletmeler sürdürülebilirlik merceğinden kendi tedarik zincirlerini değerlendirebilmeyi öğrenmişlerdir. Bütün yaşam döngüleri boyunca ürünlerin çevresel etkilerini azaltmayı amaçlayan sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi faaliyetleri, kalitenin yükselmesine, verimliliğin artmasına ve kurumların daha iyi organize olmasına katkı sağlayabilmektedir (Boone vd., 2012:3). Yakın gelecekte, kaynaklarını koruyabilen ve ana yetkinliklerini çevreye zarar vermeden gerçekleştirebilen kurumlar rekabet etme savaşını kazanacaklardır. Küresel anlamda sürdürülebilir bir tedarik zincirinin yönetilebilmesi için işletmeler, eskimiş veya kullanılabilir ürünlerini tekrar ekonomiye kazandırmaları gerekmektedir (Hindu, 2010: 11). Şekil 7’de sürdürülebilir tedarik zincirinin yeşil tedarik zinciri, kapalı

döngü tedarik zinciri ve tersine tedarik zinciri olmak üzere üç kritik boyutu görülmektedir.



Şekil 7: Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Boyutları

**Kaynak:** Subramanian vd., 2013: 1122

Sürdürülebilirlik, üretim ve işlemler yönetimi alanındaki araştırmacıların yaptıkları uygulamalar ile birlikte sürekli olarak gelişmektedir. Yeşil tedarik zinciri, yeşil ürün tasarımı, temiz süreç teknolojisi, ürün yaşamını arttırma, atık yönetimi ve çevresel yönetim sistemleri gibi alanlarda yapılan uygulamalar ile sürdürülebilirlik kavramı kendine geniş yer bulmuştur (Linton ve Jayaraman, 2005). Sürdürülebilir tedarik zinciri konusunda en kapsamlı çalışma Seuring ve Müller'in (2008), 1994 ile 2007 yılları arasında uluslararası alanda basılmış olan 191 makaleyi inceleyerek özet bir kavramsal çerçeve sunmaları ile olmuştur. Bunun haricinde, Min ve Galle (1997), ABD'de bulunan işletmelerin satın alma yöneticileri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Araştırma neticesinde, işletmede yeşil satın alma üzerine yapılan düzenli toplantılar ve yöneticilerin kararlı duruşu çevresel düzenlemelerden daha etkin sonuç vermiştir. Alvares vd. (2001)'nin yapmış oldukları çalışmada, yeşil tedarik zinciri yönetimi gibi çevresel yönetim anlayışına sahip işletmelerin ekonomik göstergelerinde pozitif bir artış olduğu ortaya çıkmıştır. Srivastava (2007), ürün tasarımı, malzeme seçimi, imalat süreci, bitmiş ürünlerin müşteriye teslimi ve ürün

yaşamı bitmiş ürünlerin yönetimi gibi süreçlerde sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimine katkıda bulunmuştur. Sundarakani vd. (2010), üretim, depolama, içsel ve dışsal lojistik, malzeme aktarma gibi tedarik zinciri boyunca karbon salınımını tahmin etmek için ulaştırma modeli geliştirmişlerdir. Büyüközkan ve Berkol, (2011), kalite fonksiyon yayılımında Analitik Ağ Süreci (ANP) ve 0–1 Hedef Programlama yaklaşımlarını kullanarak sürdürülebilir tedarik zinciri tasarımında bütünleşik bir yöntem geliştirmişlerdir. Karar verme sürecinde nitel (dilsel) ifadelerin sayısallaştırılmasında yaşanan belirsizliği, muğlâklığı ve öznelliği ortadan kaldırmak için bulanık yöntemler kullanılmaktadır. Örneğin Govindan vd. (2013), üçlü sorumluluk yaklaşımı temelinde tedarikçilerin sürdürülebilir performanslarını ölçmek için çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık TOPSİS yöntemini kullanmışlardır. Sürdürülebilir tedarikçi seçiminde dört ekonomik kriter, dört çevresel kriter ve dört sosyal kriter kullanılmıştır. Belirsizlik ortamında, üç karar vericiden alınan bilgilerden tedarikçiler arasından hangisinin daha sürdürülebilir olduğuna karar vermek için bulanık TOPSİS yönteminden faydalanılmıştır.

Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi uygulamaları ile kurumsal performans yönetimi arasında ilişkiyi araştıran çalışmalar da bulunmaktadır. Bilindiği üzere kurumsal performans, bir işletmenin iş süreçlerinin yönetildiği ve kontrol edildiği bir sistemdir. Kurumsal performansın doğru ve etkin takibi ile işletmeler sürekli değişen rekabet koşullarına hızlı adaptasyon, tedarikçiler, müşteriler ve rakipler karşısında yüksek imaj ve Ar-Ge, iş geliştirme, bakım-onarım faaliyetlerinde yüksek verimlilik sağlamaktadırlar (Utkutuğ, 2008: 56). Roa ve Holt (2005) ve Zhu ve Sarkis (2005), çevresel tedarik zinciri yönetimi uygulamaları ile kurumsal performans yönetimi arasındaki ilişkiyi incelemişler ve pozitif ilişki olduğu sonucuna varmışlardır. Ageron vd. (2012) çalışmalarında, bir işletmeye ait maliyetleri düşürmek, müşteri sadakati sağlamak, yenilikçilik çalışmaları ve kaliteyi yükseltmek için yapılan uygulamalar ile çevresel tedarik zinciri yönetimi arasında pozitif yönlü ilişki olduğunu savunmuşlardır. Min ve Kim (2012), çevresel tedarik zinciri yönetimi ile kurumsal performans arasındaki ilişkiyi operasyonel, ekonomik ve çevresel performans boyutları altında incelemişlerdir. Hoejmose vd. (2013) kurumsal işletme stratejileri ile sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamaları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, farklılaşma stratejisini benimseyen işletmeler

düşük maliyet stratejisini benimseyen işletmelere göre daha fazla sosyal sorumlu tedarik zinciri uygulamalarına yönelmektedirler. Aynı zamanda araştırmacılar, sosyal sorumlu tedarik zinciri uygulamalarının kurumun finansal veya ekonomik performansına etki etmediğini düşünmektedirler.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, daha önceden maliyet bakış açısı ile işletmelerde uygulanan iyileştirme çalışmaları şimdilerde kendine yeni alanlar edinerek işletmenin tüm tedarik zincirine doğru kaydığı görülmektedir. Geleneksel tedarik zincirinde süreç, hammaddelerin satın alınması ile başlamakta ve müşteriye bitmiş ürün olarak teslimi ile bitmektedir. Fakat sürdürülebilir tedarik zinciri süreci ana yetkinliklerinin ötesinde, ürün tasarımı, ürüne göre imalat, etkin ürün yaşam döngüsü, sonu gelmiş ürünlerin yeniden imalatı gibi konuları da içermektedir (Jonathan vd., 2007: 1078). Ayrıca sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimini ilke edinmiş işletmelerin çevresel veya sosyal sorumlu tedarik zinciri uygulamaları kurumsal performans yönetimine etki etmektedir.

Kurum içi çevresel ve sosyal açıdan gerçekleştirilen sürdürülebilir uygulamalar, kendi özel sürdürülebilir hedeflerinin ötesinde potansiyel faydalar da üretebilmektedir. Bu görüş, araştırmacılar ve bilim insanları tarafından ortaya kazan-kazan-kazan önermeleri olarak atılmıştır. Örneğin, çevreye yönelik uygulamalar ekoverimliliği (eco-efficiency) artırarak ve atıkları azaltarak maliyetlerin azalmasına, yeni teknolojiler veya yeni ürünler ile birlikte yeni pazarlar bulunmasına ve kurum imajının ve kimliğinin oluşmasına yardımcı olmaktadır. Bu faydalar bir işletmenin hem kısa hem de uzun dönemde performans çıktılarını olumlu etkilemektedir. Sosyal sorumlu tedarik zinciri uygulamaları ise son zamanlarda daha çok kurumlar arası rüşvet, ahlaksızlık, çocuk işçi çalıştırma, çalışanların sağlık ve güvenliği, toplumsal sorunlar ve genel etik davranışlar üzerinde yoğunlaşmaktadır (Wang ve Sarkis, 2013: 873–874).

### 8.3. TZY' DE KSS UYGULAMALARININ YARARLARI

KSS alanında çalışmaları bulunan ve bu alanda uzmanlaşmış birçok araştırmacı (Carroll, 1979; Gregory, 1998; Birch, 2002; Homburg, 2005), dünyadaki



çevresel ve sosyal konuların işletme başarılarına ve ekonomik büyümeye büyük oranda etkilediğini ileri sürmektedirler. Asya'dan Avrupa'ya ve Amerika'dan Afrika'ya kadar her sektörde ekonomik anlamda başarılı üretimler gerçekleştiren işletmeler, aynı zamanda çevresel ve sosyal konulara da dikkat etmektedirler. Bu açıdan KSS faaliyetlerinin işletmelere sağlamış olduğu büyük yararları bulunmaktadır.

Ashford (1993) ve Kemp (1993), sosyal sorumluluk faaliyetlerine yapılan yatırımların bilgi paylaşımını artırdığını, belirsizliği azalttığını, yöneticilerin değişime daha istekli davrandıklarını ve dirençlerinin azaldığını savunmuşlardır (Cruz, 2008). KSS uygulamaları ile birlikte tehlikeli malzeme kullanımını, paketleme hataları ve müşterilerden geri dönen ürün miktarları azaltmaktadır. Ayrıca bazı araştırmalar göstermektedir ki, KSS faaliyetlerini uygulayan işletmeler uluslararası ortamda rekabet avantajı elde etmekte ve daha kârlı satışlar yapmaktadırlar (Cruz ve Wakolbinger, 2008). Bazı yazarlarda yaptıkları çalışmalarda KSS faaliyetlerinin işletme performanslarına etki ettiğini görmüşlerdir. Örneğin, Krajewski vd. (2010), sürdürülebilir bir tedarik zinciri yönetiminin verimlilik artışına ve yenilikçiliğe katkı sağladığını savunmaktadırlar. Aynı yazarlar, tedarik zincirinde bilgi ve malzeme akışını etkileyen kamçı etkisi gibi tedarik zincirinin dinamikliğini zayıflatan durumları azaltmak için işletmelere KSS faaliyetlerini uygulamalarını önermektedirler. Kong (2012)'nin yaptığı çalışma neticesinde, KSS teşviklerinin yatırımcı kararlarını etkilemediğini fakat ürünlerin geri çağırılması durumlarında ürün fiyatlarının azaldığını ve yatırımcı kararlarının bu durumda etkilendiğini savunmuştur. Kogg ve Mont (2012) ise, sürdürülebilir gelişmeyi sağlayacak faaliyetlerin şirketlerin odak noktasını iş süreçlerindeki iyileştirmelerden tedarik zincirinin performansını iyileştirmeye doğru kaydığını görmüşlerdir.

Uygulanan başarılı KSS faaliyetleri direkt maliyetlerin düşmesine yardımcı olmaktadır. Bu azalmalar daha çok çevre ile ilgili olup, enerji kullanımında ve su tüketiminde tasarruf edilerek, hammaddeler daha verimli kullanılarak ve malzemelerde israf azaltılarak kazanılmaktadır. Ayrıca, birçok KSS yöneticisi ve uzmanı başarılı bir sosyal sorumluluk uygulamasının, çalışanların moralini, kuruma bağlılıklarını ve işi doğru yapma oranlarını artırdığını savunmuşlardır. Dahası, çalışanlar hangi fabrikada ve departmanda çalışmak istediklerini kendileri

seçebilmektedirler. İnsanlar özellikle çalışma koşulları iyi olmayan, kirli, ücreti az ve güvenlik zafiyeti olan kurumları tercih etmemektedirler. Bu şekilde başarıyla uygulanan KSS faaliyetleri, şirketlerin işgücü seçme yeteneğini artıracak ve daha kaliteli seçim yapabilme yeteneği sağlayacaktır. Bütün bunlara ek olarak, uygulanan KSS faaliyetlerinin işgücü devir hızını da (turnover) düşürdüğüne dair araştırmalar mevcuttur. Örneğin, Japonya’da bir imalat işletmesi üretim hattındaki belirsizliklerden kurtularak % 18 olan işçi devir hızını % 8’lere kadar düşürmüştür (Cruz, 2008).

#### 8.4. TZY’ DE KSS UYGULAMALARININ ZORLUKLARI

KSS uzmanları ve yöneticilerine göre, tedarik zincirinde KSS faaliyetlerinin uygulanması ve sürdürülmesi oldukça zor olmaktadır. Pek çok kurum KSS’nin ne olduğu veya tedarik zincirinde nasıl uygulanacağı konusunda kesin bilgiye sahip olmamaktadırlar. KSS’nin çok karmaşık bir yapısı olduğu düşünülmekte ve ondan sürekli kaçınılmaktadır. Oysaki uygulayıcılar dikkatle takip edilse veya işletmeler arası iletişim eksikliği azaltılsa bu tedirgin durum ortadan kalkacak, verimlilik artacak ve daha düzenli üretim hatları kurulmuş olacaktır (Welford ve Stehen, 2006).

İşletme yöneticileri, yükselen hammadde fiyatları, işgücü ücretleri, enerji maliyetleri ve üretim maliyetleri ile ilgilenmek zorunda kalmaktadırlar. Müşteriler bir yandan sürekli olarak mal veya hizmet talep etmekte bir yandan da sağlıklı ve güvenli üretimin artmasını, çevresel atıkların azalmasını ve çalışan eğitiminin artırılmasını istemektedirler. İşte buna benzer paradoksların yaşandığı ortamlarda işletme yöneticileri hem kurumun sürdürülebilirliğinin sağlanmasında hem de müşterilerin memnuniyetini artırmada KSS faaliyetlerini uygulamada sıkıntı çekmektedirler. Ayrıca, KSS uygulamalarında samimiyetsizlik, kandırma veya geciktirme amacı güden uygulamalar paydaşlar tarafından fark edildiği takdirde işletmelere çok ağır cezalar verilmektedir. Bu şekilde itibar kaybı yaşanan işletmeler ciddi maliyetler ile karşılaşmalarının yanında kurum imajlarını da kaybetmektedirler (Pringle ve Thompson, 2000: 137).

Uygulamada KSS boyutuna duyarsız kalan hatta etik ve ahlaki davranışlara uymayan işletmeler başta tedarik zinciri faaliyetleri olmak üzere tüm örgütsel faaliyetlerinde sorun veya kayıplar yaşayabilmektedirler. Bu şekilde olan kurumlarda; işletmeye duyulan güven sarsılmakta, imaj kaybı yaşanmakta, özsaygınlık kaybolmakta ve örgütsel iletişim azalmakta veya zarar görmektedir. Sosyal sorumluluk uygulamalarını gerçekleştiren işletmelerin bazılarında ise yanlış yönetimsel davranışlardan dolayı üretkenlik, verimlilik, performans ve kalite azalmaları yaşanmaktadır. Bu nedenle maliyet israfı yaşanmakta, ürün fiyatları artmakta ve pazar kaybı ortaya çıkmaktadır. İşletme sahibi veya yöneticilerinin sosyal konulara gereğinden fazla duyarlı davranmaları ise örgütün gerçek misyonundan ve vizyonundan uzaklaşmasına neden olmaktadır (Çelik, 2007: 78–79).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### BİR İMALAT İŞLETMESİNDE KAPALI DÖNGÜ TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI

Çalışmanın bu bölümünde öncelikli olarak çalışmanın konusu, amacı, önemi ve sınırlılıklarından bahsedilmektedir. Ardından yöneylem araştırmalarında sıklıkla kullanılan doğrusal ve olabirsel doğrusal programlama yöntemleri anlatılmaktadır. Daha sonra işletme ve işletmenin üretim süreci hakkında kısa bilgiler verilecektir. Geliştirilen modelde yer alan sosyal sorumluluk ölçeklerinin önem ağırlıkları çok kriterli karar verme modellerinden olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) tekniği ile belirlenmiştir. Çalışma için önerilen kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarım modelini verdikten sonra uygun veriler ve çözüm yöntemleri yardımıyla sonuçlar bulunmuştur.

#### 1. ARAŞTIRMANIN KONUSU

Araştırmanın konusu, imalat işletmeleri içerisinde yer alan ve beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren Arçelik A.Ş. Eskişehir Buzdolabı İşletmesine ait örnek bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarlamak, işletmeye uygun olabilecek sosyal sorumluluk ölçekleri belirlemek ve bu sosyal sorumluluk ölçeklerinin, oluşturulan matematiksel bir model yardımıyla tedarik zinciri ağına etkisini ölçmektir. Çalışmada, ileriye dönük ürün akışlarının yanında müşterilerden geri dönen veya iade ürünlerde inceleneceğinden dolayı, kapalı döngü ağ yapısı oluşturulmuştur. Yani kapalı döngü tedarik zincirinde hem ileriye hem de geriye akış söz konusudur (Melo vd., 2009).

#### 2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Araştırmanın amacı, olabirsel doğrusal programlama yöntemi ile kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımında kurumsal sosyal sorumluluğun etkisinin

belirlenmesi üzerinedir. Bütünleşik bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı modelinde, toplam maliyet ile tedarik zinciri sosyal sorumluluk arasındaki ödünleşme optimize edilmektedir. Çalışma, üretim tesislerinin, dağıtım merkezlerinin ve toplama-kontrol merkezlerinin sayı ve yerlerini belirleyen, ayrıca müşteri bölgelerinin ve bertaraf etme merkezlerinin yer aldığı çok kademeli ve çok amaçlı bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı modeli üzerine odaklanmaktadır.

Belirlenen amaç doğrultusunda, işletmeden elde edilen bilgiler ile iki amaçlı karma tam sayılı matematiksel bir model oluşturulmuş ve doğrusal programlama mantığı ile çözüm araştırılmıştır. Çalışmanın pratik ve teorik anlamda literatüre iki önemli katkısı olmaktadır. Pratik bakış açısına göre, çalışmada hem ileri hem de tersine ürün, bilgi ve nakit akışını çift taraflı olarak bir araya getiren kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarlanmış ve ekonomik, çevresel ve sosyal amaçları dikkate alan iki amaçlı karma tamsayılı matematiksel bir model oluşturularak çözülmüştür. Özellikle, birinci amaç fonksiyonu verimliliği artırarak ve maliyetleri azaltarak tedarik zinciri ağ yapısını merkezi bir hale getirmeye çalışırken, diğer taraftan ikinci amaç fonksiyonu tedarik zincirinde sosyal sorumluluğu artırmak istemesinden dolayı kapalı döngü tedarik zinciri ağ yapısını daha merkez dışı bir hale zorlamaktadır. Ayrıca çalışmada stratejik üretim, dağıtım ve toplama tesislerinin yer seçimi ile birlikte taktiksel olarak ürün akışı kararları bir arada verilmiştir. Teorik bakış açısına göre, kapalı döngü tedarik zinciri ağının ekonomik, çevresel ve sosyal performansının artırılmasında önemli rol oynayan parametrelerin belirsiz bilgiye sahip olmasından dolayı, yeni bir olabilsel doğrusal programlama yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu sayede tedarik zinciri üyeleri net karlarını en büyükleyecek ve kendilerine en çok yarar sağlayacak sosyal sorumluluk seviyesini de belirlemiş olacaklardır. Oluşturulan model, beyaz eşya sektöründe uygulamaya ilişkin problemlerin farklı yönleri ile analiz edilmesini sağlamaktadır.

### **3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ**

Son yıllarda, üzerinde önemle durulan konulardan biri tedarik zinciri yönetimidir. Tedarik zinciri yönetimi uygulamaları birçok araştırmacı tarafından yoğun bir şekilde takip edilmektedir. Tedarik zincirleri ileri ve tersine olmak üzere

iki çeşittir. İleriye tedarik zinciri, hammaddelerin işlenerek ve bir takım dönüşüm süreçlerinden geçirilerek bitmiş ürün haline getirilmesi ile sonuçlanan faaliyetler serisidir. İşletme yöneticileri; talep yönetimi, siparişleri zamanında karşılama ve satın alma gibi konularda ileri tedarik zinciri performansını geliştirmeye çalışmaktadırlar (Cooper vd., 1997). Tersine tedarik zinciri ise, müşteriler tarafından kullanılmış ürünlerin toplanması ve tekrar üretimden geçirilmesi süreçlerini içeren faaliyetler olarak tanımlanır. Ekonomik göstergeler, hükümet düzenlemeleri ve tüketicilerin baskıları tersine tedarik zinciri performansını etkileyen unsurlardır (Amin ve Zhang, 2013).

İşletmeler, KSS performanslarını iyileştirmek için tedarik zinciri üyeleri ile işbirliği içinde çalışmanın önemini benimsemişlerdir. Sadece işletmeler değil, aynı zamanda devlet kurumları ve tüketiciler KSS'yi dikkate almaktadırlar. Artan küresel rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmek isteyen işletmeler, bu yeni ekonomik düzene uyum göstermeleri gerekmektedir. Bu bağlamda işletmelerin paydaşları (çalışanlar, tedarikçiler, müşteriler, yöneticiler, STK'lar, hükümet ve rakipler gibi) ile ilişkileri oldukça önemli hale gelmiştir. Yapılan çalışmanın neticesinde, pazara ait fırsatlar daha iyi değerlendirilebilir, riskler daha iyi yönetilebilir, müşteri sadakati artırılabilir, verimlilik artabilir, fazla maliyetler azalabilir ve ayrıca yeni ürün ve pazarlar oluşturulabilir. Tedarik zinciri planlamasında KSS uygulanarak daha çevresel ve toplumsal üretim gerçekleşmiş olmaktadır.

#### **4. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI**

Sosyal bilimler alanında gerçekleştirilen çalışmalarda sınırlılıklar, araştırmacının ideal gördüğü ve normal koşullarda yapmayı hedeflediği, fakat fayda-maliyet açısından uygunluk ve etki alanı gibi nedenlerle vazgeçmek zorunda kaldığı hususları ifade etmektedir (Karasar, 2005: 73). Bu bağlamda, önerilen matematiksel modelin çözümü için gerekli bazı verilerin uygulama yapılan işletmeden doğrudan elde edilmede bazı sıkıntılar yaşanmıştır. Veri toplama sürecinden zaman ve maliyet tasarrufu dikkate alınarak işletmeye iki kez gidilmiş ve üretim ve lojistik sorumluları ile görüşülebilmıştır. Ayrıca ihtiyaç duyulan verilerin dışarıya ile paylaşılmak istenmemesi ve kullandıkları bilgisayar yazılımlarının etkinliği gibi nedenlerden

dolayı bazı varsayımlarda bulunmak zorunda kalınmıştır. Bu varsayımlardan çalışmanın ilerleyen aşamalarında bahsedilecektir.

Çalışmanın diğer sınırlılığı, tedarik zinciri planlamasında KSS konusu ve olabirsel doğrusal programlama yöntemi ulusal literatürde çok fazla yer almadığından dolayı, uluslararası literatür yoğunlukla incelenmiştir. Oluşturulan matematiksel modelin çözümü aşamasında matematiksel bir program kullanılmıştır. Program, daha hızlı işletim sistemine sahip bilgisayarlar vasıtasıyla daha hızlı çözüm yapacağı düşünülerek, üst model bir bilgisayar satın alınmıştır.

Çalışmanın bundan sonraki bölümü, uygulamanın yapıldığı işletmenin tanıtımı ve devamında geliştirilen matematiksel model ve modelin çözümü üzerine olacaktır.

## **5. İŞLETMENİN TANITIMI**

Fortune Global Firmalar ilk 500 listesinde 217. sırada yer alan ve listedeki tek Türk şirketi olan Koç Holding şirketler topluluğu çatısı altında bulunan Arçelik A.Ş., 25 ülkede dayanıklı tüketim ve tüketici elektroniği alanlarında üretim, pazarlama, satış ve satış sonrası müşteri hizmetleri, ihracat ve ithalat ile ilgili tüm ticari ve endüstriyel faaliyetleri yürüten bir kurumdur. İşletme, başta Türkiye olmak üzere Romanya, Rusya, Çin ve Güney Afrika Cumhuriyeti'nde toplam 5 ülkede 14 fabrikada üretim faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Arçelik A.Ş. Kurumsal Sunum (2014)'e göre işletmenin üretim tesisleri ve buldukları yerler şu şekildedir:

- Buzdolabı İşletmesi – Eskişehir
- Kompresör İşletmesi – Eskişehir
- Çamaşır Makinesi İşletmesi – İstanbul, Tuzla
- Elektronik Makine İşletmesi – İstanbul, Beylikdüzü
- Pişirici Cihazlar İşletmesi – Bolu
- Bulaşık Makinesi İşletmesi – Ankara
- Elektrikli Motorlar İşletmesi – Tekirdağ, Çerkezköy

- Çamaşır Kurutma Makinesi İşletmesi – Tekirdağ, Çerkezköy
- Buzdolabı İşletmesi – Romanya, Gaeşti
- Buzdolabı ve amaşır Makinesi İşletmesi – Rusya, Kirzhach
- Çamaşır Makinesi İşletmesi – Çin, Changzhou
- Pişirici Cihazlar ve amaşır Kurutma Makinesi İşletmesi – G. Afrika, Jacobs
- Soğutucu Cihazlar İşletmesi – G. Afrika, Ezakheni
- Buzdolabı İşletmesi – G. Afrika, East London

Dünya geneline yayılan üretim tesislerinde 10 adet marka üretilmekte ve bu ürünler yaklaşık 4.000 adet satış noktasına gönderilmektedir. 2014 yılı itibariyle dünya pazarın % 40'ını elinde bulunduran ve bu sayede 12 milyon ₺ net satışa ulaşan işletmenin Dünya'da 80.000, Türkiye'de ise 24.000 adet çalışanı mevcuttur.

Arçelik A.Ş. “Sürdürülebilir Gelişim” ve çevre duyarlı yaklaşımını, Toplam Kalite Yönetimi (TKY) felsefesini esas alan yönetim anlayışının bir gereği olarak benimsemektedir. 1980 yılında Kalite Çemberleri uygulaması ile başlayan TKY faaliyetleri Hata Türü Etkileri Analizi, İş Sağlığı ve Güvenliği, Altı Sigma, Yalın Üretim, Toplam Verimli Bakım (TVB) gibi uygulamalar ile devam etmektedir. Bu yaklaşım çerçevesinde Arçelik A.Ş., çevre dostu üretim faaliyetleri gerçekleştirerek Türkiye'de bulunan 8 işletmesi ile dünya beyaz eşya sektöründe “Altın Sertifika” almaya hak kazanmıştır (Arçelik A.Ş. Kurumsal Sunum, 2014).

Arçelik A.Ş.'de KSS faaliyetleri, işlerinin asli bir parçası olarak görülmekte ve mümkün olan en iyi şekilde uygulanmaya çalışılmaktadır. Arçelik A.Ş.'nin 2012 yılında yayınlamış olduğu sürdürülebilir raporuna göre, sürdürülebilir performans sistem, insan, tedarik, ürün ve toplumsal gelişim olmak üzere 5 ana odak noktası altında değerlendirilerek yönetilmektedir. Sürdürülebilir yönetimi kapsamında öncelik verilen konular risk yönetimi, iş etiği, üretim sürecinde çevreci yaklaşım, yetenek yönetimi, iş sağlığı ve güvenliği, tedarik zincirinde sürdürülebilirlik, yenilikçi ve çevreci ürünler, kalite kontrol, satış ve toplumsal gelişmeye katkı olarak belirlenmiştir.



Arçelik A.Ş. işletmesinin uygulamış olduğu KSS faaliyetleri neticesinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Çevre ve enerji yönetimi kapsamında, ISO 50001 Enerji yönetim sistemi belgesi, sınıfının en yüksek enerji verimliliği ve dünya'nın en düşük enerji tüketimi ile (A+++ -%20) No-Frost Kombi Buzdolabı, (A++ -%45) Ankastre Fırın ve (A++ -%45) Smart Televizyon üretimi gibi işletmenin performansını pozitif yönde artıracak teşviklere imza atılmaktadır. Tedarik zincirinde sürdürülebilirliği sağlama kapsamında, direkt malzeme satın alımlarının büyük bir bölümü (%47,9) yurt içerisinden sağlanmaktadır. Arçelik Tedarikçi Karbon Ayak İzi Projesi ile tedarikçilerinin faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı salınım miktarları hesaplanmakta ve bu her yıl periyodik olarak azalması planlanmaktadır. Özellikle tedarikçilerinde paketleme sürecindeki optimizasyon çalışmaları ile kağıt tüketimi % 20 azalmıştır. Sosyal faaliyetler kapsamında ise “Arçelik A.Ş ile Eğitimde Gönül Birliği” programı, “Ülkem için Kan Veriyorum” ve “Meslek Lisesi, Memleket Meselesi” projeleri ile toplumsal sorunlara çözüm üretmeye çalışılmaktadır. Alışveriş merkezlerinde tüketiciler arasındaki araştırmada “En Beğenilen ve tercih Edinilen Perakende Markası” unvanına layık görülmüştür. Ayrıca 2015 yılı itibarıyla Arçelik A.Ş.’nin uluslararası platformda yer alan markası Beko, FC Barcelona ile dört yıllık bir ortaklığa imza atmışlardır. Bu anlaşma kapsamında Beko markası Barcelona'nın yeni formalarının kol kısmında antreman kitlerinin üzerinde yer alacaktır. Bu anlaşma hem Beko hem de Barcelona markaları için bir ilk durumundadır. Arçelik A.Ş. tedarik zinciri yönetimine katkı sağlayacak bu faydalı ve uygulanabilir faaliyetler vasıtasıyla paydaşları ile sosyal ve çevresel anlamda daha fazla işbirliği içerisine girmektedir.

Şişman ve Ağca (2015) Arçelik A.Ş.'nin de içinde bulunduğu elektrikli ev aletleri sektöründe bulunan üç işletmeyi Panayiotou (2009)'un tedarik zincirinde KSS'nin yeri için geliştirmiş olduğu model kapsamında incelemiştir. Buna göre Arçelik A.Ş. sürdürülebilirliğin sosyal ve çevresel boyutunu çok iyi kavramakta fakat geliştirmiş olduğu faaliyetleri genel olarak ekonomik boyut üzerine şekillendirmektedir. Çalışmada ayrıca üretim ve tedarik zinciri, kârlılık, kaynakları kullanımı, istihdam oluşturma, çalışma koşulları, çevresel etkiler, iş sağlığı ve güvenliği, insan hakları ve etik, toplumsal ilişkiler gibi tedarik zinciri konular Arçelik ile diğer işletmeler arasında karşılaştırmalı tablo halinde sunulmuştur.

## 6. İŞLETMENİN ÜRETİM AKIŞI VE TEKNOLOJİ KULLANIMI

Çalışmanın bu bölümünde, uygulamanın yapılacağı imalat fabrikası olan Arçelik A.Ş. Eskişehir Buzdolabı İşletmesinin üretim akışı ve teknoloji kullanımı hakkında bilgiler verilecektir. Bu bilgiler Buzdolabı İmalat Üretim Sorumluları ile görüşülerek ve üretim sahasında yapılan incelemeler neticesinde elde edilmiştir. Arçelik A.Ş. Eskişehir Buzdolabı İşletmesi Organize Sanayi Bölgesine kurulmuş olup 2013 yılı itibariyle yaklaşık 4,2 milyon No-Frost, Gardrop, Tezgâh Seviyesi ve tek kapılı buzdolabı üretim kapasitesi ile Avrupa ve Dünya’da lider buzdolabı üreticilerinden biridir. İşletmenin 2012 Sürdürülebilirlik Rapor’una göre Kapasite Kullanım Oranı % 83,5’tir. Bu rakam 2013 yılında % 85 olması beklenmektedir. Buna göre toplam buzdolabı üretim miktarı 3,5 milyon’u aşmaktadır. Fabrikada kesme, kaynak, birleştirme gibi mekanik üretim ve yüzey temizleme, fosfatlama, boyama, vakumlama gibi kimyasal üretim yapılmaktadır. Ampul, fan, ısıtıcılar, termostat, röle, termik, kondanser, bazı elektrik malzemeleri, kablolar gibi ilk hammadde malzemeler yerli ve yabancı yan sanayilerden temin edilmektedir. Ayrıca nihai buzdolaplarını elde etmek için sebzelikler, ön kapı, kapı rafları, saplar, yumurtalık, sebzelik, çekmece, sepet, yoğurturucu, buharlaşma kabı, filtre, buzluk gibi aksesuarlar ve karton, tel zımba, alt tabla, şerit, gibi ambalajlarda yan sanayilerden elde edilmektedir. İşletmenin yerleşim planı Şekil 8’de gösterilmektedir.



Şekil 8: Arçelik A.Ş. Yerleşim Planı

Arçelik A.Ş.'de üretim akışı montaj hatları yardımıyla Tam Zamanında Üretim sistemine göre düzenlenmiştir. Montaj hatlarında, yarı mamul stoklarını en aza indirebilmek için kanban kartları kullanılmaktadır. Bu sisteme göre, her bir iş istasyonu seri üretim siparişleri bilgisayarlı otomasyon sayesinde üretim tesislerinde faaliyet gösteren üretim planlama yöneticileri tarafından işletmenin kendisinden veya yan sanayisinden malzeme istemekte ve getirilen parçalar belirli bir stok miktarı ile montaj hattının ilgili yerlerine yerleştirilmektedir. Seri üretim hatlarında ilerleme genelde eşzamanlı olmaktadır. Eşzamanlı ilerleme, hattın tümünün durmasına ve tümünün bütün olarak ilerlemesidir. Eşzamanlı olmayan ilerleme daha esnek gözükmektedir, burada verim daha düşük olmaktadır. Malzemeler ilk olarak giriş kalite güvenceden geçmektedirler Ardından forkliftler ve transpaletler yardımıyla stok bölümüne getirilerek sisteme malzeme aktarımı yapılmaktadır. Fabrikada stok biriminden montaj atölyelerine malzeme aktarımı için paletler, konveyör sistemleri, AS/RS sistemleri ve robotlar kullanılmaktadır. İşletmede iki farklı AS/RS vardır. Birincisi, plastik fabrikasının ve yardımcı sanayinin ürünlerini stoklamada kullanılır ve 2000 konteynir/vardiya taşıma yapabilmek mümkündür. Diğeri ise, boyalı parçalar için olup 900 konteynir/vardiya taşıma yapabilmektedir. AS/RS yardımıyla

2000 farklı malzeme hatlar arasına dağıtılabilmekte ve tezgâhlar beslenebilmektedir. Bu sayede tam zamanında ve istenen miktara göre üretim gerçekleşmektedir.

Arçelik A.Ş.'de bir buzdolabını üretim akışı özetle aşağıdaki gibidir:

i. Öncelikle büyük bir saçtan buzdolabı gövdesi kesilir, ardından makineler ile ebatlama, kıvrırma ve delme işlemleri gerçekleştirilerek boyama aşamasına getirilir.

ii. Boyanacak malzemeler önce fosfat banyolarından geçirilerek yağ ve pas giderme işlemine tabi tutulur ve elektrostatik boya ile boyanır ve depolanır.

iii. Firmanın plastik bölümünde ve yan sanayilerinde basılan parçalar AS-RS sistemi ile stoklanır. Yine plastik bölümünde gövde ve kapı iç plastikleri extrüderle levha haline getirilerek ebatlanır.

iv. Hazırlanan buzdolabı gövdesi ısı yalıtımı için poliüreten tesisine getirilir. Poliüreten ile ısıl işleme tabi olan buzdolabı gövdeleri asansörler ile montaj bandına getirilir.

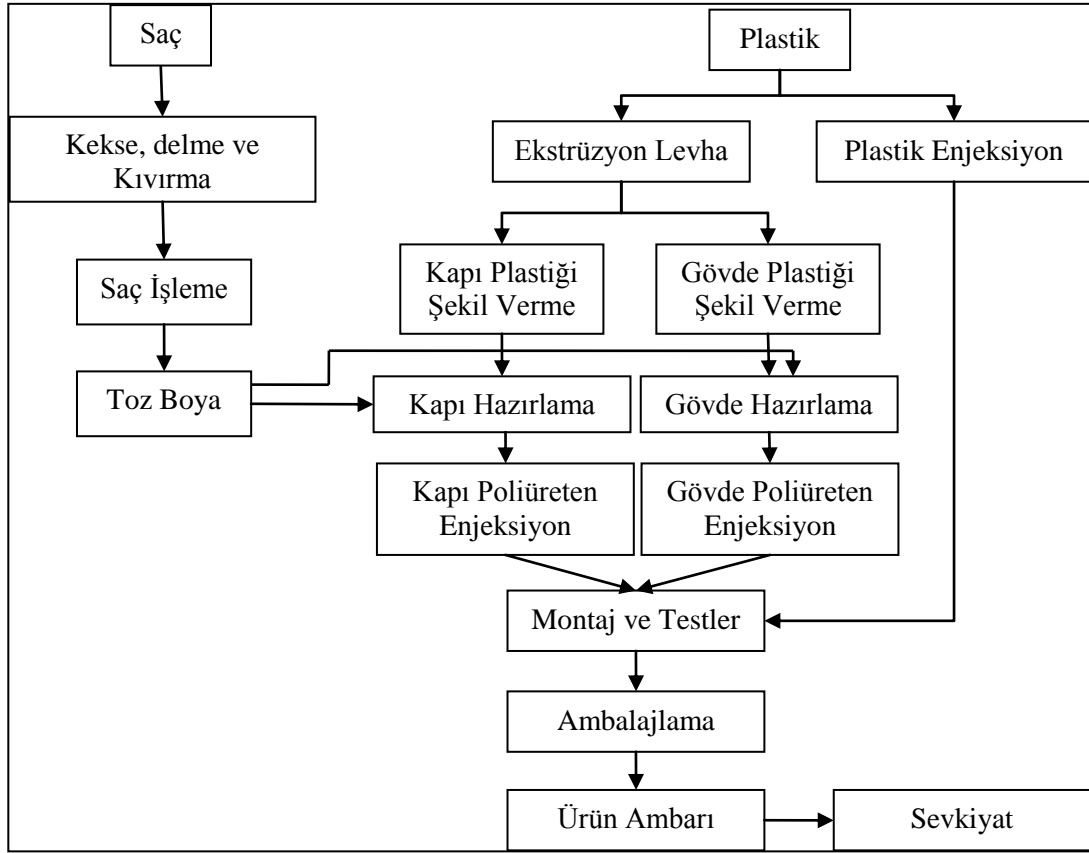
v. Isıl işlem görmüş buzdolabı gövdesi ilk kalite kontrolünden geçirilir. Bu aşamada, sertlik, kıvrımlık, uzunluk ve yalıtım testleri yapılır. Gerekli tolerans sınırları içerisinde olmayan parçalar tekrar işleme merkezlerine gönderilir ve düzeltme işlemleri yapılır.

vi. Gelen parçalar iş istasyonlarının isteklerine ve buzdolabı gövdesi modeline göre çeşitli montaj hatlarına gönderilir.

vii. İşletmenin kendisinin ürettiği veya yan sanayiden temin ettiği parçalar montaj hattının belirli noktalarına önceden yerleştirilmiştir. Çalışanlar bu parçaları sırası ile gövdeye monte etmekte ve her işlem sonunda kalite kontrol testleri gerçekleşmektedir.

viii. Montajı tamamlanan buzdolabı kalite kontrol istasyonlarından son olarak kontrol edilir ve gerekli analizler yapılır. Daha sonra karton ambalajlara yerleştirilerek sevkiyata hazır hale getirilir.

İşletmenin buzdolabı üretimi ile ilgili iş akış şeması Şekil 9'da şema halinde verilmiştir.



Şekil 9: Arçelik A.Ş. Buzdolabı Üretimi İş Akış Şeması

Buzdolabı üretimi 7 süreç ile tamamlanmaktadır. Bunlar; Sac Hazırlama (Mekanik Süreç), Boyama, Termoform, Poliüreten, Plastik Enjeksiyon (Plastik Parça Üretimi), Extrüzyon (Plastik Levha Hazırlama) ve Montajdır.

İşletmede malzeme gereksinimleri MRP (Malzeme İhtiyaç Planlaması) ile belirlenmektedir. Ayrıca bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar destekli imalat ve esnek üretim sistemleri de üretim ve planlamaya dönük kullanılan teknolojilerdir. Yalın üretim sistemlerine yönelik olarak katılımcı yönetim, kalite çemberleri, çalışanın montaj bandına müdahalesi gibi uygulamalarda kullanılmaktadır.

## 7. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Matematiksel programlama tekniklerinin ekonomik karar problemlerine uygulanması veya dönüştürülmesi doğrusal programlama modelleri aracılığı ile yapılabilmektedir. Doğrusal programlama modelleri, optimizasyon temeline dayanan karar modellerinin bir türüdür (Zimmermann, 1992: 248). Doğrusal programlama, modelin ideal (optimum) kılınması ve kısıtlayıcıların doğrusal fonksiyonlar ile ele alınmasına dayanmaktadır. Amaç fonksiyonunun ideal kılınması ise mevcut kısıtlayıcılar altında amaca en iyi şekilde ulaşılmasının sağlanmasıdır. Doğrusal programlama modelinde amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılar matematiksel eşitlik ve eşitsizlikler yardımıyla doğrusal fonksiyonlar ile formüle edilmektedir (Başkaya, 2011: 158).

Yöneylem araştırmasında en yaygın kullanılan araçlardan biri olan doğrusal programlama ekonomi, işletme, muhasebe gibi sosyal bilimler alanında da olmak üzere geniş bir uygulama alanına sahiptir. Çünkü kıt kaynakların etkin kullanımında, işletmenin karşılaştığı darboğazların giderilmesinde ve bunların kazanç veya kayıp fiyatlarının belirlenmesinde en uygun politikaların saptanmasında doğrusal programlama kullanılmaktadır. Kâr veya satış hâsılatı maksimizasyonu, maliyet minimizasyonu ve atık miktarı minimizasyonu gibi uç değerler ile ifade edilen ekonomik kararlar doğrusal programlamanın amaçları olarak belirlenebilmektedir. Ayrıca oluşturulan modelde işletmenin bazı faaliyetlerini sınırlayan kısıtlayıcılar da bulunmaktadır. İşletmenin işgücü kapasitesi, üretim kapasitesi, aylık/yıllık üretim miktarı veya kullanabileceği bütçe işletmenin ekonomik kısıtlayıcıları arasında sayılabilmektedir (Öztürk, 2009: 38).

Doğrusal programlama modellerinin biçimsel yapısını amaç fonksiyonu, kısıtlayıcılar ve değişkenlerin negatif olmama şartı oluşturmaktadır. Tipik bir doğrusal programlama problemi aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

### **Amaç fonksiyonu:**

$$\text{Enb (Enk) } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n$$

**Kısıtlayıcılar:**

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n (\leq \geq) b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n (\leq \geq) b_2$$

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n (\leq \geq) b_n$$

**Negatif olmama şartı:**

$$X_1, X_2, \dots, X_n \geq 0$$

Maksimum veya minimum yapılması istenen fonksiyona amaç fonksiyonu adı verilmektedir ve  $Z$  ile gösterilmektedir. Modelin amaç fonksiyonunda yer alan  $c$  katsayılar vektörünü ve  $x$  değişkenler vektörünü temsil etmektedir. Kısıtlarda yer alan  $a$  kısıtlayıcıların katsayısını ve  $b$  ise sağ taraf sabitini ifade etmektedir.

**8. BULANIK MANTIK VE OLABİLİRSEL DOĞRUSAL PROGRAMLAMA**

Belirsiz ve kesin olmayan bilginin çok fazla olduğu karmaşık sistemlerde, matematik bilimi problemlerin modellenmesinde ve çözümünde yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden belirsizlik ile başa çıkabilen ve bilim insanları tarafından en yaygın kullanılan yaklaşım olasılık teorileridir. Olasılık teorilerinin en temel özelliği herkes tarafından anlaşılabilen kesin sınırlarının olmasıdır. Örneğin, masanın üzerinde duran bir meyve ya elmadır ya da elma değildir. Bahçede duran hayvan ya dişidir ya da erkektir. İnsanların üzerine giydiği elbise ya siyahtır ya da beyazdır. Örneklerde görüldüğü gibi, sınırları kesin olarak çizilen bazı bilgilerin sunumu esnasında olasılıktan yararlanılmaktadır (Lai, 1991: 1). Fakat sadece iki seçenek etrafında örnekleyemeyeceğimiz ve belirsizlik düzeyini belirleyemediğimiz pek çok problem türü bulunmaktadır. Örneğin, servisin iyiliği, suyun sıcaklığı, fotoğrafın çekilme mesafesi, arabanın hızı, kişinin güzelliği gibi kavramlar günlük konuşma dilinde tam anlamı ile bir şeyler ifade etmek olanaksızdır. Bu nedenler bu gibi durumların olduğu problemlerde kelimelerin ifade ettiği anlamı modelleyebilmek için bulanık mantık ve olabirsel yaklaşımlardan yararlanılmaktadır (Başkaya, 2011:

16). Çalışmanın bu bölümünde bulanık mantığın temel bazı özellikleri, bulanık küme ve bulanık sayılardan bahsedilecektir. Ardından bulanık doğrusal programlamanın devamı niteliği taşıyan olabilsel doğrusal programlama (Possibilistic Linear Programming) hakkında bilgi verilecektir.

## 8.1. BULANIK MANTIK

Bulanık kelimesi genel olarak kesinlikle ayırt edilemeyen, belirsiz, akıl karıştırıcı gibi sözcükler ile ifade edilmektedir. Bulanıklık, incelenen bir konuda eksik veya belirsiz bilginin varlığından dolayı onu inceleyene kişinin kafasında kesin veya tam bilginin oluşmaması durumudur. Mantık ise, herhangi bir konuda karar vermeden önce kişilerin kullandığı araçların bir bölümüdür. Mantık, karar verme esnasında akıl, zihin, düşünce, olay gibi koşullar göz önünde bulundurularak açık ve anlaşılır cümleler kurulabilmesi için kelimelerin bir araya getirilmesine yardımcı olmaktadır (Çüçen, 1999: 16). Mantık dilinde bir elektrik devresi örneğindeki gibi açık veya kapalı olarak ifade edilebilir. Fakat her durum için bu ifadeler yetersiz kalabilmektedir. Kesin olmayan veya yetersiz bilginin bulunduğu durumlarda probleme ilişkin karar verme esnasında bulanık mantıktan yararlanılmaktadır. Bulanık mantık, insanların yaklaşık karar vermelerine yardımcı olan bir metottur. Bulanık mantıkta tüm kararlar kesin değildir ve yaklaşık olarak ifade edilmektedir.

Bulanık mantık metodu ilk kez Bilgi ve Kontrol Dergisi'nde Azeri bilim insanı Lotfi A. Zadeh tarafından 1965 yılında ortaya atılmıştır. Bulanık mantıkta hiç bir şey kesin değildir. Her an değişen durumlar karşısında farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Örneğin, bir restoranda sunulan servisin kalitesine göre, garsonun bahşişi belirlenebilir. Bir bayanın kıyafet tercihi onu gören erkeğin gözünde güzelliğini değiştirebilmektedir. Suyun sıcaklığının ne kadar olması istendiğinde sıcak ve soğuk su muslukları ona göre ayarlanabilmektedir. Yukarıda verilen örneklerde olduğu gibi bir sistemin işleyebilmesi için birden fazla seçenek bulunmaktadır. Bulanık mantığın temel bazı özellikleri bulunmaktadır (Zadeh, 1995: 89).

- Bulanık mantıkta yaklaşık karar verme durumu söz konusudur.



- Bulanık mantıkta her ifade matematiksel olarak  $[0,1]$  arasında derecelendirilmektedir.
- Bulanık mantıkta kullanılacak olan bilgi çok, çok az, çok büyük, yakın gibi nitel ifadeler ile mümkün olmaktadır.
- Bulanık mantık çözümü zor elde edilebilecek matematiksel modeller için kullanılmaktadır.
- Bulanık mantığın anlaşılması oldukça kolaydır ve esneklik özelliği ile farklı sonuçlar elde edilebilmektedir.
- Bulanık mantık belirsiz önermeler ile yaklaşık olarak akıl yürütme yapabilmesi için karar vericiye bir altyapı oluşturmaktadır.

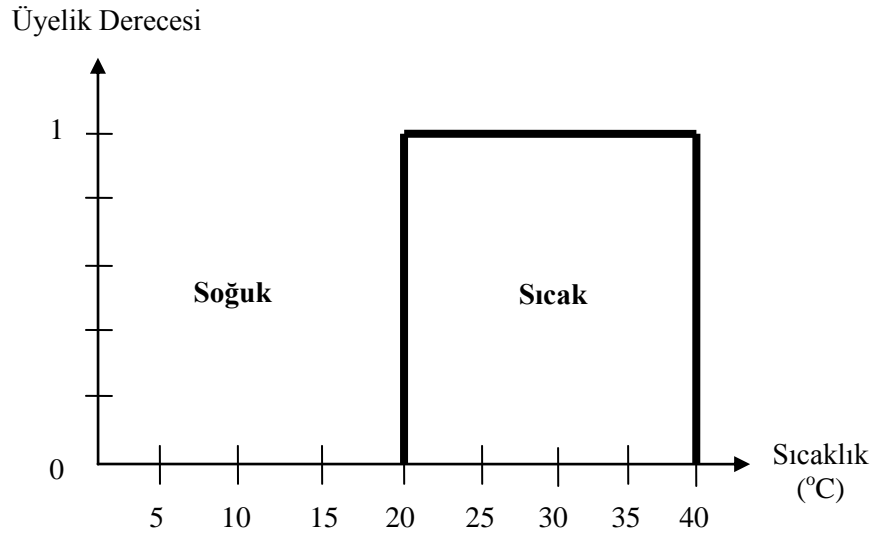
Klasik mantık ile bulanık mantık arasında temel farklardan biri doğruluğun ne anlamada geldiğidir. Klasik mantıkta su sıcak veya soğuk olabilirken, bulanık mantıkta sıcak veya soğuk derecelendirilerek ölçülmektedir. Tam sıcak 1 ve tam soğuk 0 ile ifade edilmektedir. Sıcaklık; “çok soğuk”, “soğuk”, “orta sıcak”, “sıcak” ve “çok sıcak” gibi sözcükler ile değeri ifade edilebilen bir nitel değişken durumuna dönüşmüştür. Sıcaklık değişkeni, belli aralıktaki dereceler arasında değişim göstererek bulanık kümeler ile ifade edilebilmektedir.

### **8.1.1. Bulanık Küme**

Uzmanlar ile yapılan görüşmeler ve toplumun algılarından sağlanan belirsiz veriler bulanık veriler olarak adlandırılmaktadır. Bu tür veriler genellikle nitel formda ifade edilmekte ve kişiler arası farklılık göstermektedir. Bulanık verilerin klasik verilerden en temel farkı nesnelere arasında kesinliğin olmamasıdır. Bulanık verilerin matematiksel olarak modellenmesi ise ancak bulanık küme teorileri ile mümkün olmaktadır (Nguyen, 2006: 13). Bulanık küme olarak ta adlandırılan bulanık küme teorisi, bulanık mantığın daha genel bir halidir ve işlem yapmayı kolaylaştırmaktadır.

Bulanık kümelerin genel yapısını anlayabilmek için öncelikli olarak bir kümenin içinde, dışında ve arasında durumlarını içeren basit bir mantık

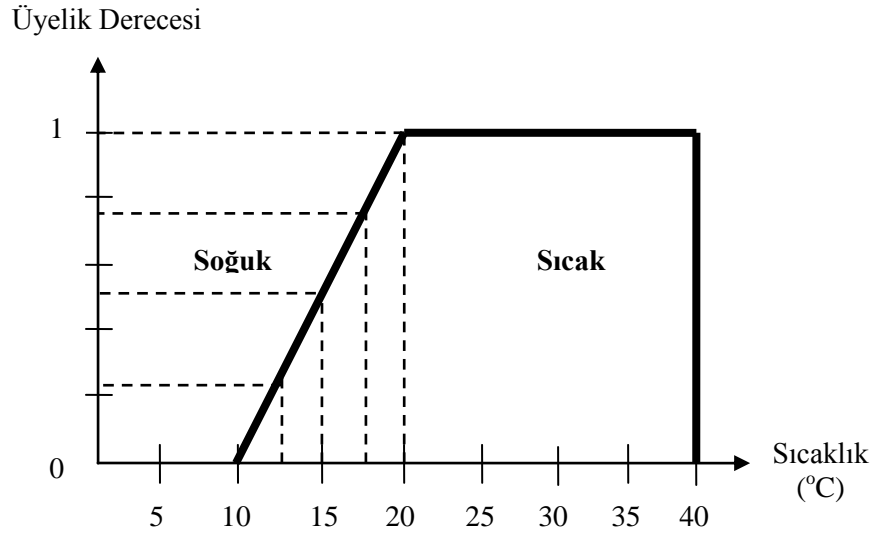
düşünülebilir. Kümede 1 üyelik değeri kümenin tamamıyla içinde, 0 üyelik değeri kümenin tamamıyla dışında ve 0.5 üyelik değeri ise kümenin ne içinde ne de dışında olduğu durumlar için gösterilmektedir. Bunun gibi üç değerli basit bulanık kümelerin haricinde 5 veya 7 değerli bulanık kümelerin kullanımı da olabilmektedir. Klasik ve bulanık kümelerin bir arada görülebileceği basit bir örnek Şekil 10 ve Şekil 11’de gösterilmektedir. Örneğin, klasik mantığa göre sıcaklık  $25^{\circ}\text{C}$ ’nin altına düştüğünde soğuk olduğu düşünölsün. O zaman  $19.4^{\circ}\text{C}$  soğuk olarak nitelendirilecektir. Bu durumda kesin bir yargı bulunmaktadır.



Şekil 10: Klasik Soğuk ve Sıcak Kümelerin Üyelik Fonksiyonu

**Kaynak:** Başkaya, 2011: 66

Bulanık kümelerde ise sıcak-soğuk gibi kesinlik içeren klasik kümelerdekinin aksine 0 ile 1 arasında değişen üyelik değerleri bulunmaktadır. Bu sayede kavramlar insanların kullandığı doğal konuşma diline dönüşmektedir.



Şekil 11: Bulanık Sıcak Kümesinin Üyelik Fonksiyonu

**Kaynak:** Başkaya, 2011: 66

Şekil 11’de görüldüğü gibi 10-40° C arasında sıcaklık değerleri sıcak kümesinin üyeleridir. 20° C ile 40° C arasındaki sıcaklık değerlerinin bulunduğu kümenin üyelik derecesi 1’dir. 10-20° C arasında ise sıcaklığın üyelik derecesi 0 ile 1 arasında değişmektedir. Gerçek hayatta, bu dereceler arasında az sıcak, biraz sıcak, gibi ifadeler kullanılabilir. 15° C’nin üyelik derecesi 0.5 olarak görülmektedir. Bu durum o derecenin hem sıcak hem de soğuk bulanık kümesine yarı yarıya üye olduğunu göstermektedir. 10° C sıcaklık değeri ise sıcak kümesi için 0 üyelik derecesine sahiptir. Yani, sıcak kümesinde en değersiz derece 10° C’dir denilebilmektedir.

Bulanık kümelerde klasik kümelerde olduğu gibi geleneksel işlemler de yapılabilmektedir (Gottwald, 2008: 213). Bu işlemler; birleşim, kesişim, tamamlama, çarpım, dağılma gibi matematiksel işlemlerdir. Bulanık küme işlemlerini tanımlamak için  $\tilde{A}$  ve  $\tilde{B}$ , E uzayında tanımlı iki bulanık küme olsun. Bu kümeye ait bir x elemanı için işlemler şu şekilde yapılmaktadır.

$$\text{Birleşim} \quad \mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \vee \mu_{\tilde{B}}(x) = \text{enb}\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} \quad (1)$$

$$\text{Kesişim} \quad \mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(x) = \text{enk}\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} \quad (2)$$

$$\text{Tamamlama } \mu_{\tilde{A}^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) \quad (3)$$

$\tilde{A}$  bulanık kümesinin üyelik dereceleri  $\alpha$ ' ya eşit veya daha büyük elemanlarından oluştuğu durumlarda, oluşan bu kümeye  $\alpha$ -kesim kümesi denilmekte ve  $\tilde{A} = \{x | \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha, x \in E\}$  ile gösterilmektedir (Lai ve Hwang, 1992: 21).  $\alpha$  değeri 0 ile 1 arasında rasyonel sayılar almakta ve  $\mu(x)$  üyelik fonksiyonu için bir değer ifade etmektedir. Bir  $\alpha$ -kesimi fonksiyon değerlerine karşılık gelen üyelik derecesini işaretlemektedir. Klasik bulanık sayı aralığı belirleme işlemlerinde olduğu gibi  $\alpha$ -kesim aralığı işlemleri ile toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri yapılabilmektedir (Kabak, 2008: 65-71).

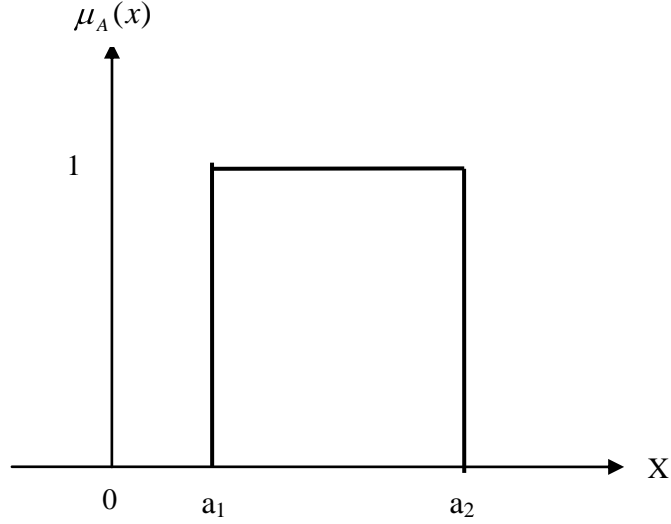
Bulanık küme teorisi karmaşık sistemlerin çözümünde kullanılan çok etkili karar verme araçlarında biri durumundadır. Her ne kadar felsefenin rasyonelliği ve felsefesi tartışma konusu olsa da birçok matematiksel modelin üstesinden geldiği de yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Bu açıdan bulanık küme teorisi pek çok problemin çözümünde kullanılmaktadır. Örneğin Japonya'da üretim planlama ve kontrol ve diğer endüstriyel problemlerinin çözümünde kullanılan en popüler araç bulanık küme teorisidir (Lai, 1991: 21).

### 8.1.2. Bulanık Sayılar

Bulanık kümeler, daha öncede ifade edildiği gibi kesin olarak bilinemeyen kişisel görüşlerin sayısallaştırılarak bulanık sayılar ile ifade edilmesiyle oluşmaktadır. Bir  $\tilde{A}$  bulanık kümesi içerisinde bulunan  $\tilde{a}$  sayısının bulanık bir sayı olabilmesi için bazı koşulların yerine gelmesi gerekmektedir (Başkaya, 2011: 121). Kümenin en büyük üyelik derecesi 1, üyelik derecesi 1'e eşit olan en az bir eleman, küme dış bükey (konveks) ve üyelik fonksiyonunu gösteren  $\mu_A(x)$  parçalı ve sürekli bir fonksiyon olmasıdır.

Bulanık sayılar, bir bulanık küme içerisinde tanımlanan bulanık bir aralık ile ifade edilmektedir. Örneğin bir aralık  $A = [a_1, a_2]$ ,  $a_1 < a_2$  biçiminde gösterildiğinde bir tür küme oluşmakta ve söz konusu aralık bir üyelik fonksiyonu ile ifade

edilmektedir. A kümesinin aralığını tanımlayan üyelik fonksiyonu Şekil 12’de görülmektedir. Bulanık aralık  $a_1$  ve  $a_2$  gibi iki sınır noktasına ve  $a_3$  gibi en yüksek üyelik derecesine sahip olup  $[a_1, a_3, a_2]$  olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 12:  $A = [a_1, a_2]$  Aralığı

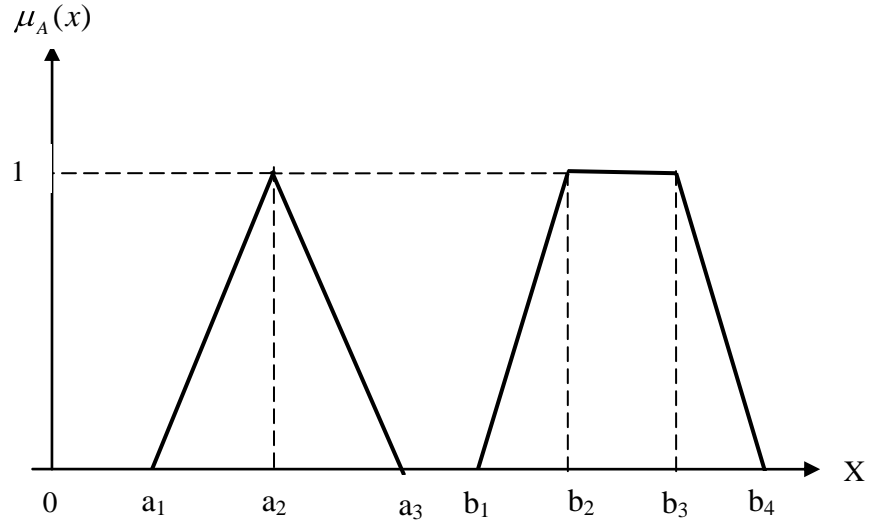
$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{Eğer } x \leq a_1 \\ 1 & \text{Eğer } a_1 \leq x \leq a_2 \\ 0 & \text{Eğer } x \geq a_3 \end{cases}$$

$\tilde{A}$  bulanık kümesine ait üyelik fonksiyonların matematiksel olarak gösterimi yukarıda görüldüğü gibi olmaktadır. Bu örnekte tekil üyelik derecesine sahip bir üyelik fonksiyonu aralığı gösterilmektedir.

Üyelik fonksiyonları, 0 ile 1 arasında değerler alan fonksiyonlar ile modellenmektedir. Bulanık bir küme içerisinde verilen noktaların farklı üyelik dereceleri üyelik fonksiyonları ile gösterilmektedir. Üyelik fonksiyonlarının en çok kullanılanları üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonlarıdır. Üçgen bir üyelik fonksiyonu üç sayı ve yamuk bir üyelik fonksiyonu dört sayı ile tanımlanmaktadır. Üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonlarının gösterimi Şekil 13’te görüldüğü gibi olmaktadır.  $\tilde{A}$  bulanık kümesinin  $x$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  ve  $a_3$  elemanları bulunsun. Eğer fonksiyon

yamuk üyelik fonksiyonuna sahip ise kümenin  $x$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  ve  $b_4$  elemanları olmaktadır.  $[b_2, b_3]$  aralığında üyelik derecesi 1 olmaktadır.

$$\mu_{\tilde{A}}(x; a_1, a_2, a_3) = \begin{cases} \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & \text{Eğer } a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1 & \text{Eğer } x = a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2} & \text{Eğer } a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & \text{d.d.} \end{cases}$$



Şekil 13: Üçgen ve Yamuk Bulanık Üyelik Fonksiyonları

Toplama, çıkarma, çarpma ve bölme cebirsel işlemleri her iki tip bulanık sayılar için hesaplanabilmektedir.  $\tilde{A}$  ve  $\tilde{B}$  iki bulanık sayılarının toplamları, farkları ve çarpımlarından oluşan üyelik fonksiyonları:

$$\mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x), \quad \forall x \in X \quad (4)$$

$$\mu_{A-B}(x) = |\mu_A(x) - \mu_B(x)|, \quad \forall x \in X \quad (5)$$

$$\mu_{A*B}(x) = \mu_A(x) * \mu_B(x), \quad \forall x \in X \quad (6)$$

şeklinde olmaktadır.

## 8.2. OLABİLİRSEL DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Klasik matematiksel karar modelleri, uygun kararlar kümesini sınırlayan kısıtlayıcıların ve ilgili verilerin bilindiği, amaç fonksiyonunun kesin bir şekilde tanımlandığı karar modelleridir. Bir bulanık karar problemi ise bulanık amaç ve bulanık kısıtlayıcılar kendi üyelik fonksiyonları tarafından belirlenmektedir. Bulanık bir karar probleminde farklı olan amaç fonksiyonu, kısıtlayıcılar ve parametrelerin belirsiz olması ve kesin bir şekilde ifade edilememesidir (Başkaya, 2011: 151).

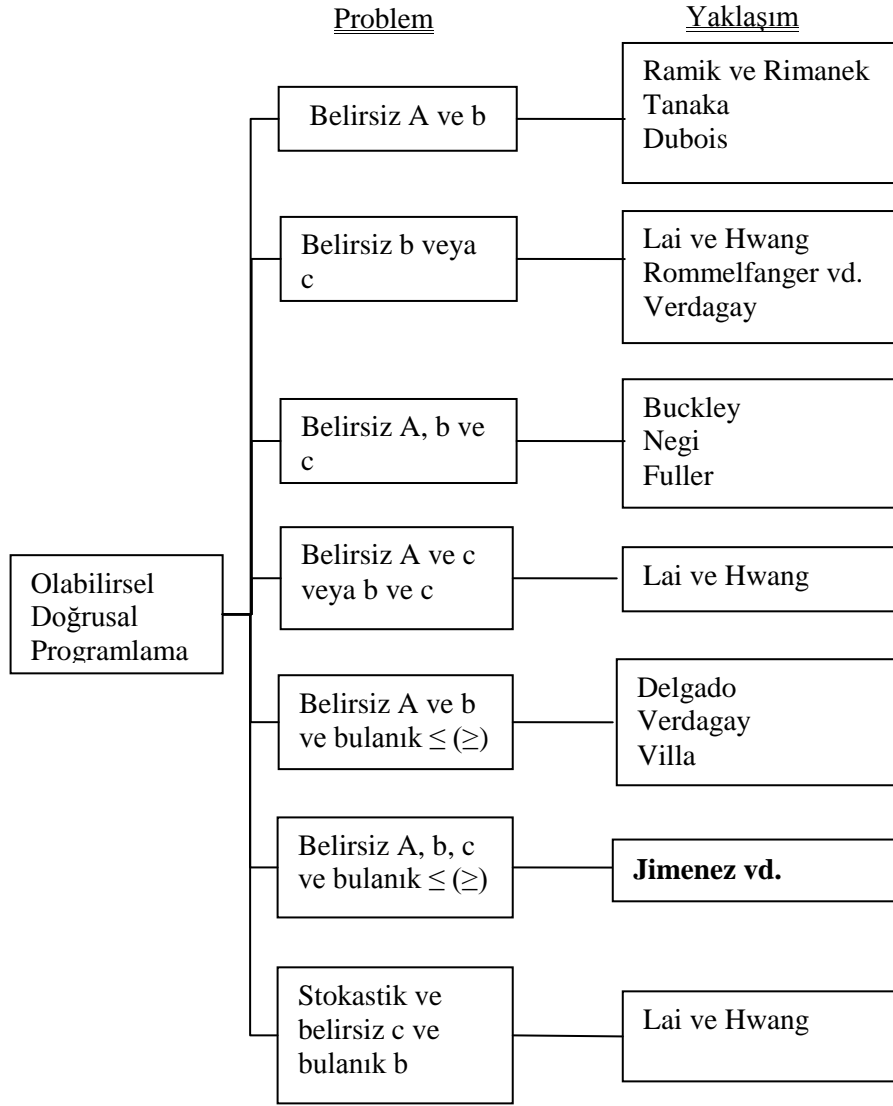
Klasik doğrusal programlama modelleri deterministik modellerdir. Modelin tüm sınırları ve parametreleri kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır. Fakat bir doğrusal programlama ile verilecek olan kararın bulanık bir ortamda gerçekleşmesi söz konusu olduğunda modelde bir takım değişiklikler yapma gereği ortaya çıkmaktadır (Zimmermann, 1992: 248). Bulanık programlamada kullanılan bir karar süreci klasik doğrusal programlama modellerinde olduğu gibi tüm verilerin belirli ve kesin olduğu durumlar yerine, kaynak değişkenlerinin, amacın veya kısıtlayıcıların bulanık olabildiği durumlarda kullanılmaktadır. Örneğin, bir üretim tesis için gerekenler tedarikçilerden, rakiplerden, öngörülemeyen faktörlerden veya çevreden kaynaklanan belirsizlikler nedeniyle kesin olarak belirlenememektedir. Bu gibi durumlarda bulanık küme teorisini temel alan bulanık karar verme süreci kullanılmalıdır (Vasant vd., 2005). Bulanık küme teorisinde yaklaşık sonuçlar, amaç ve kısıtlayıcılar en üst düzeyde tatmin edilmesi söz konusu olduğundan karar vericiye esneklik ve tolerans sağlaması mümkün hale gelmektedir.

Birçok karar probleminde faaliyetlerin uygunluğunun test edilmesi ve en uygun sonuçların bulunması çoğu durumda tek bir amaç fonksiyonu kullanılarak yapılmamaktadır. Bu durumda karşımıza matematiksel programlama modelinde verilen kısıtlar altında birden fazla amacı en iyilemeye çalışan çok amaçlı karar verme problemleri çıkmaktadır. Problemin matematiksel modelinde birden fazla amaç fonksiyonu yer almaktadır. Çok amaçlı matematiksel modellerde, verilen kısıtlamalar altında bütün amaç fonksiyonlarının aynı anda en iyi değeri aldığı nokta ideal (optimum) nokta olarak adlandırılmaktadır (Budak, 2012: 45).

1950 yıllarından sonra olabirsel dağılımlara sahip karar problemleri için stokastik programlama yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle stok yönetiminde, bakım yönetiminde, mikro ekonomi, banka ve finans problemlerinde stokastik yöntemler sıklıkla ele alınmaktadır. Fakat son 10 yılda geliştirilen teoremler ve uygulamalar nedeniyle stokastik programlama yaklaşımları problemlerin çözümünde yetersiz kalmaya başlamıştır. Bunun nedenleri, hesaplamalarda yaşanan verimsizlikler ve karar vericinin belirsiz parametreleri modele uygun şekilde yansıtamamasıdır. Pratikte, yaygın olarak kullanılan bir olasılık dağılımı ile çıkan sonuçlar karar vericinin düşüncesiyle çelişmekte ve doğru sonuçların bulunmasını engellemektedir. Bu tür problemlerin üstesinden gelebilmek için olabirsel karar yaklaşımları kullanılmaya başlanmıştır. Olabirsel Doğrusal Programlama (ODP) yöntemleri ile doğrusal programlama modelleri belirsiz parametreler altında kolaylıkla çözülebilmektedir. ODP, Stokastik programlama modellerinden farklı olarak daha hassas sonuçlar vermekte, hesaplama kolaylığı sağlamakta ve esnek çözümler üretebilmektedir (Wang, 1997). Lai ve Hwang (1991)'de Şekil 14 yardımıyla, ODP problemlerinde amaç fonksiyonu  $Z$ , sağ taraf sabiti  $b$ , amaç fonksiyonunda yer alan katsayı  $c$  ve kısıtlayıcıların katsayısı  $A$ 'nın bütün olabirsel durumların dikkate alarak bir yapı oluşturmuşlardır.

Gerçek endüstriyel problemlerde amaç fonksiyonlarının, yeni ürün veya yeni bir projenin birim fayda maliyeti, birim kredi faizleri ve nakit akışları gibi katsayıları tekil, üçgensel ve yamuksal üyelik fonksiyonları ile ifade edilmek üzere belirsiz bilgiye sahiptirler. Bazı durumlarda bu belirsiz katsayıları genel bir bulanık programlama ile formüleştirmek oldukça kolay olmaktadır. Bazı durumlarda ise, bu belirsiz katsayıların geleneksel matematiksel modeller ve teknikler ile formüleştirmek ve çözmek zorlaşmaktadır. Bu yüzden doğrusal programlama yöntemlerinin bütün özelliklerini taşıyan ODP yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler sayesinde bulanık doğrusal programlama problemleri daha etkin formüleştirmektedir, modellenmekte ve daha hassas sonuçlar verebilmektedir (Tang vd., 2001: 45).





Şekil 14: Olabilirsel Doğrusal Programlama Çözüm Yaklaşımları

**Kaynak:** Lai ve Hwang, 1991: 9

Angiz vd., (2006: 132) pek çok uygulamada olabilirsel karar verme modellerinin kullanıldığını ve araştırmacıların çalışmalarında önemli bir yer tuttuğunu ifade etmektedirler. Buna göre örneğin, Negoita vd. (1976) olabilirsel doğrusal programlama modelini kullanan ilk araştırmacılarıdır. Tanaka vd. (1984) amaç fonksiyonunu hedeflerinin önceden bilindiği ve belirsiz olduğu simetrik bir model kullanmışlardır. Inuiguchi vd. (1989) olasılık teoremi temelinde modele bulanık katsayılar ekleyerek daha esnek hale getirmiştir. Buckley (1989) yardımcı bulanık olmayan doğrusal programlama modeli elde etmek için koşullu olabilirsel dağılım ve  $\alpha$ -kesim yöntemlerini uygulamıştır. Lai ve Hwang (1992) “iyimser”,

“kötümser” ve “en uygun” kavramlarının yer aldığı yardımcı çok amaçlı doğrusal programlama modeli önermişlerdir. Inuiguchi vd. (2003) özel bazı dönüştürme formülleri ile olabirsel doğrusal programlama modellerinin doğrusal programlama modellerine dönüşebileceğinden bahsetmişlerdir. Saati vd. (2003) olabirsel doğrusal programlama problemlerini  $\alpha$ -kesim yöntemi ile çözmüşlerdir. Bu alanda daha önce geliştirilen yöntemlerin hepsini kapsayan ve en son yöntem olarak Jimenez vd. (2007) tarafından bulanık olmayan yardımcı eşdeğer model geliştirilmiştir. Bu model, kabul edilebilir en küçük esneklik derecesi ile farklı güvenilirlik düzeylerinde belirsizliğe karşı direncin değerini gösterebilmektedir. Modelde asıl modelin doğrusallığı muhafaza edilmekte, amaç fonksiyonu ve eşitsizlik halindeki kısıtların sayısında değişiklik olmamaktadır. Ayrıca beklenen değer ve beklenen aralık hesaplayarak bulanık aralık değerleri hesaplanmaktadır.

ODP problemlerinin en önemli karakteristik özelliği parametrelerin dağılım fonksiyonlarıdır. Jimenez vd. (2007) tarafından geliştirilen yöntemin haricinde yukarıda bahsedilen diğer yöntemler de eşitsizliklerin dağılım fonksiyonu ve parametrelerin belirsizliği hakkındaki bilgiler göz ardı edilmektedir. Fakat bulanık olmayan yardımcı eşdeğer model, problemin en uygun çözümü bulunana kadar belirsizliği muhafaza etmekte ve üyelik fonksiyonlarının beklenen aralıkları hesaplanmaktadır. Önerilen bu yöntem mümkün olan en yüksek memnuniyet seviyesinde amaç fonksiyonunun en iyi değerini hesaplamaktadır.

Gerçek tedarik zinciri ağı tasarım problemlerinde kesin olmayan ve sürekli değişen veriler, problemin tek bir sonuç vermesini ve karar vericilerin hassas yorumlar yapmasını engellemektedir. Firmaların ellerinde geçmişe yönelik sağlam veriler olsa bile, geleceğin dinamik bir yapı içermesinden dolayı parametreler sürekli değişken bir yapıya sahiptir. Kesin olmayan parametrelerin yol açtığı bu zor durumun üstesinden gelebilmek için karar vericiler, bulanık sayılar ile işlem yapmakta ve sonuçları olabirsel olarak yorumlamaktadırlar (Zadeh, 1978; Lai ve Hwang, 1992). Bu yaklaşımda, her bir parametrenin olasılık dağılımı vardır. Olasılık dağılımları, karar vericilerin görüşleri ile birlikte mevcut bilgiler de kullanılarak belirsiz parametrelerin ortaya çıkma ihtimalini sağlamış olmaktadır.

Belirsizlik, kesinlik içermeyen durumları karakterize etmek için kullanılan bir kavramdır. Başka bir tanıma göre, sonuçları tam olarak bilinmeyen, her kişi tarafından farklı şekilde algılanılan ve subjektif ifadeler içeren durumlara da belirsizlik denilmektedir. Toplumun her alanında karşılaşılan bir durum olan belirsizlik, çözüm aşamasında insanlara problemler oluşturmaktadır. Belirsizliğin hâkim olduğu problemlere klasik mantıkta çözüm bulmak oldukça zor olmaktadır. Bulanıklık ise bilimsel anlamda belirsizlik ile eş değerde tutulmuş ve belirsizliği ifade edebilmek maksadıyla bulanık mantık geliştirilmiştir. Bulanık mantık artık günümüzün hemen hemen her alanında kendine yer bulabilmektedir. Ekonomi, yönetim, elektronik, mukavemet, tıp, çevre, yöneylem araştırması, güvenilirlik, tedarik zinciri yönetimi gibi başlıca uygulama alanlarında bulanık mantığı görebilmek mümkündür.

Davis (1993), tedarik zinciri planlamada belirsizliği; arz belirsizliği, süreç belirsizliği ve talep belirsizliği olmak üzere üçe ayırmaktadır. Arz belirsizliği, tedarikçi performansının eksikliğinden veya hammaddenin hatalı teslim edilmesinden dolayı ortaya çıkan değişkenlikten kaynaklanmaktadır. Süreç belirsizliği, üretim merkezindeki makinelerin arızalanması neticesinde üretim sürecinin güvenilirliğinin azalması sonucu ortaya çıkmaktadır. Diğer araştırmacılara göre en önemli belirsizlik kaynağı olan talep belirsizliği ise hatalı talep tahmini, bilgi eksikliği veya değişken talep bilgilerinden dolayı ortaya çıkmaktadır. Pishvae vd. (2011), tedarik zincirinde oluşan belirsizlik kaynaklarına, teslim zamanlarında ortaya çıkan hatalar ve gecikmeleri de eklemektedir. Özellikle tersine ve kapalı döngü tedarik zinciri ağlarında geri dönen ürünlerin miktarında ve kalitesinde yüksek oranda belirsizlik oluşmaktadır.

Stratejik seviyede tedarik zincirini planlayabilmek için yukarıda bahsedilen belirsizliklerin modellenmesi gerekmektedir. Peidro vd. (2009), belirsiz parametrelerin olduğu üretim planlama modellerini ortaya çıkaran bir çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmada, belirsizlikleri modellemek için dört çeşit model kullanılmıştır. Bunlar kavramsal modeller, simülasyon modelleri, analitik modeller ve yapay zeka modelleridir. Kavramsal modeller, klasik üretim planlama modellerine belirsizliği içeren bazı parametrelerin ilave edilmesini içermektedir. Bu tür çalışmalara örnek verilecek olursa McDonald ve Karima (1997), taktiksel seviyede

tedarik zinciri üretim planlama için çok ürünlü, zaman periyotlu ve çok kademeli karma tamsayıli deterministik bir model önermişlerdir. Önerilen model taleplerin belirsiz olduğu durumlar karşısında güvenlik stoğunu devreye sokmakta ve önlemlerini almaktadır. Analitik modeller içerisinde matematiksel modeller ve stokastik modeller girmektedir. Örneğin, Lee ve Billington (1993), merkezi olmayan bir tedarik zincirinde malzeme akışının yönetimi için stokastik bir model önermişlerdir. Önerilen modelin amacı istenen hizmet seviyesinde stok miktarını en uygun seviyede tutmaktır. Escudero vd. (1999), müşteri taleplerinin, tedarik maliyetlerinin ve teslim etme zamanını belirsiz olduğu durumlarda imalat, montaj ve dağıtım kararlarının önemli olduğu tedarik zinciri tasarımını en iyi biçimde yapabilmek için senaryo temelli çok periyotlu, çok ürünlü ve çok seviyeli stokastik programlama modeli önermişlerdir. Leung vd. (2007), üretim tesisi yerleşimi kararının önemli olduğu üretim planlama problemi geliştirmişlerdir. Belirsiz müşteri taleplerinin bulunduğu problemi çözebilmek için stokastik programlama modeli önerilmiştir. Önerilen modelin test edilmesi ve etkinliğinin ölçülmesi için Hong Kong'ta bulunan bir işletme üzerinde uygulama yapılmıştır. Yapay zekâ modellerinde genetik algoritma gibi sezgisel yöntemler, oyun teorisi, bulanık yöntemler, olabirsel yöntemler ve yapay sinir ağları bulunmaktadır. Örneğin, Sakawa vd. (2001), belirsiz kapasite ve talep kısıtları altında üretim ve ulaştırma faaliyetlerinin önemli olduğu, toplam maliyeti en küçükleyen bulanık matematiksel programlama modeli önermişlerdir. Önerilen model oyun teorisi yardımıyla çözülmüştür. Chen vd. (2003), çok ürünlü, çok kademeli ve zaman periyotlu üretim-dağıtım planlama modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen modelde toplam kârı, müşteri hizmet seviyesini ve güvenlik stoğu seviyesini en büyükmek üzerine üç amaç bulunmaktadır. Çok amaçlı bulanık matematiksel modelin çözümünde bulanık küme yaklaşımında yararlanılmıştır. Kumar vd. (2006), toplam maliyetlerin ve teslim etme zamanlarının en küçüklenmesini içeren tedarik zincirinde en uygun satıcıların seçimi probleminin çözümünde bulanık hedef programlama yaklaşımı önermişlerdir. Lim vd. (2006), bozulmaların, tamir etme sürelerinin ve bekleme sürelerinin belirsiz olduğu tedarik zincirinde dağıtım planlaması problemini çözebilmek için toplam maliyetlerin en küçüklenmesi ve müşteri memnuniyetinin en büyükmesi amacıyla genetik algoritma ve benzetim modellerinin birlikte yer aldığı bütünleşik bir

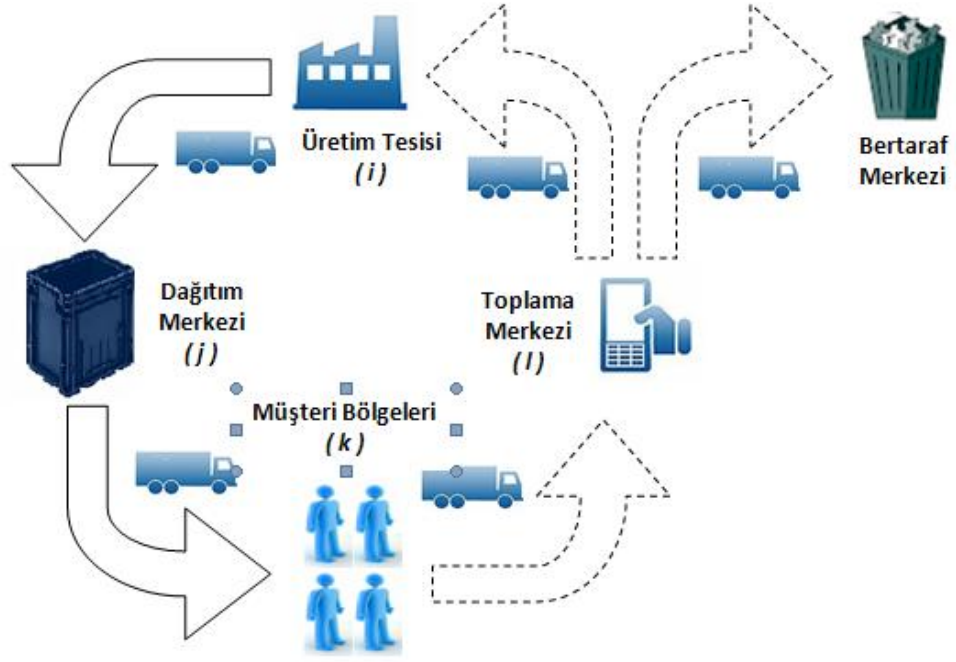
yaklaşım önermişlerdir. Simülasyon modelleri ise gerçek verilerin bulunamadığı durumlarda gerçek olaya benzetmek maksadıyla oluşturulan modellerdir. Bu çalışmalara örnek olarak Minegishi ve Thiel (2000) gıda sektöründe, sistem dinamiklerinin tedarik zinciri performansında bilginin gelişimine hangi düzeyde katkıda bulunacağını belirlemek amacıyla simülasyon yöntemini kullanmışlardır. Benzer bir şekilde Beamon ve Chen (2001) hangi stratejik ve operasyonel faktörlerin tedarik zincirinin çalışmasında ve performansında daha etkili olduğunu araştırmak için simülasyonu kullanmışlardır. Dahası, faktörler arası ilişkide incelenmiştir. Sonuçta ise, stok dışı kalma riski, talep olasılık dağılımı ve ulaştırma zamanları tedarik zincirinin etkinliğinin belirlenmesinde en önemli faktörler olduğu ortaya çıkmıştır. Zhao ve Xie (2002), müşteri talep bilgilerinin belirsiz olduğu tedarik zincirinde en uygun tahminleme modelinin seçiminin üyeler arasındaki bilgi alış verişi değerine etkisinin belirlenmesinde benzetim yaklaşımını kullanmışlardır. Çalışmada tahminleme hatasının tedarikçilerin toplam maliyetleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Chiang ve Feng (2007) farklı senaryo tipleri altında taleplerde oluşan hareketliliğin etkisiyle arz belirsizliğinin bilgi paylaşımına etkisi üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada imalatçı ve birbirinden bağımsız iki perakendeci bulunmaktadır. Benzetim modeli yaklaşımı ile nitel değerlerin etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmalara bakıldığında, belirsizliğin amaç fonksiyonlarında ve kısıtlarda tespit edildikten sonra bulanık mantık ve olabirsel yöntemler problemleri modelleyebilmek için etkin olarak kullanıldığı görülmüştür.

## **9. PROBLEMİN MODELİ**

Çalışmada Kapalı Döngü Tedarik Zinciri (KDTZ) ağı modeli gerçek bir imalat tesisi olan Arçelik A.Ş. Eskişehir buzdolabı üretim tesisi üzerinde ele alınmaktadır. İşletmenin buzdolabı üretim tesisi bir adet olup ve yaklaşık yılda 4,2 milyon üretim kapasitesine sahiptir. İşletmenin KKTC’de bir adet olmak üzere toplamda 11 adet dağıtım merkezi bulunmaktadır. Bu dağıtım merkezleri sadece üretim tesisinden gelen ürünlerin depolandığı yerler değil aynı zamanda müşterilerden dönen ürünlerin de toplandığı yerler olarak belirlenmiştir. Fakat her dağıtım merkezi toplama merkezi olarak kullanılmak zorunda değildir. Çalışmada

sadece yurt içi tedarik zinciri yapısı ele alınacak olup, her bir ilde bulunan müşteriler (mağazalar, bayiler vs.) bir araya getirilerek bulunduğu ilin müşteri bölgesi oluşturulmuştur.

Önerilen modelde birden fazla üretim tesisleri, yeniden imalat tesisleri, dağıtım merkezleri, talep (müşteri) noktaları, geri dönen ürünleri toplama merkezleri ve bertaraf merkezleri yer alacaktır. Üretim tesislerinde yeni ürünler üretilebileceği gibi, müşterilerden geri dönen ürünler de yeniden işlenerek pazara sunulabilecektir. Farklı üretim tesislerinde üretilen ürünler bir veya daha fazla dağıtım merkezi kanalıyla müşterilere ulaştırılmaktadır. Dağıtım merkezleri, üretim tesislerinden gelen ürünlerin daha düşük ulaştırma maliyeti ile müşterilere gönderilmesinden sorumludur. Müşterilerin yerleri sabit ve önceden belirlenmiştir. Ayrıca müşterilerin bütün talepleri karşılanacaktır. Müşterilerden geri dönen ürünler toplama merkezlerine gönderilecektir. Toplama merkezlerinin, müşterilerin kullandığı ürünleri toplama, toplanan ürünlerin yeniden işleme tabi tutulup tutulmayacağını kontrol etme, yeniden işlenecek ürünleri üretim tesislerine gönderme, teknolojik ve ekonomik sebeplerden dolayı yeniden işlenemez durumda olan ürünleri de bertaraf etme merkezine gönderme görev ve sorumluluğu vardır. Üretim ve dağıtım merkezleri kapasiteli olup kurulması istenen alternatif bölgeler bulunmaktadır. Önerilen model sayesinde, ürün akışlarının gerçekleşeceği tesislerin yerleri ve sayıları belirlenmiş olacaktır. Ayrıca tesisler arası akışında dengelenmesi beklenmektedir. Şekil 15’de uygulamanın yapılacağı işletmenin örnek çok kademeli kapalı döngü tedarik zinciri ağı gösterilmiştir.



Şekil 15: Kapalı Döngü Tedarik Zinciri Ağı

Çalışmanın kavramsal modeli geliştirilirken yukarıdaki şekil dikkate alınmıştır. Ağın farklı aşamaları arasındaki ilişkiler bu yapıya göre oluşturulmuştur. Böylece problem alanının analiz edilerek elde edilen sonuçların sistemi yansıtması beklenmektedir.

#### 9.1. MODELİN VARSAYIMLARI

Problemin varsayımları şu şekildedir:

- KDTZ ağı boyunca birden çok ürün üretilecek ve dağıtılacaktır.
- Problem tek periyotta tasarlanmıştır.
- Geri dönen ürünlerin tamamı toplama merkezlerinde toplanacaktır.
- Talep merkezlerinin yerleri sabittir.
- Müşterilerin talepleri bilinmektedir.

- Müşteriler taleplerini karşılayabilmeleri için birden çok dağıtım merkezinden yararlanabilir.
- Dağıtım merkezleri üretim tesislerinden gelen ürünlerin ilk karşılandığı merkezlerdir.
- Üretim tesisleri, dağıtım merkezleri ve toplama merkezleri için sabit açılış maliyetleri olan alternatif bölgeler bulunmakta ve kapasiteleri önceden bilinmektedir.
- Müşteriler kendilerine en yakın toplama merkezine ürünlerini iade edebilecektir. Bu merkezlerde toplanan ürünler en hızlı şekilde yeniden üretim tesislerine veya bertaraf merkezine gönderilecektir.
- Ulaştırma maliyeti merkezler arası mesafeye bağlı olarak değişmektedir.
- Çalışmada, müşterilerden dönen ürünler için geri dönme oranı kullanılmaktadır (0.08).

## 9.2. NOTASYON VE TERİMLER

Geliştirilen sosyal sorumlu kapalı döngü tedarik zinciri ağı karma tamsayılı doğrusal programlama modeli ile matematiksel bir yapıya dönüştürülmüştür. Bu modelin notasyonları, parametreleri ve karar değişkenleri aşağıdaki gibi olacaktır.

### ***Notasyonlar:***

- i* sabit ve potansiyel üretim tesisleri ve yeniden imalat tesisleri seti =  $i, \dots, I$
- j* potansiyel dağıtım merkezleri seti =  $j, \dots, J$
- k* sabit müşteri bölgeleri seti =  $k, \dots, K$
- l* potansiyel toplama merkezleri seti =  $l, \dots, L$
- p* ürün seti =  $p, \dots, P$



**Parametreler:**

$P\tilde{C}_p$  = p. ürünün üretim tesisinde üretim maliyeti

$C\tilde{P}_p$  = p. ürünün yeniden işleme maliyeti

$P\tilde{D}C_{ij}$  = i. üretim tesisinden j. dağıtım merkezine bir birim ürünün ulaştırma maliyeti

$D\tilde{C}C_{jk}$  = j. dağıtım merkezinden k. müşteri bölgesine bir birim ürünün ulaştırma maliyeti

$C\tilde{C}C_{kl}$  = k. müşteri bölgesinden l. toplama merkezine kullanılmış bir birim ürünün ulaştırma maliyeti

$C\tilde{D}C_l$  = l. toplama merkezinden bertaraf etme merkezine kullanılmış bir birim ürünün ulaştırma maliyeti

$C\tilde{P}C_{li}$  = l. toplama merkezinden i. yeniden üretim merkezine bir birim ürünün ulaştırma maliyeti

$F\tilde{C}P_i$  = açılan i. üretim tesisinin sabit işletim maliyeti

$F\tilde{C}D_j$  = açılan j. dağıtım merkezinin sabit işletim maliyeti

$F\tilde{C}C_l$  = açılan l. toplama merkezinin sabit işletim maliyeti

$D\tilde{C}_p$  = p. ürünün bertaraf edilme maliyeti

$\tilde{\beta}_p$  = p. üründen bulunan ortalama kusur (%)

$C\tilde{A}P P_{ip}$  = i. üretim tesisinin p. ürün için üretim kapasitesi

$C\tilde{A}P D_{jp}$  = j. dağıtım merkezinin p. ürün için depo kapasitesi

$C\tilde{A}P C_{lp}$  = l. toplama merkezinin p. geri dönen ürün için yer kapasitesi

$\tilde{D}_{kp}$  = k. müşteri bölgesinin p. ürüne olan talep miktarı

$\tilde{R}_{kp}$  = k. müşteri bölgesinden dönen p. ürün miktarı ( $R_{kp} = W_{kp} * D_{kp}$ )

$W_{kp}$  = k. müşteri bölgesinden p. ürünün geri dönme oranı

$Q_{jo}$  = oluşan iş imkanı (istihdam) sayısının faktör ağırlığı

$Q_w$  = ortaya çıkan atık miktarının faktör ağırlığı

$Q_{wd}$  = iş kazaları nedeniyle oluşan kayıp işgünü sayısının faktör ağırlığı

$Q_{hd}$  = üretilen tehlikeli ürün sayısı faktör ağırlığı

$Q_{re}$  = yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir enerji kaynağı kullanımını faktör ağırlığı

$\tilde{S}_i$  = i. üretim tesisi açıldığında oluşan iş imkânı (istihdam) sayısı

$\tilde{T}_j$  = j. dağıtım merkezi açıldığında oluşan iş imkânı (istihdam) sayısı

$\tilde{V}_l$  = l. toplama merkezi açıldığında oluşan iş imkânı (istihdam) sayısı

$\tilde{B}_p$  = p. ürün üretilirken oluşan iş kazası nedeniyle oluşan kayıp işgünü

$E_p$  = p. üründen bir birim üretildiğinde ortaya çıkan ortalama atık oranı (%)

$H_p$  = p. ürünün üretiminde oluşan tehlikeli madde oranı (%)

$N_p$  = p. ürünün toplama merkezlerinde işlenirken kullanılan yenilenebilir temiz teknoloji oranı (%)

### ***Karar Değişkenleri:***

$X_{ijp}$  = i. üretim tesisinden j. dağıtım merkezine gönderilen p. ürün miktarı

$Y_{jkp}$  = j. dağıtım merkezinden k. müşteri bölgesine gönderilen p. ürün miktarı

$Z_{klp}$  = k. müşteri bölgesinden l. toplama merkezine dönen p. ürün miktarı

$T_{lp}$  = l. toplama merkezinden bertaraf etme merkezine gönderilen p. ürün miktarı

$S_{lip}$  = l. toplama merkezinden i. yeniden işleme merkezine gönderilen p. ürün miktarı

$$O_i = \begin{cases} 1 & \text{i. üretim tesisi (yeniden işleme) açılırsa} \\ 0 & \text{d.d} \end{cases}$$

$$U_j = \begin{cases} 1 & \text{j. dağıtım merkezi açılırsa} \\ 0 & \text{d.d} \end{cases}$$

$$W_l = \begin{cases} 1 & \text{l. toplama merkezi açılırsa} \\ 0 & \text{d.d} \end{cases}$$

Bazı parametrelerin üzerinde ( $\sim$ ) sembolü görülmektedir. Bu sayede, o parametrenin belirsiz bir katsayı ve bir olasılık dağılıma sahip olduğu anlaşılmaktadır.

### 9.3. MODEL

Yukarıda verilen parametre ve karar değişkenlerine göre iki amaçlı karma tamsayılı KDTZ için matematiksel model şu şekilde oluşturulmuştur.

$$\begin{aligned} \text{Enk } W_1 = & \sum_i F\tilde{C}P_i O_i + \sum_j F\tilde{C}D_j U_j + \sum_l F\tilde{C}C_l W_l + \\ & \sum_i \sum_j \sum_p (P\tilde{C}_p + P\tilde{D}C_{ij}) X_{ijp} + \sum_j \sum_k \sum_p D\tilde{C}C_{jk} Y_{jkp} + \\ & \sum_k \sum_l \sum_p C\tilde{C}C_{kl} Z_{klp} + \sum_l \sum_i \sum_p (C\tilde{P}_p + C\tilde{P}C_{li}) S_{lip} + \\ & \sum_l \sum_p (D\tilde{C}_p + C\tilde{D}C_l) T_{lp} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \text{Enb } W_2 = & Q_{jo} \left( \sum_i \tilde{S}_i O_i + \sum_j \tilde{T}_j U_j + \sum_l \tilde{V}_l W_l \right) - Q_w \left( \sum_i \sum_j \sum_p E_p X_{ijp} \right) - \\ & Q_{hd} \left( \sum_i \sum_j \sum_p H_p X_{ijp} \right) - Q_{wd} \left( \sum_i \sum_p \tilde{B}_p O_i \right) + \\ & Q_{re} \left[ \sum_k \sum_l \sum_p N_p Z_{klp} + \sum_l \sum_i \sum_p N_p (S_{lip} + T_{lp}) \right] \end{aligned} \quad (8)$$

k.a

$$\sum_j Y_{jkp} \geq \tilde{D}_{kp} \quad \forall_{k,p} \quad (9)$$

$$\sum_i X_{ijp} = \sum_k Y_{jkp} \quad \forall_{j,p} \quad (10)$$

$$\sum_l Z_{klp} \geq \tilde{R}_{kp} \quad \forall_{k,p} \quad (11)$$

$$\tilde{\beta}_p \sum_k Z_{klp} \leq T_{lp} \quad \forall_{l,p} \quad (12)$$

$$\sum_k Z_{klp} = \sum_i S_{lip} + T_{lp} \quad \forall_{l,p} \quad (13)$$

$$\sum_l \sum_p S_{lip} + \sum_j \sum_p X_{ijp} \leq O_i \sum_p CA\tilde{P}P_{ip} \quad \forall_i \quad (14)$$

$$\sum_k \sum_p Y_{jkp} \leq U_j \sum_p CA\tilde{P}D_{jp} \quad \forall_j \quad (15)$$

$$\sum_k \sum_p Z_{klp} \leq W_l \sum_p CA\tilde{P}C_{lp} \quad \forall_l \quad (16)$$

$$O_i, U_j, W_l \in \mathbb{R}^+ \quad \forall_{i,j,l} \quad (17)$$

$$X_{ijp}, Y_{jkp}, Z_{klp}, T_{lp}, S_{lip} \geq 0 \quad \forall_{i,j,p,k,l} \quad (18)$$

Modelin birinci amaç fonksiyonu (7); üretim tesislerin, dağıtım merkezlerinin ve toplama merkezlerinin sabit işletim maliyetlerinin, üretim, yeniden işleme ve yok etme maliyetlerinin ve ulaştırma maliyetlerinin toplamını en küçüklemektedir. Özellikle tesisler arası ve müşteriye bitmiş ürünü ulaştırma maliyetleri, taşınacak bir birim ürün ile taşımanın gerçekleşeceği mesafenin kuş uçuşu uzaklığına karşılık gelen maliyet çarpılarak elde edilmiştir. Modelin ikinci amaç fonksiyonu (8); kusurlu ürün, kayıp işgünü, atık miktarı, iş imkânı ve yenilenebilir enerji kaynağı kullanımı gibi faktörleri içeren KDTZ ağınn sosyal sorumluluğunu en büyüklemektedir. Kısıt (9) müşterilerin bütün taleplerini karşılamayı garanti etmektedir. Kısıt (10) üretim merkezlerinden dağıtım merkezlerine gönderilen ürün miktarını, dağıtım merkezlerinden müşteri bölgesine gönderilen ürün miktarı ile dengelemektedir. Kısıt (11) müşteri bölgelerinden geri dönen kullanılmış ürünleri

göstermektedir. Kısıt (12) her bir ürünün ortalama kusur yüzdesini en küçüklemeye zorlamaktadır. Kısıt (13) her bir müşteri bölgesinden geri dönen ürünlerin miktarı ile toplama merkezlerinden yeniden imalat merkezlerine ve bertaraf etme merkezine gönderilen ürünlerin toplamının eşit olduğunu göstermektedir. Kısıt (14) üretim tesislerinin, kısıt (15) dağıtım merkezlerinin ve kısıt (16) toplama merkezlerinin kapasitesini göstermektedir. Karar değişkenlerinin tam sayılı ve pozitif değerler alması gerektiğini gösteren kısıtlar sırasıyla kısıt (17) ve kısıt (18)'de gösterilmiştir.

Modelin iki amaç fonksiyonu görüldüğü üzere birbirleri ile çelişen amaçlara sahiptir. Bu durum toplam maliyeti ifade eden birinci amaç fonksiyonunun değeri arttıkça tedarik zincirinde sosyal sorumluluğu gösteren ikinci amaç fonksiyonu da artma eğiliminde olacağını göstermektedir. Özellikle, birinci amaç fonksiyonu verimliliği artırarak ve maliyetleri azaltarak tedarik zinciri ağ yapısını merkezi bir hale getirmeye çalışırken, diğer taraftan ikinci amaç fonksiyonu tedarik zinciri sosyal sorumluluğunu artırmak istemesinden dolayı tedarik zinciri ağ yapısını daha merkez dışı bir hale zorlamaktadır.

Pek çok KDTZ ağı tasarımı problemleri, içerisindeki gerçek verileri ile birlikte (müşteri talepleri, kapasiteler, müşteriden dönen ürünler, ulaştırma maliyetleri gibi) belirsiz bir yapıya dönmektedir. Bu durum tedarik zincirinin dinamik yapısından ve ağ tasarımı kararlarının stratejik olmasından kaynaklanmaktadır (Erol vd., 2011). Özellikle, üretimde çevresel ve sosyal ölçekler hesaba katıldığında belirsizlik seviyesi daha belirgin bir hal almaktadır. Bu yüzden, tedarik zincirinde sosyal sorumluluğun dikkate alınması beraberinde yüksek risk getirmektedir. KDTZ problemlerinde, belirsizliğin üstesinden gelebilmek için bu çalışmada da olduğu gibi olabilsel programlama yaklaşımı olan Jimenez Yöntemi geliştirilmiştir. Bu yaklaşımın detayları ve avantajları diğer bölümlerde açıklanacaktır.

## 10. SOSYAL SORUMLULUK ÖLÇEKLERİ VE ÖNEM AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ

Bu bölümde öncelikli olarak çalışmada kullanılan kurumsal sosyal sorumluluk ölçeklerinden bahsedilecektir. Ardından ölçeklerin amaç fonksiyonundaki önem ağırlıkları çok kriterli karar verme yöntemi olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile hesaplanacaktır.

### 10.1. SOSYAL SORUMLULUK ÖLÇEKLERİ

İşletmeler, KSS performanslarını iyileştirmek için tedarik zinciri üyeleri ile işbirliği içinde çalışmanın önemini benimsemişlerdir. Sadece işletmeler değil, aynı zamanda devlet kurumları ve tüketicilerde KSS'yi dikkate almaktadırlar. İşletmeler, artan küresel rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmeleri için, bu yeni ekonomik düzene uyum göstermeleri gerekmektedir. Bu bağlamda işletmelerin paydaşları (çalışanlar, tedarikçiler, müşteriler, yöneticiler, STK'lar, hükümet ve rakipler gibi) ile ilişkileri oldukça önemlidir. Kurumsal bir çerçeve içinde başarılı olabilmek için, Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO), bütün paydaşların yararlanabileceği ISO-26000 altında Uluslararası Sosyal Sorumluluk Rehberi hazırlamıştır. ISO-26000 sosyal sorumluluk sorunlarını 7 ana grupta toplamıştır: (1) örgütsel yönetim, (2) insan hakları, (3) işgücü, (4) çevre, (5) adil çalışma koşulları, (6) tüketici sorunları, (7) toplumsal katılım ve kalkınmadır.

Kurumsal sosyal sorumluluğun tedarik zinciri yönetimi üzerine etkisi incelenirken, Jargensen vd. (2008) ve Hutchins ve Sutherland (2008) gibi yazarlar işletmelerin sosyal değerlendirme göstergelerini veya sosyal etkilerini dikkate almışlardır. Sarkis vd. (2010) nüfus, sermaye, üretim miktarı, sosyal-ekonomik göstergeler, hissedarların katkısı gibi sosyal ölçekleri genel olarak ekonomik ve sosyal boyutlar çerçevesinde ele almışlardır. Fakat sosyal sürdürülebilirliğin bütün boyutlarını kapsamayan işçi hakları, sağlık, güvenlik ve psikoloji gibi bazı ölçekler subjektif ve nitel özelliğe sahiptirler. Bu durumda, karar verecek olan mekanizma

böylesi göstergeleri sayısallaştırmakta ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden birini seçmektedir.

Çalışmada, yukarıda belirtilen sosyal sorumluluk konularından KDTZ ağı tasarım kararlarına en uygun olanlar seçilmiştir. KDTZ kararlarına etki eden sosyal sorumluluk ölçekleri, aynı zamanda geliştirilen matematiksel model içerisinde kullanıma uygun olmalıdır. Bu amaçla ilk olarak tedarik zinciri ağına etki edebilecek paydaşlar belirlenmiştir. İkinci olarak, bu paydaşların tedarik zincirine olan etkileri ortaya konulmuştur. Son olarak ise, her bir sosyal etkinin nicel olarak nasıl ölçüleceği belirtilmiştir. Tablo 6 işletmenin etkileşimde olduğu paydaşları, onların sosyal etkilerini ve göreceli olarak ölçüm metodunu göstermektedir. Tablonun son sütununda ise ISO 26000’de yer alan ana konular yer almaktadır.

*Tablo 6. İşletmenin Etkileşimde Olduğu Paydaşlar, Sosyal Etkileri ve Ölçüm Yöntemleri*

<b>Paydaş</b>	<b>Sosyal etkisi</b>	<b>Ölçüm yöntemi</b>	<b>ISO 26000 ana konusu</b>
<b>Tüketiciler</b>	Güvenli tüketim	Tehlikeli ürün üretim oranı	Tüketici sorunları
<b>Çalışanlar</b>	Güvenlik Adil çalışma koşulları	Kayıp işgünü sayısı Oluşan istihdam sayısı	Çalışma koşulları Çalışma koşulları
<b>Toplum</b>	Toplumsal kalkınma	Oluşan istihdam sayısı	Toplumsal gelişim ve kalkınma
<b>Çevre</b>	Kaliteli çevre Temiz teknoloji	Üretilen atıkların oranı Yenilenebilir temiz enerji kullanımı	Çevre Enerji

Geliştirilen matematiksel model içerisinde seçilen sosyal sorumluluk ölçekleri Pishvae vd. (2012) çalışması örnek alınarak şu şekilde belirlenmiştir. (1) üretilen potansiyel tehlikeli ürün oranı, (2) iş kazaları neticesinde oluşan kayıp işgünü sayısı, (3) ortaya çıkan atık oranı, (4) oluşan iş fırsatları (istihdam) sayısı ve (5) toplama merkezlerinde kullanılan temiz teknoloji oranı. Birinci ölçek, müşterilerin güvenliğini ve sağlığını açıkça tehdit eden tehlikeli ürünler üzerinedir. Üretilen ürünlerin hangi maddelerden yapıldığı, herhangi bir tehlikeli madde taşıyıp-taşımadığı ve nasıl kullanılacağı bu ölçek içerisinde yer alır. İkinci ölçek, çalışma koşullarından kaynaklanan sebeplerden dolayı çalışanların hasarlı ürün üretmeleri ile

ilgilidir. Problemdede özellikle seçilen üretim teknolojisi çok önemlidir. Üçüncü ölçek, özellikle üretim faaliyetlerinde olmak üzere tüm tedarik zincirinin çevreye olan etkilerini en aza indirebilmek için atıkların yönetimi ile ilgilidir. Dördüncü ölçek, çalışma koşullarının eşit hale gelebilmesi ve daha fazla iş imkânının oluşması üzerinedir. Bu ölçek, tesislerin kapasitesine bağlı olmaksızın oluşan her zamanki işler ve tesislerin kapasitesi değiştiğinde üretim miktarı ile birlikte oluşan iş fırsatları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Beşinci ölçek güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını içeren çevreye duyarlı malzeme ve temiz teknoloji kullanımınıdır. Çalışmada kullanılan bu ölçekler sosyal sorumluluğun her alanını temsil etmekle birlikte, her birinin amaç fonksiyonunda ağırlıkları farklı değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ikinci amaç fonksiyonunda bulunan sosyal sorumluluk ölçekleri işletmenin fiziki, ekonomik ve teknik boyutları ile bölgenin şartları ve karar vericilerin deneyimleri göz önüne alınarak ağırlıklandırılması gerekmektedir. Bu ölçeklerin ağırlıklandırma süreci çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi seçilerek yapılmıştır.

## 10.2. AHP İLE ÖNEM AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ

Artan teknolojik gelişmeler, belirsizlikler ve rekabet ortamının etkisiyle işletmelerin karar verme süreçleri gün geçtikçe daha karmaşık bir yapıya sahip olmaktadır. İşletmeler karar verme süreçlerinde tek bir kriter ve tek bir amacı göz önünde bulundurmaları değil aksine, bu yeni iş ortamında varlıklarını sürdürebilmeleri ve rekabet edebilmeleri için birden fazla nice ve nitel kriter ve amacı eş zamanlı olarak ele almaları gerekliliği ortaya çıkmıştır. Birbiriyle çelişen birden fazla kriter ve amacın eş zamanlı olarak ele alınması gereken karar verme durumu çok kriterli karar verme (ÇKKV) olarak nitelendirilmektedir (Tütek vd., 2012: 330).

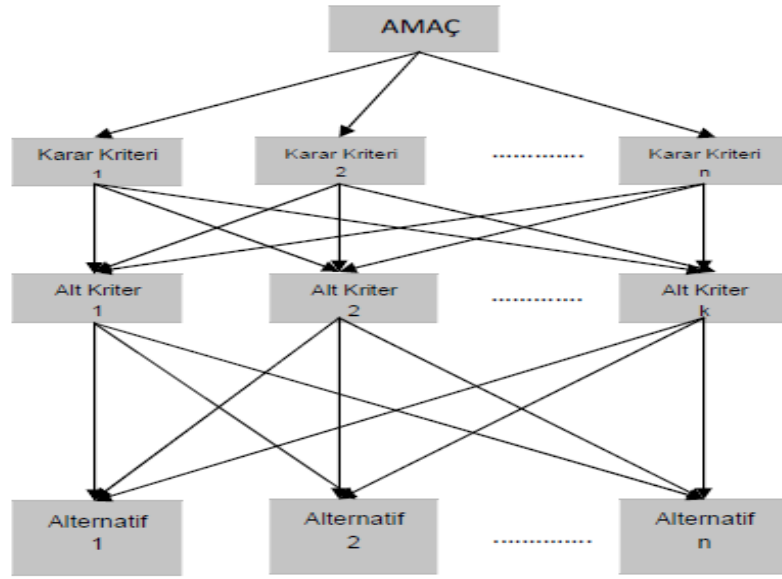
ÇKKV, karar verme sürecini kriterler ve seçeneklere göre modelleme ve analiz etme sürecidir. Bu nedenle ÇKKV yöntemleri karar vericiye, toplanan bilgileri amaçlarına uygun bir şekilde analiz ederek kriterlere göre değerlendirmesine ve en uygun seçeneğin seçilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca hangi ÇKKV yönteminin



kullanılması gerektiği de, karar verici tarafından önceden belirlenmesi gerekmektedir (Üzgün, 2006: 21). Literatürde pek çok ÇKKV yöntemi ile karşılaşmak mümkündür. Bu bölümde sadece Saaty tarafından önerilen ve şu an popülerliği devam eden AHP yönteminden bahsedilmiştir.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), ilk olarak Thomas L. Saaty tarafından 1970'li yıllarda ortaya konmuştur. AHP, birden fazla faktörün karar verme sürecine dâhil edilmesini gerektiren durumlarda karar vericilere yardımcı olabilecek ÇKKV yaklaşımlarından biridir. Karar verme problemlerini formüle etmek ve analiz etmek için sezgisel ve uygulaması kolay bir yöntem olan AHP, karar alternatiflerinin sayısal bir ölçekte sıralanmasını sağlayarak ölçümlerine imkân sağlamaktadır. Böylece hem objektif hem de subjektif ölçütlerin karar verme sürecine dahil edilebilmesini olanak tanımaktadır (Tütek vd., 2012: 332-333).

Sistem yaklaşımı ile bir bütün halinde çalışan AHP'nin, ayrıştırma, karşılaştırmalı yargılar ve hiyerarşik bütünleştirmeden oluşan üç temel prensibi bulunmaktadır. Ayrıştırma, karmaşık bir problemin alt bileşenlere, onları alt bileşenlerine hiyerarşik bir şekilde yapılandırılmasını ifade etmektedir. Hiyerarşi, hedef ve kriterler belirlendikten sonra, bu alternatifleri değerlendirmek için hangi kriterlerin ele alınacağını belirlemek suretiyle en üst seviyeden başlayarak tüm kriterler ve alt kriterler belirlenerek oluşturulmaktadır. Karşılaştırmalı yargılar ise, bir bileşen grubundaki tüm öğelerin o grubun bir üst seviyesindeki bileşene göre ikili karşılaştırılma yapılmasını sağlamaktadır. Şekil 16'da AHP'nin genel hiyerarşik yapısı gösterilmiştir.



Şekil 16: AHP'nin Hiyerarşik Yapısı

Şekil 16'de görüldüğü gibi AHP'nin sırasıyla belirli bir hedefi veya amacı, bu amacı gerçekleştirecek kriterleri, alt kriterleri ve alternatif yolları bulunmaktadır. Kriterler ve alt kriterler birbirleriyle karşılaştırarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmaktadır. İkili karşılaştırma matrisleri hiyerarşik yapıda bu şekilde yukarıdan aşağıya oluşturulabileceği gibi alternatiflerden başlayarak aşağıdan yukarıya doğru bir sıra izlenerek de oluşturulabilir.

AHP, bir probleme ait seçenekleri ve kriterleri uygun hiyerarşik bir düzen içerisinde belirlemeyi sağlayan ve bunları ikili karşılaştırmalarla çözümün arandığı bir matematiksel yöntemdir (Saaty, 2000: 151). Dündar ve Ecer (2008: 199)'a göre AHP yönteminin adımları: (1) hiyerarşik yapının oluşturulması, (2) seçenekler ve kriterlerin ikili karşılaştırmalı değerlendirilmesi ve (3) önceliklerin hesaplanması şeklindedir.

AHP'nin temeli ikili karşılaştırmalara dayanır. Saaty (1994), kriterlerin ve seçeneklerin ikili karşılaştırılmasında herkes tarafından kullanılan bir ölçek belirlemiştir. Tablo 7'de verilen bu ölçekte, karşılaştırılan durumlar 1 ile 9 arasında bir rakam ile değerlendirilir.

Tablo 7. İkili Karşılaştırmalarda Değerlerin Anlamları

Rakamsal Değerler	Önem Düzeyi Karşılığı
1	Eşit
3	Çok önemli
5	Kuvvetli derecede önemli
7	Çok kuvvetli derecede önemli
9	Aşırı derecede önemli
2,4,6,8	Ara değerler

Karar vericilerin yargılarıyla oluşan bu değerlendirme sonucunda, karar kriterlerine ve seçeneklere ilişkin ikili karşılaştırmalarda matrisler elde edilir. Diğer adımda kriterlerin ağırlıkları belirlenmekte ve öncelikleri hesaplanmaktadır. Bunun için aşağıdaki formül kullanılmaktadır:

$$AW = \lambda_{\max} W \quad (19)$$

$\lambda_{\max}$  her bir kriterin en büyük özdeğeridir. Her bir kriterin ağırlığı A matrisinin satır ve sütunlarında normalleştirme işlemleri yapılarak hesaplanmaktadır. Yöntemin en son adımı ise, tutarlılık testidir. AHP yönteminin geçerli olabilmesi için verilen cevapların tutarlı olması gerekmektedir. Bunun için tutarlılık endeksi (CI) ve tutarlılık oranı (CR) kullanılmaktadır:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}; \quad (20)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (21)$$

Rassal endeks (RI) farklı sayıdaki kriterler için farklı değerler üretmektedir. Tablo 8'de 10 farklı kriter için RI değerleri gösterilmiştir. Eğer CR değeri 0.10 değerinden küçükse sonuçlar kabul edilebilir ve kullanılan matrissel işlemler geçerlidir. Diğer taraftan CR 0.10'dan büyükse adım 1'e dönmeli ve işlemler tekrar gözden geçirilmelidir.

Tablo 8. Rassal Tutarlılık Endeks Değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

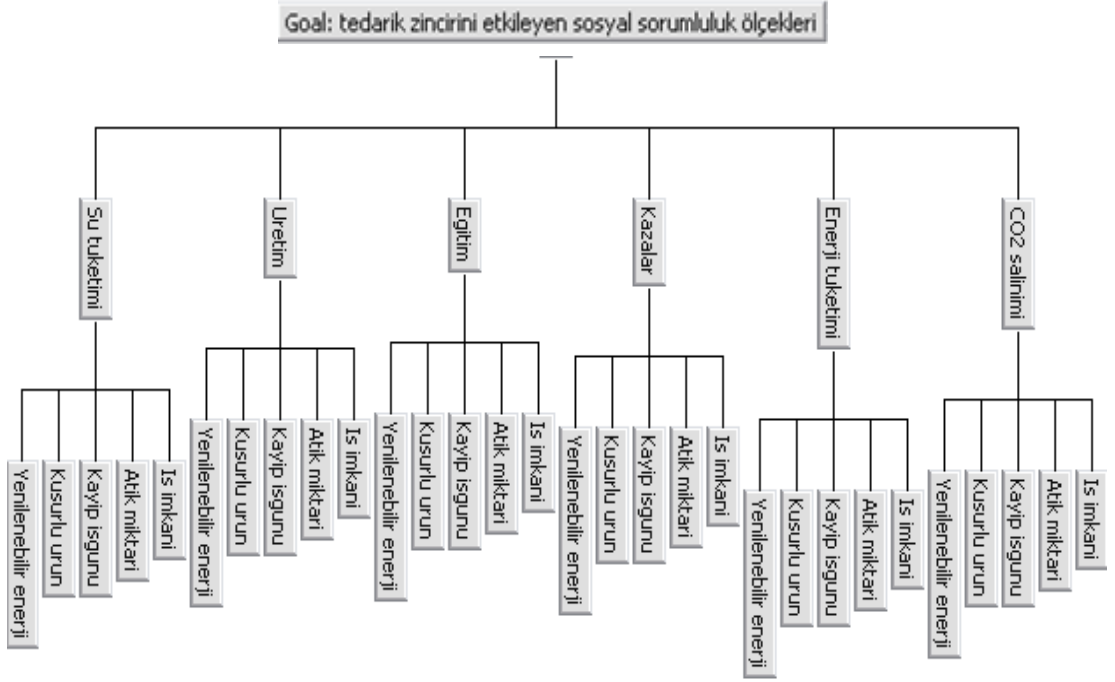
Çalışmanın ikinci amaç fonksiyonunda yer alan oluşan iş imkânı (istihdam) sayısının, ortaya çıkan atık miktarının, iş kazaları nedeniyle oluşan kayıp işgünü sayısının, üretilen kusurlu ürün sayısının ve yenilenebilir (geri dönüştürülebilir) enerji kaynağı kullanımının faktör ağırlıkları Expert Choice 11 programı kullanılarak belirlenmiştir. Bu program sayesinde AHP yönteminin karar verme aşamaları gerçekleştirilmektedir.

Problemin karar vericileri ürün geliştirme, kalite güvence ve üretim planlama sorumlularıdır. Ürün geliştirme mühendisi buzdolabı işletmesinde ürün ile ilgili işletme hedeflerinin gerçekleşmesi ve müşteri ihtiyaçlarının karşılanması için yeni ürün geliştirme veya mevcut ürünlerde iyileştirme faaliyetlerini yönetmeden sorumludur. Ürün geliştirme sorumlusu pazarlama birimleri ile ürün stratejilerinin belirlenmesi üzerine yoğun olarak çalışmakta ve gerekli yerlerde öneriler geliştirmektedir. Ayrıca ürünlerin çevreye zararını en aza indirecek katkı malzemelerinin teminini yapmak ve çalışanlara çevre politikalarını benimsetmek, her türlü enerji ve kaynak tasarrufu çalışmalarını yönetmek, kullanıcıların kolaylıkla anlayabilecekleri ürün kullanma kılavuzları hazırlamak, malzemedan en yüksek oranda fayda sağlayabilecek prosesler geliştirmek ve yeni ürünler ile ilgili teknolojik gelişmeleri takip etmek ürün geliştirme mühendisinin yetki ve sorumlulukları arasındadır. Kalite güvence sorumlusu, işletmenin yöneticisine karşı sorumluluğu bulunmaktadır. Kalite güvence sorumlusunun amacı, kalite sistemi ve çevre yönetim sistemi standartlarını yerine getirilmesini sağlamak, kalibrasyon faaliyetlerinin uygun yürütülmesini sağlamak, ürün kalite ve spesifikasyonlarının belirlenmesini sağlamak, ürün performansını değerlendirmek, ömür testleri yapmak, ürün, ambar ve servis malzemeleri denetimlerini yerine getirmek ve süreç iyileştirme faaliyetlerine destek olmaktır. Üretim planlamadan sorumlu olan kişinin amacı, işletmenin kapasitesine ve üretim taleplerine uygun olarak aylık veya yıllık üretim programlarını, iş çizelgelerini belirlemek, çizelgeye göre malzeme ihtiyaçlarını gözden geçirmek, ihtiyaçların gerekli birimlerden satın alınmasını sağlamak, işletmenin yurt dışından temin ettiği malzemelerin kontrol ve koordinasyonunu sağlamaktır. Ayrıca işletmenin fazla sayıda yardımcı sanayisi bulunmasından dolayı devreye alınacak

veya devreden çıkarılacak tedarikçilerin belirlenmesinden de üretim planlama yöneticisi sorumludur.

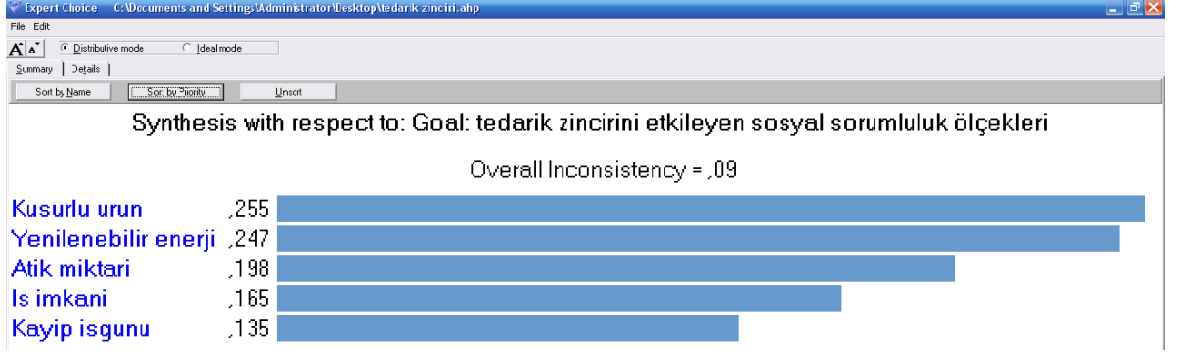
Problemin temel amacı tedarik zinciri ağı tasarımı etkileyen sosyal sorumluluk ölçeklerinin önem ağırlıklarının belirlenmesi üzerinedir. Bu amacı sağlamak için CO<sub>2</sub> salınımı, enerji tüketimi, oluşan kazalar, personele verilen eğitim, üretim miktarı ve su tüketimi alt kriterleri arasında ikili karşılaştırma yapılmıştır. En son olarak ise, iş imkânı, atık miktarı, kayıp işgünü, tehlikeli ürün ve yenilenebilir enerji alternatiflerinin önem dereceleri belirlenmiştir. Yenilenebilir enerji kullanımı, % 100 yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi yapan firmalardan satın alma şeklindedir. Üretim ve talep bilgileri ise sadece yurt içi müşterilerden elde edilen bilgiler doğrultusunda kullanılmıştır.

Atık miktarının yönetimi, Atık Yönetimi Genel Esasları çerçevesinde değerlendirilmekte ve atık oluşumu engellenemiyorsa, üretilen miktarların mümkün mertebe en aza indirilmesi gerektiği prensibi ile çalışılmaktadır. Bununla birlikte işletmede, oluşan atıkların yeniden değerlendirilmesi için geri dönüşüm veya yeniden kullanılabilir ürünler elde etme fırsatları aranmaktadır. Geri dönüşüm sürecinden geçirilemeyecek durumda olan atıklar ise çeşitli işlemlerden geçirilerek ekonomik fayda sağlama çabasına girilmektedir. Eğer bu alternatiflerin hiçbiri kullanılmayacak durumda ise o zaman atık bertaraf çukurlarına gönderilerek imha edilmektedir. Bu durum işletmeye ek maliyet getirmektedir. İşletmenin atık yönetimi konusundaki temel hedefi, atık bertarafını önlemek veya azaltmak için çevresel korumayı dikkate alan ve ekonomik fayda sağlayan yeni teknikler geliştirmek ve uygulamaktır. Üretim sorumlusu pozisyonunda bulunan mühendis çalışanlar tarafından verilen bilgiler ile amaç, alternatif ve kriterler belirlenmiş ve problemin hiyerarşik yapısı ikili karşılaştırma ölçeğine uygun olarak Şekil 17'de gösterilmiştir.



Şekil 17: Tedarik Zincirini Etkileyen Sosyal Sorumluluk Ölçeklerinin Hiyerarşik Yapısı

Programda tüm ana ve alt kriterler ile alternatifler tanımlanıp, üretim sorumluların verdikleri cevapların geometrik ortalamaları alındıktan ve kriterlerin ve her bir kriter bazında alternatiflerin birbiriyle karşılaştırmaları yapıldıktan sonra modelin tutarlılık oranına (CR) bakılmaktadır. Probleme ait ikili karşılaştırma tabloları Ek Şekil 1-7’de verilmektedir. Ardından belirlenen amacı sağlayacak alternatiflerin önem dereceleri belirlenmektedir. Şekil 18’de programın çözüm çıktısı görülmektedir. Problemin tutarlılık oranı 0,09’dur. Hesaplanan tutarlılık oranı kabul edilebilir maksimum düzey olan 0,10’dan küçük olduğu için matrisin tutarsızlığı kabul edilebilir düzeydedir ve karar vericilerin değerlendirmelerini gözden geçirmelerine gerek bulunmamaktadır (Tütek vd., 2012: 354).



Şekil 18: Expert Choice Programı Tedarik Zinciri Ağı Tasarımı Sosyal Sorumluluk Ölçekleri Önem Sıralaması

Yukarıdaki program çıktısında görüldüğü gibi, tedarik zincirini etkileyen sosyal sorumluluk ölçekleri problemi için en yüksek önem 0,255 ile “tehlikeli (kusurlu) ürün sayısı” faktörüdür. Ardından sırasıyla 0,247 ile “yenilenebilir enerji kaynağı kullanımı”, 0,198 ile “atık miktarı”, 0,165 ile “iş imkanı (istihdam) sayısı” ve 0,135 ile iş kazaları nedeniyle oluşan “kayıp işgünü sayısı” faktörleridir. Bu oranlar matematiksel modelin ikinci amaç fonksiyonunun çözümü sırasında faktörlere uygulanacaktır.

## 11. ÖNERİLEN MODELİN İMALAT İŞLETMESİNDE UYGULANMASI

Arçelik A.Ş. Eskişehir Buzdolabı imalatçısının, müşteri bölgeleri oluşturulduktan sonra 81 yerel müşteri olduğu varsayılmaktadır. Bu durumda müşterilerden geri dönen ürünlerde aynı müşteri sayısı ile hesaba katılacaktır. Kesin olmayan müşteri talepleri, müşteriden dönen ürünler, üründe oluşan ortalama kusur yüzdesi, tesislerin sabit açılış maliyetleri, ulaştırma maliyetleri, üretim ve tekrar üretim maliyetleri, bertaraf etme maliyeti, tesislerin kapasiteleri, ortaya çıkan iş imkanı (istihdam) sayısı ve iş kazası nedeniyle oluşan kayıp işgünü sayısı parametrelerinin olasılık dağılımlarını tahmin etmek için öncelikle, amaç fonksiyonuna ait veriler toplandı ve uzmanlar, firma yöneticileri ve çalışanlar tarafından alınan karar gereği veriler normal, en iyi ve en kötü şekilde üçgensel bulanık verilere dönüştürüldü.

İşletmenin üretim planlama ve kontrol bölümü, geleceğe yönelik talep tahminlerini İstanbul'da genel müdürlük ile birlikte yapmaktadır. İşletme müşteriden gelen taleplere göre kendi kapasite ve kısıtlarını değerlendirerek aylık/yıllık üretim programını hazırlamaktadır. Bu anlamda işletmenin sipariş üzerine çalıştığı söylenebilmektedir.

İşletme yöneticileri, yeni üretim tesisi için 7 aday bölge (İstanbul, Bolu, Ankara, Gaziantep, Hatay, Tekirdağ, Bursa) belirlemeyi uygun görmüşlerdir. Aynı zamanda işletmenin hali hazırda Eskişehir'de bir üretim tesisi bulunmaktadır. Bu üretim tesisinin sabit açılış maliyeti 0 (sıfır) kabul edilmekte ve her zaman problemin çözümünde açık olarak belirtilecektir ( $O_{1(Eskişehir)}=I$ ). KDTZ yapısının ileriye ağ yapısında yer alacak dağıtım merkezleri için 15 adet aday dağıtım merkezi belirlenmiştir. Bu şehirlerden 11'u hali hazırda dağıtım merkezi veya bayi olarak faaliyet göstermektedir. Çalışma kapsamının hem biraz daha genişletilmesi hem de yeni dağıtım merkezlerini eklenebilmesi maksadıyla, talebin yoğun olduğu, nüfusun yüksek olduğu, ulaşımın kolay sağlanabildiği, arsa, enerji, işgücü imkânlarının daha hızlı elde edilebildiği ve lojistik merkez olarak faaliyet gösteren şehirler modele dâhil edilmiştir. Müşterilerden geri dönen ürünlerin toplanması için ise 7 adet aday toplama merkezlerinin kurulması düşünülmektedir. Teknolojik ve ekonomik sebeplerden dolayı yeniden işlenemez durumda olan ürünlerin bertaraf edilebilmesi için Ankara, Adana, Bursa ve İstanbul olmak üzere 4 alternatif merkez vardır. İşletme mevcut durumda bunlardan Ankara'yı tercih etmektedir. Çalışmada bu durum korunacaktır. İmal edilen ürünler dağıtım merkezi vasıtasıyla müşterilere ulaştırılacaktır. Doğrudan taşımaya izin verilememektedir.

Çalışmada karşımıza çıkan belirsiz parametrelerin üstesinden gelebilmek için olabirsel programlama yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşımda her bir belirsiz parametrenin olasılık dağılımı olduğu varsayılmaktadır. Bu dağılım parametrenin mümkün olabilecek en uygun değer aralığını göstermektedir. Önerilen KDTZ ağ tasarım modeli, çok amaçlı olabirsel karma tamsayılı doğrusal programlama türüne aittir. Bu modeli çözebilmek için iki adımdan oluşan bir çözüm yaklaşımı önerilmektedir. Birinci adımda orijinal (asıl) model, etkin bir olabirsel programlama yöntemi olan Jimenez vd. (2007) yaklaşımı kullanılarak bulanık olmayan yardımcı eşdeğer modele (equivalent auxiliary crisp model) dönüştürülmüştür. Bu yöntemde,



önerilen matematiksel modelin hem amaç fonksiyonları hem de kısıtları belirsizleştirilmektedir. Ardında ikinci adımda, çok amaçlı bulanık programlama modellerinin çözümü için  $\epsilon$ -kısıt metodu kullanılmıştır.

#### 11.1. MODELİN BULANIK OLMAYAN YARDIMCI EŞDEĞER MODELE DÖNÜŞÜMÜ (JIMENEZ YAKLAŞIMI)

Doğrusal programlama modellerinin bazılarında parametrelerin bulanık sayılara, fakat karar değişkenlerinin kesin sayılara sahip olduğu görülmektedir. Bu tip problemlerde karşımıza iki tip soru çıkmaktadır. Bunlar (1) kısıtlarda yer alan bulanık sağ ve bulanık sol taraf sabitleri arasındaki ilişkinin nasıl işleneceği ve (2) bulanık amaç fonksiyonunun en iyi değeri nasıl bulunacağı sorularıdır. Bu soruların cevabı, problemde yer alan bulanık sayıların önem sıralaması ile ilgilidir. Açık bir şekilde ifade etmek gerekirse, eğer bir karar verici bir problemin çözümünde elde edilen sonucun en iyiye yakın olmasını istiyorsa, kısıtların memnuniyet seviyesinin istenen düzeyde gerçekleşmeyeceğini bilmesi gerekir. Bu yüzden, karar verici bu iki çelişen amaçlar karşısında (amaç fonksiyonunu iyileştirilmesi ve kısıtların memnuniyet seviyesinin artması) dengeyi yakalaması gerekmektedir (Jimenez, 2007: 1599).

Literatürde, hem kısıtlarda hem de amaç fonksiyonlarında kesin olmayan bilgilerin yer aldığı olabilsel modelleri çözebilmek için birkaç yöntem geliştirilmiştir (Wang ve Kerre, 1996, Wang ve Liang, 2005, Parra vd. 2005, Jimenez vd., 2007). Çalışmada önerilen karma tam sayılı doğrusal programlama modeli, diğer yöntemlerin özelliklerini de kapsayan Jimenez yaklaşımı (2007) kullanılarak bulanık olmayan yardımcı eşdeğer modele dönüştürülmüştür. Aşağıda, özellikle Jimenez yaklaşımının kullanılmasının sebepleri açıklanmıştır.

1. Bu yaklaşım, bulanık doğrusal modellerinin çözümü için kullanılan etkin yöntemlerden biridir. Çünkü yöntem, asıl modelin doğrusallığını muhafaza etmekte, amaç fonksiyonu ve eşitsizlik halindeki kısıtların sayısını artırmamaktadır. Bu sebeplerden dolayı KDTZ ağı tasarımı gibi büyük çaplı karma tamsayılı doğrusal modellerin çözümünde uygulanabilmektedir.

2. Bu yaklaşım, simetrik ve asimetrik formda üçgensel, yamuksal ve doğrusal olmayan farklı tiplerdeki üyelik fonksiyonlarına kolaylıkla uygulanabilmektedir.

3. Bu yaklaşım, bulanık sayıların beklenen aralık (expected interval) ve beklenen değer (expected value) gibi sağlam matematiksel kavramlar üzerine dayanır.

Jimenez'in geliştirerek kullandığı yaklaşım bir örnek yardımıyla anlatılmaya çalışılmıştır. Örneğin  $\tilde{c}$  üçgensel bulanık bir sayı olsun. Aşağıdaki denklem  $\tilde{c}$ 'nin üçgensel üyelik fonksiyonu olacaktır:

$$\mu_{\tilde{c}}(x) = \begin{cases} f_c(x) = \frac{x - c^p}{c^m - c^p} & \text{Eğer } c^p \leq x \leq c^m \\ 1 & \text{Eğer } x = c^m \\ g_c(x) = \frac{c^o - x}{c^o - c^m} & \text{Eğer } c^m \leq x \leq c^o \\ 0 & \text{Eğer } x \leq c^p \text{ veya } x \geq c^o \end{cases} \quad (22)$$

Jimenez (1996)'ya göre, üçgensel bulanık sayı  $\tilde{c}$ 'nin beklenen aralığı (BA) ve beklene değerleri (BD) şu şekilde ifade edilmektedir:

$$BA(\tilde{c}) = [E_1^c, E_2^c] = \left[ \int_0^1 f_c^{-1}(x) dx, \int_0^1 g_c^{-1}(x) dx, \right] = \left[ \frac{1}{2}(c^p + c^m), \frac{1}{2}(c^m + c^o) \right] \quad (23)$$

$$BD(\tilde{c}) = \frac{E_1^c + E_2^c}{2} = \frac{c^p + 2c^m + c^o}{4} \quad (24)$$

Yukarıda yazılan denklemlerin aynısı yamuksal bulanık sayılar için de kullanılabilir. Dahası  $\tilde{a}$  ve  $\tilde{b}$  gibi iki bulanık sayı çiftinin Jimenez (1996)'in sıralama yöntemine (ranking method) göre memnuniyet seviyesinin hesaplanması şu şekilde olacaktır:

$$\mu_M(\tilde{a}, \tilde{b}) = \begin{cases} 0 & \text{Eğer } E_2^a - E_1^b < 0 \\ \frac{E_2^a - E_1^b}{E_2^a - E_1^b - (E_1^a - E_2^b)} & \text{Eğer } 0 \in [E_1^a - E_2^b, E_2^a - E_1^b] \\ 1 & \text{Eğer } E_1^a - E_2^b > 0 \end{cases} \quad (25)$$

En küçük ( $\alpha$ ) kabul edilebilir esneklik seviyesinde  $\tilde{a}$ 'nın,  $\tilde{b}$ 'den büyük veya  $\tilde{b}$ 'ye eşit olduğu durum  $\mu_M(\tilde{a}, \tilde{b}) \geq \alpha$  şeklinde ifade edilmekte ve

$\tilde{a} \geq_{\alpha} \tilde{b}$  şeklinde tekrar yazılabilmektedir. Diğer taraftan aynı memnuniyet seviyesinde  $\tilde{a}$ 'nın  $\tilde{b}$ 'ye eşit olduğu durum  $\mu_M(\tilde{a}, \tilde{b}) = \alpha$  şeklinde ifade edilmekte ve  $\tilde{a} \geq_{\alpha/2} \tilde{b}$  şeklinde tekrar yazılabilmektedir. Parra vd. (2005)'e göre bu denklem aynı zamanda:

$$\frac{\alpha}{2} \leq \mu_M(\tilde{a}, \tilde{b}) \leq 1 - \frac{\alpha}{2} \quad (26)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Aşağıdaki örnekte bütün parametrelerinin bulanık üçgensel veya yamuksal olduğu bulanık matematiksel programlama modeli oluşturulmuştur. Bu model Jimenez yöntemi ile yeniden düzenlenmiştir.

$$\text{Enk } Z = \tilde{c}x$$

*k.a*

$$\begin{aligned} \tilde{a}_i x &\geq \tilde{b}_i & i = 1, \dots, L \\ \tilde{a}_i x &= \tilde{b}_i & i = L+1, \dots, M \\ x &\geq 0 \end{aligned} \quad (27)$$

Örnekte verilen bulanık modelde yer alan kısıtlar (25) ve (26) no'lu denklemler yardımıyla bulanık olmayan yardımcı eşdeğer modele dönüştürülerek (28) ve (29) no'lu denklemler elde edilecektir.

$$\frac{E_2^{aix} - E_1^{bix}}{E_2^{aix} - E_1^{bix} - (E_1^{aix} - E_2^{bix})} \geq \alpha \quad i = 1, \dots, L \quad (28)$$

$$\frac{\alpha}{2} \leq \frac{E_2^{aix} - E_1^{bix}}{E_2^{aix} - E_1^{bix} - (E_1^{aix} - E_2^{bix})} \leq 1 - \frac{\alpha}{2} \quad i = L+1, \dots, M \quad (29)$$

Sonuçta, bulanık sayıların beklenen aralık ve beklenen değer ifadeleri kullanıldığında (27) no'lu modelin aslı  $\alpha$  parametresi altında şu şekilde yazılacaktır:

$$\text{Enk } EV(\tilde{c})x$$

*k.a*

$$\left[ (1 - \alpha)E_2^{ai} + \alpha E_1^{ai} \right] x \geq \alpha E_2^{bi} + (1 - \alpha)E_1^{bi} \quad i = 1, \dots, L$$

$$\left[ \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) E_2^{ai} + \frac{\alpha}{2} E_1^{ai} \right] x \geq \frac{\alpha}{2} E_2^{bi} + \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) E_1^{bi} \quad i = L+1, \dots, M \quad (30)$$

$$\left[ \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) E_1^{ai} + \frac{\alpha}{2} E_2^{ai} \right] x \leq \frac{\alpha}{2} E_1^{bi} + \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) E_2^{bi} \quad i = L+1, \dots, M$$

$$x \geq 0$$

Yukarıda verilen açıklamalara göre, KDTZ modeli bulanık olmayan yardımcı eşdeğer modele şu şekilde dönüştürülebilir.

$$\begin{aligned} \text{Enk } W_1 = & \sum_i \left( \frac{FCP_i^p + 2FCP_i^m + FCP_i^o}{4} \right) O_i + \sum_j \left( \frac{FCD_j^p + 2FCD_j^m + FCD_j^o}{4} \right) U_j + \\ & \sum_l \left( \frac{FCC_l^p + 2FCC_l^m + FCC_l^o}{4} \right) W_l + \sum_k \sum_l \sum_p \left( \frac{CCC_{kl}^p + 2CCC_{kl}^m + CCC_{kl}^o}{4} \right) Z_{klp} + \\ & \sum_i \sum_j \sum_p \left( \frac{PC_p^p + 2PC_p^m + PC_p^o + PDC_{ij}^p + 2PDC_{ij}^m + PDC_{ij}^o}{4} \right) X_{ijp} + \\ & \sum_j \sum_k \sum_p \left( \frac{DCC_{jk}^p + 2DCC_{jk}^m + DCC_{jk}^o}{4} \right) Y_{jkp} + \\ & \sum_l \sum_i \sum_p \left( \frac{CP_p^p + 2CP_p^m + CP_p^o + CPC_{li}^p + 2CPC_{li}^m + CPC_{li}^o}{4} \right) S_{lip} + \\ & \sum_l \sum_p \left( \frac{DC_p^p + 2DC_p^m + DC_p^o + CDC_l^p + 2CDC_l^m + CDC_l^o}{4} \right) T_{lp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Enb } W_2 = & \left[ \sum_i \left( \frac{S_i^p + 2S_i^m + S_i^o}{4} \right) O_i + \sum_j \left( \frac{T_j^p + 2T_j^m + T_j^o}{4} \right) U_j + \sum_l \left( \frac{V_l^p + 2V_l^m + V_l^o}{4} \right) W_l \right] Q_{jo} - \\ & \left( \sum_i \sum_j \sum_p E_p X_{ijp} \right) Q_w - \left( \sum_i \sum_j \sum_p H_p X_{ijp} \right) Q_{hd} - \left( \sum_i \sum_p \left( \frac{B_p^p + 2B_p^m + B_p^o}{4} \right) O_i \right) Q_{wd} + \\ & \left[ \sum_k \sum_l \sum_p N_p Z_{klp} + \sum_l \sum_i \sum_p N_p (S_{lip} + T_{lp}) \right] Q_{re} \end{aligned}$$

k.a

$$\sum_j Y_{jkp} \geq \alpha \left( \frac{D_{kp}^m + D_{kp}^o}{2} \right) + (1 - \alpha) \left( \frac{D_{kp}^p + D_{kp}^m}{2} \right) \quad \forall_{k,p} \quad (31)$$

$$\sum_i X_{ijp} = \sum_k Y_{jkp} \quad \forall_{j,p} \quad (32)$$

$$\sum_l Z_{klp} \geq \alpha \left( \frac{R_{kp}^m + R_{kp}^o}{2} \right) + (1-\alpha) \left( \frac{R_{kp}^p + R_{kp}^m}{2} \right) \quad \forall_{k,p} \quad (33)$$

$$\left[ \alpha \left( \frac{\beta_p^m + \beta_p^o}{2} \right) + (1-\alpha) \left( \frac{\beta_p^p + \beta_p^m}{2} \right) \right] \sum_k Z_{klp} \leq T_{lp} \quad \forall_{l,p} \quad (34)$$

$$\sum_k Z_{klp} = \sum_i S_{lip} + T_{lp} \quad \forall_{l,p} \quad (35)$$

$$\sum_l \sum_p S_{lip} + \sum_j \sum_p X_{ijp} \leq O_i \sum_p \left[ \alpha \left( \frac{CAPP_{ip}^p + CAPP_{ip}^m}{2} \right) + (1-\alpha) \left( \frac{CAPP_{ip}^o + CAPP_{ip}^m}{2} \right) \right] \quad \forall_i \quad (36)$$

$$\sum_k \sum_p Y_{jkp} \leq U_j \sum_p \left[ \alpha \left( \frac{CAPD_{jp}^p + CAPD_{jp}^m}{2} \right) + (1-\alpha) \left( \frac{CAPD_{jp}^o + CAPD_{jp}^m}{2} \right) \right] \quad \forall_j \quad (37)$$

$$\sum_k \sum_p Z_{kpl} \leq W_l \sum_p \left[ \alpha \left( \frac{CAPC_{lp}^p + CAPC_{lp}^m}{2} \right) + (1-\alpha) \left( \frac{CAPC_{lp}^o + CAPC_{lp}^m}{2} \right) \right] \quad \forall_l \quad (38)$$

$$O_i, V_j, W_l \in \{0,1\} \quad \forall_{i,j,l} \quad (39)$$

$$X_{ijp}, Y_{jkp}, Z_{klp}, T_{lp}, S_{lip} \geq 0 \quad \forall_{i,j,p,k,l} \quad (40)$$

## 11.2. GELİŞTİRİLMİŞ $\epsilon$ - KISIT METODU

Bazı tek amaçlı matematiksel optimizasyon problemlerinde amaç fonksiyonu zaman, mesafe, enerji, maliyet, kâr vs. ile gösterilebilmektedir. Fakat kapsamlı ekonomik ve teknik problemlerde, çözümler çok sayıda kriterle ifade edilebilmektedir. Büyük ve karmaşık problemlerde ve pahalı projelerde çözümler düşük maliyet, yüksek kâr, kısa bitiş zamanı gibi birkaç kriterle göre “iyi” olmaktadır. Böylesi problemlerin çözümünün tüm kriterlere göre iyi olması pratik olarak nadir görülen bir durumdur. Böyle durumlarda çok amaçlı matematiksel modeller

kullanılmakta ve her bir amacın değeri en iyi yapılmaya çalışılmaktadır (Azimli, 2011: 229).

Literatürde, çok amaçlı doğrusal programlama modellerinin çözümü için birçok yaklaşım geliştirilmiştir. Bunların arasında, bulanık programlama yöntemleri, her bir amaç fonksiyonunu tatmin veya memnuniyet seviyesinin (satisfaction level) ölçülmesine ve bulunmasına yardımcı olduğundan dolayı sıklıkla tercih edilen yöntemlerdir. Çok amaçlı programlama modelleri için ilk olarak Zimmermann (1978), Lai ve Hwang (1992) ve Sakawa vd. (1987)'nin geliştirdikleri basit bulanık programlama yaklaşımları kullanılmıştır. Fakat bu yöntemler verimsiz sonuçlar vermeye başlamış ve büyük çaplı problemlere çözüm üretememiştir. Ardından, Selim ve Özkarahan (2008) ve Torabi ve Hassini (2008)'nin önermiş oldukları daha karmaşık ve gelişmiş modeller geliştirilmiştir.

Belirsiz koşullar altında tedarik zinciri ağı tasarım problemlerinin çözümünde çeşitli modeller kullanılmaktadır. Bu modellerin birçoğu analitik yaklaşımlar, benzetim yaklaşımları ve hibrid yaklaşımlar ile çözülebilmektedir (Jung vd., 2004). Bu yaklaşımlar ile geliştirilen modeller, genellikle geçmiş dönemlerden elde edilen veriler ile belirsiz tedarik zinciri ağlarını çözmeye çalışmaktadır. Fakat problemlerin verileri güvenilir olmadığı zamanlarda, kullanılan çözüm yaklaşımları karar vericiye en iyi sonucu vermemektedir (Wang ve Shu, 2005). Bu bağlamda ilk kez Azeri bilim adamı Lotfi A. Zadeh tarafından 1965 yılında ortaya atılan bulanık küme teorisi ve olabirsel çözüm yaklaşımları (Zadeh, 1978) belirsiz tedarik zinciri ağı problemlerinin çözümünde kullanılan alternatif yöntemler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Birden fazla amaç fonksiyonu içeren çok amaçlı matematiksel programlama modellerinde amaç, her bir fonksiyonun değerini en iyi yapabilmektir. Fakat bazı tedarik zinciri yapılarında toplam kârı en büyükmek, toplam maliyeti en küçükmek, çevreye verilen toplam zararı en küçükmek gibi karşımıza çelişen amaçlar çıkabilmektedir. Bu durumda karar vericiler için iyi çözüm seçenekleri üretmek ve bunlar arasından en uygun veya en çok tercih edilenleri seçmek daha uygun olmaktadır (Mavrotas, 2009).

Tedarik zinciri ağı tasarımı problemlerinin çözümünde, eldeki imkânlar dâhilinde, en iyi sonuca ulaşabilme sürecinde karar verici iki durum ile karşılaşmaktadır. Bunlardan birincisi, toplam maliyeti en küçükmek, müşteri hizmet düzeyini en büyükmek gibi tedarik zincirinin yapısından kaynaklanan çelişen amaçların ortaya çıkması, diğeri ise ürün taşıma maliyeti, talep miktarı, teslim etme zamanı gibi bilgilerin kesinlik içermediği durumlarda ortaya çıkan bulanık parametrelerdir. Bu yüzden tedarik zinciri yönetimi problemlerinin çözümü için geliştirilen matematiksel modellerin çok iyi kurulması ve yöneticilere mükemmel bir karar destek mekanizması sağlaması istenen koşullar arasındadır (Torabi ve Hassini, 2008).

$\epsilon$ -kısıt metodu, çok amaçlı karar problemlerini tek amaçlı probleme dönüştürerek çözen bir metottur. Çözüm sürecinde bu yöntemin en büyük avantajı, karar verici için birden fazla uygun çözüm seçenekleri üretilebilmesidir. Ardından, karar verici bunlar arasından en çok tercih edilenleri seçerek nihai kararını verebilmektedir (Ehrgott, 2005). Aşağıda bir probleme ait iki amaç fonksiyonunun  $\epsilon$ -kısıt metodu ile dönüştürülmüş denklemi bulunmaktadır.

$$\text{Enk } W_1$$

$$k. a$$

$$W_2 \geq \epsilon$$

(problemin diğerkısıtları...)

$$X \in F(x)$$

Bu yönteme göre ilk olarak orijinal iki amaçlı problemin bir amacı amaç fonksiyonu bir amacı ise kısıtmış gibi düşünülerek, problem tek amaçlı bir model haline dönüştürülmektedir. Bu sayede orijinal iki amaçlı matematiksel modelin amaç fonksiyonlarının birbirlerine göre değişimi görülmektedir. Amaç fonksiyonları arasında zıt bir durum söz konusu ise, karar verici kendisine göre en uygun noktada problemin çözüm kümesini bulabilmektedir.

Çalışmada  $\epsilon$ -kısıt metodu temelinde bulanık çözüm yöntemi önerilmiştir. Daha önceden de ifade edildiği gibi,  $\epsilon$ -kısıt metodu karar vericiye en uygun çözümü bulmaya yardımcı olacak mümkün bütün sonuçları göstermektedir. Bu yüzden yöntemin uygulama sürecinde öncelikle bütün sonuçlar bulunur ve karar verici sahip

olduğu bilgiler ışığında en uygun çözümü belirlemektedir (Ehrgott, 2005). Yöntemin bu özelliği kendisini diğer çok amaçlı matematiksel modelleri çözen yöntemlerden ayırmaktadır.

Bir matematiksel modelin çözümünde  $\epsilon$ -kısıt metodu uygulanacaksa, karar vericinin bilmesi gereken iki önemli nokta vardır. Bunlar, (1) her bir amaç fonksiyonunun değişim aralığı belirlemek ve (2) epsilon ( $\epsilon$ ) değerini amaç fonksiyonunu değişim aralığına göre değiştirmektir. Amaç fonksiyonunun üst sınır ve alt sınır değerlerini belirlemek için karşılaştırmalı ödünleşme tablosu kullanılmaktadır. Tüm bunların yanında yöntemin bir dezavantajlı tarafı vardır. Bazen belirlenen değişim aralığı zayıf (yetersiz) sonuçlar verebilmektedir. Bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak ve karar vericiye uygun bir karar tablosu sunabilmek için, her bir amaç fonksiyonunun tatmin derecesine göre epsilon değeri değiştirilmektedir. Bu yüzden bulanık modellerin çözümünde geliştirilmiş  $\epsilon$ -kısıt metodu geliştirilmiştir. Önerilen yöntemin çözüm adımları şu şekildedir:

**Adım 1:** Öncelikle çok amaçlı karma tamsayılı doğrusal programlama modeli Jimenez (2007) yaklaşımı kullanılarak bulanık olmayan yardımcı eşdeğer modele dönüştürülür. Bu şekilde, ilk olarak bulanık parametrelere sahip olan amaç fonksiyonu kesinleştirilir, ikinci olarak kabul edilebilir en küçük esneklik seviyesi ( $\alpha$ ) belirlenmektedir.

**Adım 2:** Her bir amaç fonksiyonu için  $\alpha$ -En İyi Sonuç (EİS) ve  $\alpha$ -En Kötü Sonuç (EKS) değerleri hesaplanarak amaç fonksiyonlarının etkin küme üzerindeki aralığı hesaplanır.  $\alpha$ -EİS değerini hesaplamak için (yani,  $W_1^{\alpha-EİS}, x_1^{\alpha-EİS}$  ve  $W_2^{\alpha-EİS}, x_2^{\alpha-EİS}$ ), her amaç fonksiyonu sırasıyla bulanık olmayan yardımcı eşdeğer model ile çözülmektedir. Yine her amaç fonksiyonu için  $\alpha$ -EKS değeri de benzer şekilde hesaplanmaktadır.

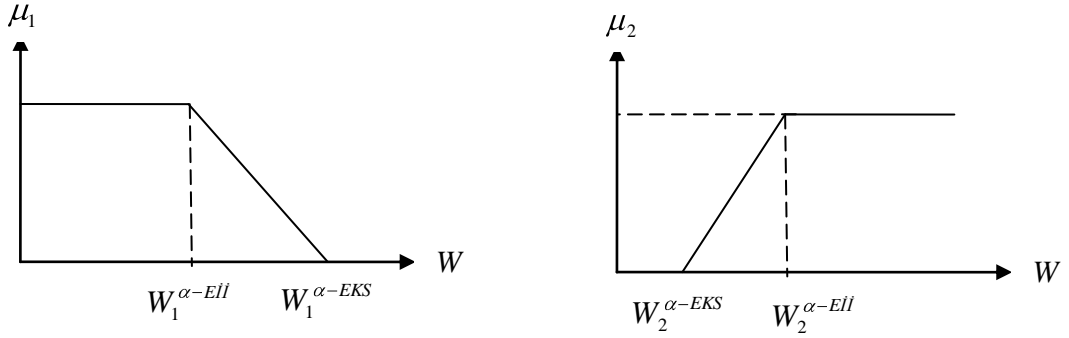


**Adım 3:** Her amaç fonksiyonu için doğrusal üyelik fonksiyonları hesaplanır.

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } W_1 < W_1^{\alpha-Ell} \\ \frac{W_1^{\alpha-EKS} - W_1}{W_1^{\alpha-EKS} - W_1^{\alpha-Ell}} & \text{Eğer } W_1^{\alpha-Ell} \leq W_1 \leq W_1^{\alpha-EKS} \\ 0 & \text{Eğer } W_1 > W_1^{\alpha-EKS} \end{cases}$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } W_2 \geq W_2^{\alpha-Ell} \\ \frac{W_2^{\alpha-Ell} - W_2}{W_2^{\alpha-Ell} - W_2^{\alpha-EKS}} & \text{Eğer } W_2^{\alpha-Ell} \leq W_2 \leq W_2^{\alpha-EKS} \\ 0 & \text{Eğer } W_2 < W_2^{\alpha-EKS} \end{cases}$$

$\mu_n(x)$  amaç fonksiyonları için memnuniyet seviyesini göstermektedir.



**Adım 4:** Bulanık olmayan yardımcı eşdeğer model  $\epsilon$  kısıt metodu ile tek amaçlı bulanık modele dönüştürülür.

**Adım 5:**  $\epsilon$  değeri, farklı uygun çözümler elde edebilmek için ikinci amaç fonksiyonunu aldığı memnuniyet seviyesi değerlerine göre değiştirilir. Gerçekte, bu yöntemde  $\epsilon$  değeri amaç fonksiyonunun aldığı değer aralığına göre seçilmelidir. Bu amaçla, amaç fonksiyonu değeri eşit parçalara bölünür ve her biri için  $\epsilon$  değeri kullanılır. Fakat bu şekilde işlem yapmak oldukça zahmetli ve zaman alıcı olacağından dolayı karar verici 0 ve 1 arasını 8 parçaya bölerek (0, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 1)  $\epsilon$  değerleri belirler ve uygun çözüm kümesi oluşturulur.

**Adım 6:** Eğer karar verici belirlenen aralıkta seçmiş olduğu  $\epsilon$  değeri ile uygun bir çözüme ulaşırsa işlem durdurulur ve sonuç kabul edilir. Aksi takdirde adım 5'e geri dönülür ve yeni bir aralık belirlenir.

Yukarıdaki açıklamalara göre, bulanık olmayan yardımcı eşdeğer model geliştirilmiş  $\epsilon$ -kısıt metodu ile bulanıklaştırılarak aşağıda yer alan fonksiyon elde edilmiştir.

$$\text{Enb } Z = \mu(W_1)$$

k.a

$$\mu(W_2) \geq \epsilon$$

(31) – (40) kısıtları

$$\epsilon \in [0,1]$$

Yukarıdaki formülde, bulanık olmayan eşdeğer modelin birinci amaç fonksiyonuna ait memnuniyet seviyesi amaç fonksiyonu olarak korunurken, ikinci amaç fonksiyonuna ait memnuniyet seviyesi kısıt olarak gösterilmektedir. Bu formülde gerek kısıt gerekse amaç fonksiyonu olarak gösterilen memnuniyet derecesinin sonucunda her hangi bir kısıtlama olmadığı açık bir şekilde görülmektedir.

### 11.3. VERİLERİN TOPLANMASI

Çalışmada kullanılacak verilerin toplanması için öncelikle Eskişehir Buzdolabı Fabrikası'na ait firma yetkilileriyle telefon yoluyla bir ön görüşme yapılmıştır. Bu görüşmede, çalışma amacının ne olduğu, çalışmanın neleri kapsadığı, ne gibi sonuçlar elde edilmek istendiği ve bunun için hangi verilere ihtiyaç duyulduğundan bahsedilmiştir. Aynı zamanda Afyon Kocatepe Üniversitesi İşletme Bölüm Başkanlığı, Ana Bilim Dalı Başkanlığı ve Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü vasıtasıyla Arçelik A.Ş. İstanbul Müdürlüğü'ne izin talebinde bulunmak kaydıyla bir dilekçe gönderilmiştir. Bu yazışmaların ve yapılan telefon görüşmelerinin neticesinde firma yetkilileri, ürünlere ait satış rakamlarını paylaşamayacaklarını fakat diğer istenen bilgiler konusunda yardımcı olacaklarını ifade etmişlerdir. Yapılan bu görüşmelerin ardından kendilerine teşekkür edilmiş ve

çalışmamızın yapılabilmesi için ürün satış/talep verilerine sektör raporları incelenerek ulaşılmaya çalışılacağı söylenmiştir.

Türkiye Beyaz Eşya Sanayicileri Derneği (Türkbesd) ve Elektrik, Elektronik ve Hizmet İhracatçıları Birliği'nin 2013 sektör raporuna göre, ülkemizde üretilen buzdolabı miktarı 5.645.358 adettir. Bu rakamın 4.003.722'si ihraç edilmiş 1.626.748 adedi ise iç satış için kullanılmıştır. İç satışın toplam üretilen buzdolabı miktarına oranı % 30 civarında çıkmaktadır. Arçelik buzdolabı işletmesinin sektör ortalamasında çalıştığı ve iç pazara yapılan satışların toplam üretimin % 30 dolaylarında olduğu varsayımı ile hareket edildiği takdirde 2013 yılında Arçelik'e ait toplam 3.825.000 olan buzdolabı üretim adedinin % 30'u 1.147.500 adet olmaktadır. Sonuç olarak, Türkiye sınırları içerisinde bulunan müşterilere yönelik toplam buzdolabı satış miktarı bulunmuştur. Bu rakam nüfus yoğunluğu dikkate alınarak illere dağıtıldığında, iki tip ürün grubuna ait talep miktarları tahmin edilmiş olmaktadır. Arçelik A.Ş.'nin internet adresinden elde edilen bilgiye göre No-Frost tipine ait ürün sayısı Gardrop tipine ait ürün sayısının 2 katıdır. Bu durum ürünlere olan müşteri talepleri hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca tersine tedarik zinciri akışının gereği olarak müşterinin çeşitli sebeplerden dolayı memnun kalmadığı, kusurlu, ömrü bitmiş veya yerine ulaştırılamamış ürünlerin geri dönüşleri olacaktır. Yapısında ki belirsizliklerden dolayı önceden tahmin edilmesi, planlanması ve kontrolü oldukça zor bir süreçtir. Geri dönen ürünlerin miktarı ve zamanlaması hakkında kesin bilgiye sahip olunmadığı için işletme her ürün için farklı geri dönüş oranları belirleyebilmektedir. Çalışmada ürün geri dönüş oranı 0,08 olarak belirlenmiştir.

Bulanık küme teorisi insan algısının, düşüncesinin, davranışlarının belirsizliğini dikkate alması ile klasik mantıktan ayrılmakta ve bu sayede daha esnek ve güçlü bir özellik kazanmaktadır. Zimmerman (1983) bulanık küme teorisinin iki temel özelliğinden bahsetmektedir. (1) Bulanık küme teorisinde sayıların üyelik fonksiyonu çok kritik bir rol oynamaktadır. (2) Bulanık küme teorisi, gerçek hayat problemlerinde uygulanmasından dolayı esnek ve biçimseldir. Üyelik fonksiyonları bulanık küme teorisinin en önemli yapı taşlarından biri durumundadır. Petrovic vd. (2006) müşteri ve pazar uzmanı tarafından gelen talep tahminlerini istatistiksel yöntemler ile birleştirerek iyimser ve kötümser değerleri belirlemişlerdir. Eğer

tahmin edilecek ürün talepleri için yeterli veri bulunamaz ise istatistiksel yöntemler kullanılmadan sadece uzman görüşleri dikkate alınarak işlem yapılmaktadır (Kabak, 2008: 165). Çalışmada yargısal kaynaklardan elde edilen bilgiler güven aralığı istatistiksel yöntemi ile birleştirilerek iyimser, beklenen ve kötümser bulanık sayılar oluşturulmuştur (Pishvae, 2011: 645). Ayrıca çalışmada kullanılan diğer bulanık parametreler düzgün dağılıma uygun olarak üretilmiştir.

$$\tilde{T}_p = t_n - z * \sigma_n \quad (\text{Kötümser}) \quad (41)$$

$$\tilde{T}_m = t_n \quad (\text{Beklenen}) \quad (42)$$

$$\tilde{T}_o = t_n + z * \sigma_n \quad (\text{İyimser}) \quad (43)$$

Bu denklemlerde  $n$  her bir müşteri bölgesini temsil etmekte,  $t_n$  ürünler için normal talep değerini,  $\sigma_n$  ürünlere ait taleplerin standart sapmasını ve  $z$  güven aralığı yüzdesi ile ilgili  $Z$  tablosu değerini (% 95 güven aralığında  $z = 1.645$  alınmıştır) göstermektedir.  $Z$  tablo değeri talep miktarlarını dengeleyebilmek amacıyla sadece 5000'den büyük müşteri bölgeleri için kullanılmıştır. Yukarıda ifade edilen bilgiler doğrultusunda, müşteri talepleri ve müşterilerden geri dönen ürün miktarlarına ait tahmini bulanık veriler Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Müşteri Bölgelerinin İki Tip Ürüne Ait Talepleri ve Geri Dönen Miktarlar

Müşteri Bölgeleri ( $k$ )	Talep (bin adet) ( $D_{kp}$ )	Geri Dönen (bin adet) ( $R_{kp}$ )
(1) Adana	(17.242, 21.552, 25.863) (8.492, 10.615, 12.738)	(1.379, 1.724, 2.069) (679, 849, 1.019)
(2) Adıyaman	(4.791, 5.988, 7.186) (2.360, 2.950, 3.539)	(383, 479, 575) (189, 236, 283)
(3) Afyon	(5.673, 7.091, 8.509) (2.794, 3.493, 4.191)	(454, 567, 681) (224, 279, 335)
(4) Ağrı	(4.422, 5.527, 6.632) (2.178, 2.722, 3.267)	(354, 442, 531) (174, 218, 261)
(5) Amasya	(2.583, 3.229, 3.874) (1.272, 1.590, 1.908)	(207, 258, 310) (102, 127, 153)
(6) Ankara	(40.473, 50.591, 60.709) (19.934, 24.918, 29.901)	(3.238, 4.047, 4.857) (1.595, 1.993, 2.392)
(7) Antalya	(17.314, 21.643, 25.971) (8.528, 10.660, 12.792)	(1.385, 1.731, 2.078) (682, 853, 1.023)
(8) Artvin	(1.358, 1.698, 2.038) (669, 836, 1.004)	(109, 136, 163) (54, 67, 80)
(9) Aydın	(8.190, 10.238, 12.285)	(655, 819, 983)

	(4.034, 5.043, 6.051)	(323, 403, 484)
<b>(10) Balıkesir</b>	(9.328, 11.660, 13.992) (4.594, 5.743, 6.891)	(746, 933, 1.119) (368, 459, 551)
<b>(11) Bilecik</b>	(1.676, 2.095, 2.514) (825, 1.032, 1.238)	(134, 168, 201) (66, 83, 99)
<b>(12) Bingöl</b>	(2.130, 2.663, 3.195) (1.049, 1.311, 1.574)	(170, 213, 256) (84, 105, 126)
<b>(13) Bitlis</b>	(2.705, 3.381, 4.057) (1.332, 1.665, 1.998)	(216, 270, 325) (107, 133, 160)
<b>(14) Bolu</b>	(2.274, 2.843, 3.411) (1.120, 1.400, 1.680)	(182, 227, 273) (90, 112, 134)
<b>(15) Burdur</b>	(2.064, 2.580, 3.096) (1.017, 1.271, 1.525)	(165, 206, 248) (81, 102, 122)
<b>(16) Bursa</b>	(21.989, 27.486, 32.983) (10.830, 13.538, 16.245)	(1.759, 2.199, 2.639) (866, 1.083, 1.300)
<b>(17) Çanakkale</b>	(4.030, 5.037, 6.045) (1.985, 2.481, 2.977)	(322, 403, 484) (159, 198, 238)
<b>(18) Çankırı</b>	(1.532, 1.914, 2.297) (754, 943, 1.131)	(123, 153, 184) (60, 75, 91)
<b>(19) Çorum</b>	(4.268, 5.336, 6.403) (2.102, 2.628, 3.154)	(341, 427, 512) (168, 210, 252)
<b>(20) Denizli</b>	(7.729, 9.661, 11.594) (3.807, 4.759, 5.710)	(618, 773, 927) (305, 381, 457)
<b>(21) Diyarbakır</b>	(12.895, 16.119, 19.343) (6.351, 7.939, 9.527)	(1.032, 1.290, 1.547) (508, 635, 762)
<b>(22) Edirne</b>	(3.197, 3.997, 4.796) (1.575, 1.969, 2.362)	(256, 320, 384) (126, 157, 189)
<b>(23) Elazığ</b>	(4.559, 5.698, 6.838) (2.245, 2.807, 3.368)	(365, 456, 547) (180, 225, 269)
<b>(24) Erzincan</b>	(1.765, 2.206, 2.647) (869, 1.087, 1.304)	(141, 176, 212) (70, 87, 104)
<b>(25) Erzurum</b>	(6.151, 7.689, 9.226) (3.030, 3.787, 4.544)	(492, 615, 738) (242, 303, 364)
<b>(26) Eskişehir</b>	(6.416, 8.019, 9.623) (3.160, 3.950, 4.740)	(513, 642, 770) (253, 316, 379)
<b>(27) Gaziantep</b>	(14.796, 18.496, 22.195) (7.288, 9.110, 10.932)	(1.184, 1.480, 1.776) (583, 729, 875)
<b>(28) Giresun</b>	(3.409, 4.262, 5.114) (1.679, 2.099, 2.519)	(273, 341, 409) (134, 168, 202)
<b>(29) Gümüşhane</b>	(1.134, 1.418, 1.702) (559, 698, 838)	(91, 113, 136) (45, 56, 67)
<b>(30) Hakkari</b>	(2.190, 2.738, 3.286) (1.079, 1.349, 1.618)	(175, 219, 263) (86, 108, 129)
<b>(31) Hatay</b>	(12.058, 15.072, 18.087) (5.939, 7.424, 8.908)	(965, 1.206, 1.447) (475, 594, 713)
<b>(32) Isparta</b>	(3.351, 4.189, 5.027) (1.651, 2.063, 2.476)	(268, 335, 402) (132, 165, 198)
<b>(33) İçel</b>	(13.684, 17.105, 20.526) (6.740, 8.425, 10.110)	(1.095, 1.368, 1.642) (539, 674, 809)
<b>(34) İstanbul</b>	(113.598, 141.997, 170.397)	(9.088, 11.360, 13.632)

	(55.951, 69.939, 83.927)	(4.476, 5.595, 6.714)
<b>(35) İzmir</b>	(32.579, 40.723, 48.868) (16.046, 20.058, 24.069)	(2.606, 3.258, 3.909) (1.284, 1.605, 1.926)
<b>(36) Kars</b>	(2.414, 3.017, 3.621) (1.189, 1.486, 1.783)	(193, 241, 290) (95, 119, 143)
<b>(37) Kastamonu</b>	(2.953, 3.691, 4.429) (1.454, 1.818, 2.182)	(236, 295, 354) (116, 145, 175)
<b>(38) Kayseri</b>	(10.392, 12.989, 15.587) (5.118, 6.398, 7.677)	(831, 1.039, 1.247) (409, 512, 614)
<b>(39) Kırklareli</b>	(2.732, 3.415, 4.098) (1.346, 1.682, 2.018)	(219, 273, 328) (108, 135, 161)
<b>(40) Kırşehir</b>	(1.793, 2.241, 2.689) (883, 1.104, 1.325)	(143, 179, 215) (71, 88, 106)
<b>(41) Kocaeli</b>	(13.447, 16.809, 20.170) (6.623, 8.279, 9.935)	(1.076, 1.345, 1.614) (530, 662, 795)
<b>(42) Konya</b>	(16.680, 20.850, 25.020) (8.215, 10.269, 12.323)	(1.334, 1.668, 2.002) (657, 822, 986)
<b>(43) Kütahya</b>	(4.589, 5.736, 6.884) (2.260, 2.825, 3.391)	(367, 459, 551) (181, 226, 271)
<b>(44) Malatya</b>	(6.117, 7.647, 9.176) (3.013, 3.766, 4.519)	(489, 612, 734) (241, 301, 362)
<b>(45) Manisa</b>	(10.906, 13.632, 16.359) (5.372, 6.714, 8.057)	(872, 1.091, 1.309) (430, 537, 645)
<b>(46) K.Maraş</b>	(8.630, 10.787, 12.944) (4.250, 5.313, 6.376)	(690, 863, 1.036) (340, 425, 510)
<b>(47) Mardin</b>	(6.255, 7.819, 9.383) (3.081, 3.851, 4.621)	(500, 626, 751) (246, 308, 370)
<b>(48) Muğla</b>	(6.953, 8.691, 10.429) (3.424, 4.280, 5.137)	(556, 695, 834) (274, 342, 411)
<b>(49) Muş</b>	(3.310, 4.137, 4.964) (1.630, 2.038, 2.445)	(265, 331, 397) (130, 163, 196)
<b>(50) Nevşehir</b>	(2.290, 2.863, 3.435) (1.128, 1.410, 1.692)	(183, 229, 275) (90, 113, 135)
<b>(51) Niğde</b>	(2.757, 3.446, 4.135) (1.358, 1.697, 2.037)	(221, 276, 331) (109, 136, 163)
<b>(52) Ordu</b>	(5.868, 7.335, 8.802) (2.890, 3.613, 4.335)	(469, 587, 704) (231, 289, 347)
<b>(53) Rize</b>	(2.633, 3.291, 3.949) (1.297, 1.621, 1.945)	(211, 263, 316) (104, 130, 156)
<b>(54) Sakarya</b>	(7.359, 9.199, 11.039) (3.625, 4.531, 5.437)	(589, 736, 883) (290, 362, 435)
<b>(55) Samsun</b>	(10.122, 12.653, 15.184) (4.986, 6.232, 7.479)	(810, 1.012, 1.215) (399, 499, 598)
<b>(56) Siirt</b>	(2.520, 3.150, 3.780) (1.241, 1.552, 1.862)	(202, 252, 302) (99, 124, 149)
<b>(57) Sinop</b>	(1.641, 2.051, 2.462) (808, 1.010, 1.212)	(131, 164, 197) (65, 81, 97)
<b>(58) Sivas</b>	(5.004, 6.256, 7.507) (2.465, 3.081, 3.697)	(400, 500, 601) (197, 246, 296)
<b>(59) Tekirdağ</b>	(7.015, 8.769, 10.523)	(561, 702, 842)

	(3.455, 4.319, 5.183)	(276, 346, 415)
<b>(60) Tokat</b>	(4.803, 6.004, 7.204) (2.366, 2.957, 3.548)	(384, 480, 576) (189, 237, 284)
<b>(61) Trabzon</b>	(6.083, 7.603, 9.124) (2.996, 3.745, 4.494)	(487, 608, 730) (240, 300, 360)
<b>(62) Tunceli</b>	(685, 857, 1.028) (338, 422, 506)	(55, 69, 82) (27, 34, 41)
<b>(63) Şanlıurfa</b>	(14.456, 18.070, 21.684) (7.120, 8.900, 10.680)	(1.156, 1.446, 1.735) (570, 712, 854)
<b>(64) Uşak</b>	(2.780, 3.475, 4.170) (1.369, 1.711, 2.054)	(222, 278, 334) (110, 137, 164)
<b>(65) Van</b>	(8.585, 10.731, 12.877) (4.228, 5.285, 6.342)	(687, 858, 1.030) (338, 423, 507)
<b>(66) Yozgat</b>	(3.564, 4.454, 5.345) (1.755, 2.194, 2.633)	(285, 356, 428) (140, 176, 211)
<b>(67) Zonguldak</b>	(4.826, 6.032, 7.239) (2.377, 2.971, 3.565)	(386, 483, 579) (190, 238, 285)
<b>(68) Aksaray</b>	(3.071, 3.839, 4.606) (1.513, 1.891, 2.269)	(246, 307, 369) (121, 151, 182)
<b>(69) Bayburt</b>	(607, 758, 910) (299, 373, 448)	(49, 61, 73) (24, 30, 36)
<b>(70) Karaman</b>	(1.909, 2.386, 2.863) (940, 1.175, 1.410)	(153, 191, 229) (75, 94, 113)
<b>(71) Kırıkkale</b>	(2.203, 2.754, 3.305) (1.085, 1.357, 1.628)	(176, 220, 264) (87, 109, 130)
<b>(72) Batman</b>	(4.393, 5.491, 6.589) (2.164, 2.705, 3.245)	(351, 439, 527) (173, 216, 260)
<b>(73) Şırnak</b>	(3.813, 4.766, 5.719) (1.878, 2.347, 2.817)	(305, 381, 458) (150, 188, 225)
<b>(74) Bartın</b>	(1.517, 1.897, 2.276) (747, 934, 1.121)	(121, 152, 182) (60, 75, 90)
<b>(75) Ardahan</b>	(825, 1.031, 1.237) (406, 508, 609)	(66, 82, 99) (32, 41, 49)
<b>(76) Iğdır</b>	(1.528, 1.910, 2.291) (752, 941, 1.129)	(122, 153, 183) (60, 75, 90)
<b>(77) Yalova</b>	(1.766, 2.207, 2.649) (870, 1.087, 1.305)	(141, 177, 212) (70, 87, 104)
<b>(78) Karabük</b>	(1.847, 2.309, 2.771) (910, 1.137, 1.365)	(148, 185, 222) (73, 91, 109)
<b>(79) Kilis</b>	(1.032, 1.289, 1.547) (508, 635, 762)	(83, 103, 124) (41, 51, 61)
<b>(80) Osmaniye</b>	(4.003, 5.004, 6.004) (1.972, 2.464, 2.957)	(320, 400, 480) (158, 197, 237)
<b>(81) Düzce</b>	(2.820, 3.525, 4.230) (1.389, 1.736, 2.083)	(226, 282, 338) (111, 139, 167)

Ayrıca üretim tesisleri, dağıtım merkezleri ve toplama merkezlerine ait bilgiler de Tablo 10, 11 ve 12’de verilmiştir. Aday üretim, dağıtım ve toplama merkezlerinin kapasiteleri son üç yılın üretim verileri düşünülerek oluşturulmuştur.

Tablo 10. Potansiyel Üretim Tesislerinin Sabit Maliyetleri, İş İmkanları ve Kapasiteleri

Potansiyel Üretim Tesisleri ( $i$ )	Sabit Maliyet (₺) ( $FCP_i$ )	Oluşan İş İmkânı Sayısı ( $S_i$ )	Kapasite (milyon adet) ( $CAPP_{ip}$ )
(1) Eskişehir-Aktif	(0,0,0)	(100, 100, 100)	Ürün 1: (2730, 2760, 2800) Ürün 2: (870, 950, 1000)
(2) İstanbul	(1.500.000, 1.700.000, 1.800.000)	(115, 117, 119)	Ü1: (2800, 2850, 2900) Ü2: (850, 920, 945)
(3) Bolu	(3.200.000, 3.520.000, 4.000.000)	(105, 109, 111)	Ü1: (2600, 2700, 2750) Ü2: (910, 930, 945)
(4) Ankara	(1.680.000, 1.920.000, 2.280.000)	(127, 134, 137)	Ü1: (2700, 2730, 2750) Ü2: (890, 980, 1030)
(5) Gaziantep	(2.020.000, 2.280.000, 2.640.000)	(124, 129, 133)	Ü1: (1950, 2070, 2080) Ü2: (840, 880, 920)
(6) Hatay	(2.660.000, 2.940.000, 3.360.000)	(97, 101, 103)	Ü1: (1640, 1660, 1695) Ü2: (900, 920, 965)
(7) Tekirdağ	(1.610.000, 1.800.000, 2.100.000)	(91, 93, 97)	Ü1: (1580, 1710, 1820) Ü2: (807, 911, 925)
(8) Bursa	(1.530.000, 1.500.000, 1.800.000)	(109, 113, 115)	Ü1: (2600, 2680, 2750) Ü2: (90, 100, 115)

Tablo 11. Potansiyel Dağıtım Merkezlerinin Sabit Maliyetleri, İş İmkanları ve Kapasiteleri

Potansiyel Dağıtım Merkezleri ( $j$ )	Sabit Maliyet (₺) ( $FCD_j$ )	Oluşan İş İmkânı Sayısı ( $T_j$ )	Kapasite (milyon adet) ( $CAPD_{jp}$ )
(1) Ankara	(280.000, 320.000, 380.000)	(11, 13, 15)	Ürün 1: (610, 630, 690) Ürün 2: (305, 340, 350)
(2) Antalya	(420.000, 460.000, 520.000)	(15, 17, 20)	Ü1: (800, 820, 870) Ü2: (400, 410, 435)
(3) Bursa	(260.000, 300.000, 360.000)	(9, 12, 14)	Ü1: (900, 670, 700) Ü2: (300, 330, 350)
(4) Elazığ	(390.000, 430.000, 490.000)	(11, 13, 14)	Ü1: (630, 690, 710) Ü2: (340, 345, 350)
(5) G. Antep	(340.000, 380.000, 440.000)	(9, 11, 14)	Ü1: (640, 650, 705) Ü2: (340, 350, 355)
(6) Hatay	(380.000, 420.000, 480.000)	(9, 12, 14)	Ü1: (710, 715, 725) Ü2: (350, 355, 360)
(7) İstanbul-Asya	(300.000, 340.000, 360.000)	(12, 14, 17)	Ü1: (790, 800, 900) Ü2: (390, 400, 425)
(8) İstanbul-Avrupa	(320.000, 360.000, 420.000)	(10, 13, 16)	Ü1: (660, 690, 870) Ü2: (330, 335, 340)
(9) İzmir	(300.000, 340.000, 400.000)	(10, 12, 14)	Ü1: (640, 690, 830) Ü2: (320, 335, 340)
(10) Mardin	(425.000, 455.000, 525.000)	(12, 14, 17)	Ü1: (820, 835, 870) Ü2: (400, 410, 435)
(11) Trabzon	(400.000, 440.000, 500.000)	(8, 12, 14)	Ü1: (700, 715, 720) Ü2: (350, 355, 360)
(12) Samsun	(420.000, 460.000, 520.000)	(6, 9, 12)	Ü1: (650, 700, 725) Ü2: (315, 355, 360)
(13) Kayseri	(330.000, 370.000, 440.000)	(11, 12, 14)	Ü1: (640, 700, 725) Ü2: (305, 350, 360)
(14) Erzurum	(340.000, 380.000, 440.000)	(8, 13, 15)	Ü1: (610, 680, 800) Ü2: (300, 340, 385)
(15) Konya	(360.000, 400.000, 460.000)	(11, 14, 16)	Ü1: (780, 810, 875) Ü2: (400, 405, 425)



Tablo 12. Potansiyel Toplama Merkezlerinin Sabit Maliyetleri, İş İmkânları ve Kapasiteleri

Potansiyel Toplama Merkezleri ( <i>I</i> )	Sabit Maliyet (₺) ( <i>FCC<sub>I</sub></i> )	Oluşan İş İmkânı Sayısı ( <i>V<sub>I</sub></i> )	Kapasite (milyon adet) ( <i>CAPC<sub>Ip</sub></i> )
(1) Ankara	(100.000, 140.000, 200.000)	(5, 6, 7)	Ürün 1: (51, 51.5, 52) Ürün 2: (16.5, 20, 24.5)
(2) Antalya	(140.000, 180.000, 240.000)	(7, 8, 9)	Ü1: (111, 112, 111.5) Ü2: (20, 24, 32.5)
(3) Bursa	(80.000, 120.000, 260.000)	(3, 5, 6)	Ü1: (54, 55, 57) Ü2: (17.5, 18, 23)
(4) G. Antep	(60.000, 100.000, 160.000)	(4, 5, 7)	Ü1: (52, 53, 54) Ü2: (17, 17.5, 21)
(5) İstanbul-Asya	(40.000, 80.000, 140.000)	(5, 7, 8)	Ü1: (60, 62, 65) Ü2: (18, 23, 27.5)
(6) İzmir	(60.000, 100.000, 160.000)	(4, 5, 6)	Ü1: (50, 51, 52) Ü2: (15.5, 16, 22)
(7) Konya	(90.000, 130.000, 190.000)	(5, 7, 8)	Ü1: (60.5, 61, 64) Ü2: (20, 21, 33)

Müşterilerin talepleri haricinde, üretim ve dağıtım merkezlerinin sabit açılış maliyetleri, kapasiteleri, ulaştırma maliyetleri gibi gerçek KDTZ problemlerinde yer alan parametrelerin birçoğunun yapısında yüksek derecede belirsizlik vardır. Çünkü tedarik zinciri ağ tasarımı kararları stratejik kararlardır ve dinamik yapıdır. Özellikle çevresel ve sosyal ölçekler dikkate alındığında belirsizliğin derecesi daha da artmaktadır. Bu yüzden sosyal sorumluluk faaliyetlerini dikkate alan tedarik zinciri ağ tasarımı belirsizlik göz ardı edilirse firmalar çok büyük risklere katlanmak zorunda kalabilmektedir.

Arçelik A.Ş. Buzdolabı İşletmesinde mevcut durumda Gardrop Tipi ve No-Frost olmak üzere iki tip ürün üretilmektedir. Bu ürünlerin birim maliyetleri şu şekilde hesaplanmaktadır:

- Üretilen buzdolabı modellerinden biri ele alınır.
- Bu modelin ürün ağacı oluşturulur.
- Bu modeli oluşturan tüm parçaların satın alma maliyetleri belirlenir.
- Montaj hatlarında her bir işlemin standart süreleri belirlenir ve belirlenen buzdolabı modeli için direkt işçilik maliyetleri hesaplanır.

- Fabrikanın yıllık olarak hesaplanan genel giderleri üretilen buzdolabı miktarına göre birim başına dağıtılır.
- Son olarak, belirtilen maliyetler hesaplanıp toplandığında her bir buzdolabının birim üretim maliyeti hesaplanmış olur.

Muhasebe Birimi'nin çalışmalarına göre, işletmede maliyet belirleme safha maliyet sistemine göre yapılmaktadır. Bu sistemde üretim birbirine bağlı safhalardan meydana gelmekte ve birkaç ürünün üretilmesi mümkün olmaktadır. Bir buzdolabı yaklaşık olarak 4 saat üretim hattında kalmaktadır. Yani bir No-Frost buzdolabı üzerinde 4 saat direkt işçilik gideri vardır. Ayrıca malzeme, işçilik ve genel imalat giderleri hesaba katıldığında birim buzdolabı imalat maliyeti (BİM) hesabı şu şekilde yapılabilmektedir:

$$BİM = (\text{Genel imalat gideri} / \text{Yıllık üretim miktarı}) + \quad (44)$$

$$(\text{Genel malzeme maliyeti} + (4 * \text{İşçilik maliyeti}) / \text{Yıllık üretim miktarı})$$

Yukarıdaki denklem yardımıyla işletmenin BİM, No-frost tipi için 150-250 ₺ ve Gardrop tipi ürün için 250-350 ₺ civarlarında çıkmaktadır. Ürünler toplama merkezinden ya üretim tesislerine tekrar üretim için ya da bertaraf merkezine yok edilmek için gönderilmektedir. Tekrar üretim kullanılamaz hale gelmiş ve hurdaya ayrılmış ürünlerin demonte edilmesi, ayrıştırılması, parçaların temizlenmesi, kontrol edilmesi, yenilenmesi, gerekli görülen parçaların değiştirilmesi ve nihayet yeni bir ürün gibi çalışıp çalışılmadığının kontrol edilmesi için yapılmaktadır. Tekrar üretilen ürünler fiyat açısından yeni ürüne göre daha ucuzdur. Bu da tekrar üretilen ürünün pazarda cazibesini artırmaktadır. İşletmeye gelen ve yeniden üretime tabi tutulacak ürünler gerekli toksin ve zararlı maddelerden ayrıştırılmakta ve güvenli bir şekilde temizlenmektedir. İşletmede çalışma yapılacak ürünler temel alındığında, tekrar üretim maliyeti yeni ürün üretme maliyetinden % 45 ile % 65 arasında daha azdır. Bertaraf merkezi ise, her türlü tıbbi atıklar, kimyasal maddeler, elektronik eşyalar, beyaz eşyalar, pet şişeler ve ömrü bitmiş hurda olarak adlandırılan ürünler yakılarak yok edilmektedir. Atık yönetimi genel esaslarına ilişkin yönetmeliğin 13. Maddesine göre, "atık bertaraf maliyeti, "kirleten öder" prensibine göre, atığın sahibi veya atığın kaynaklandığı ürünün üreticisi tarafından karşılanması" esastır. Bununla birlikte İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yerel Yönetimlerde Üretilen Çevre-Atık

Hizmetlerinin Fiyatlandırılması konulu çalışmasına göre (2012), bir ton katı atığın yakma (bertaraf etme) maliyeti 100 ₺ ile 200 ₺ arasında değişmektedir. Çalışmada beyaz eşya kategorisi içerisinde bulunan buzdolaplarının bertaraf edilme maliyeti de benzer şekilde olduğu kabul edilmiştir. Ayrıca üretim tesislerinde her bir ürünün üretilmesi esnasında çeşitli sebeplerden dolayı oluşan iş kazaları neticesinde işgünü kaybı yaşanmaktadır. İşletmenin 2012 yılına ait kaza Kaza Ağırlık Oranı (KAO) 0.085 düzeyindedir. KAO, iş kazaları nedeniyle kaybedilen toplam işgünü sayısının toplam çalışma saatine bölümünün 1000 ile çarpılması neticesinde ortaya çıkmaktadır. İşletmede çalışanların senelik toplam çalışma saati  $300 \times 8 \times 3000 = 7.200.000$ 'dir. Bu sayede kayıp işgünü sayısı ise senede 612 gün çıkmaktadır. Çalışmamızda No-Frost ve Gardrop tipi olmak üzere iki ürün temel alınmaktadır. Ürünlere ait bulanık maliyetler ve kayıp işgünü sayıları Tablo 13'de gösterilmiştir.

*Tablo 13. Üretim, Tekrar Üretim ve Bertaraf Etme Maliyetleri*

Ürün Cinsi ( $p$ )	Birim Üretim Maliyet ( $PC_p$ )	Tekrar Üretim Maliyeti ( $CP_p$ )	Bertaraf Etme Maliyeti ( $DC_p$ )	Kayıp İşgünü ( $B_p$ )
(1) No-Frost	(150, 200, 250)	(70, 100, 110)	(10, 15, 20)	(374, 408, 450)
(2) Gardrop Tipi	(250, 300, 350)	(105, 135, 150)	(10, 15, 20)	(185, 204, 240)

Çevre ve Orman Bakanlığı'nın her cins yük ve malzemenin metre/ton cinsinden ödenmesi gereken taşıma bedelleri Birim Fiyat Cetveli (2014) verilerine göre belirlenmiştir. Raporda belirtilen birimin çalışmaya uyarlanması gerekmektedir. Bir adet No-Frost tipi iki kapılı ve 460–630 litre brüt hacme sahip buzdolabı ambalajı ile birlikte yaklaşık 70–130 kg arasında gelmektedir (arcelik.com.tr). Buna göre, ortalama 100 kg ağırlığa sahip bir ürüne metre/kg cinsinden ödenmesi gereken taşıma bedelleri Tablo 14'de gösterilmiştir. Elde edilen bu rakamlar ile Karayolları Genel Müdürlüğü'nün 2008 yılında yayınlamış olduğu Yurtiçi Eşya Taşımacılığında Uygulanacak Taban Ücret Tarifesi Tebliğinde (kgm.gov.tr) sunulan rakamlar birbiri ile çok yakın değerler vermektedir. Ayrıca taşıma yapılacak aracın cinsi, yolun fiziki yapısı, otoban kullanımı, taşınacak ürünlerin hassasiyeti, araçları kullananların deneyimleri vs. gibi nedenlerden dolayı taşıma maliyetlerinde bulanıklaşma meydana gelmektedir. Bu yüzden, genel durum bozulmaksızın, 0,2 ile 0,8 arasında olmak üzere düzgün dağılan ( $r_1$  ve  $r_2$ ) iki rastsal sayı üretilmiştir. Buna göre taşıma

maliyetlerinin en iyisi ve en kötüsü şu formül ile hesaplanmıştır (Pishvae ve Turabi, 2010: 2680):

$$\begin{aligned} c^o &= (1 - r_1)c^m \\ c^p &= (1 + r_2)c^m \end{aligned} \quad (45)$$

*Tablo 14. Kilometreye Bağlı Olarak Değişen Taşıma Maliyetleri*

Taşıma Mesafesi (KM)	Birimi (*100)	Birim Taşıma Maliyeti (₺)
0-100	KG	1,7 - 2,5 - 2,9
100-120		2,5 - 2,9 - 3,5
120-150		2,9 - 3,5 - 4,6
150-170		3,5 - 4,6 - 5,0
170-200		4,6 - 5,0 - 5,7
200-220		5,0 - 5,7 - 6,1
220-250		5,7 - 6,1 - 6,7
250-270		6,1 - 6,7 - 7,2
270-300		6,7 - 7,2 - 7,8
300-320		7,2 - 7,8 - 8,2
320-350		7,8 - 8,2 - 8,9
350-370		8,2 - 8,9 - 9,3
370-400		8,9 - 9,3 - 10,0
400-420		9,3 - 10,0 - 10,4
420-450		10,0 - 10,4 - 11,0
450-470		10,4 - 11,0 - 11,5
470-500		11,0 - 11,5 - 12,1
500-550		11,5 - 12,1 - 12,5
550-600		12,1 - 12,5 - 13,0
600-650		12,5 - 13,0 - 13,7
650-700		13,0 - 13,7 - 14,3
700-750		13,7 - 14,3 - 14,8
750-800		14,3 - 14,8 - 15,3
800-850		14,8 - 15,3 - 16,1
850-900		15,3 - 16,1 - 16,8
900-950	16,1 - 16,8 - 17,3	
950-1000	16,8 - 17,3 - 18,2	
1000-...	17,3 - 18,2 - 20,2	

Çevresel sürdürülebilirliğe önem veren işletme, yatırımlarının % 45'i çevre koruma ve % 55'i enerji ve çevre yönetimi harcamaları üzerinedir. Geri dönüşüm teknolojilerinin gelişimi ile su tasarrufu ve su geri kazanım çalışmaları yürütmek, entegre atık yönetimi faaliyetleri yürütmek ve kaynak verimliliği çalışmaları

gerçekleştirmek işletmenin temel hedefleri arasındadır. İşletmenin üretim sürecinde tehlikeli olabilecek atık türleri hidrolik yağlar, ambalajlar, endüstriyel arıtma çamurları ve boya işlemleri esnasında fosfatlama çamurudur. Gerek işletme çalışanları gerekse dış çevre için tehlikeli olabilecek bu atıkların önlenmesi veya azaltılması için teknikler geliştirilmektedir (Arçelik Sürdürülebilirlik Raporu, 2012). Tehlikeli Atık Beyan Sistemi 2013 verilerine göre buzdolabı ürünü için oluşabilecek tehlikeli atık oranı 0,036 ile 0,062 arasında değişmektedir (csb.gov.tr). Çalışma için ortalama 0.05 alınmıştır. İşletmede enerji yönetimi, tüketilen enerji miktarının ölçümü, takibi, analizi ve azaltılması çalışmalarını kapsamaktadır. Enerji verimliliği çalışmaları ile farklı enerji kaynaklarına yönelerek karbon salınım oranlarını azaltmayı hedeflenmektedir. 2012 yılı itibariyle Arçelik A.Ş. genel müdürlüğünde ve diğer idari binalarda % 100 yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik tüketimine geçilmiştir. Buzdolabı işletmesinde son üç yılın performansına bakıldığında birim başına düşen elektrik tüketimi % 28,2 azalmıştır. Bu düşüşün büyük çoğunluğu yenilenebilir enerji imkânları ile gerçekleşmiştir. Ayrıca işletmede, üretilen veya ithal edilen elektrikli/elektronik cihazlarda kullanılan malzemelerin içeriğinde, çevreye ve kişiye zararlı kimyasal maddelerin kullanılmaması, yerine göre azaltılması için prosedür hazırlanmıştır. Bu prosedür gereği yasaklanacak ve kısıtlama getirilecek maddelerin düzenlemelerine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar Arçelik Yeşil Kimya Ekibi tarafından yürütülmekte ve Enerji ve Çevre yöneticiliği birimlerinden görevleri uzmanlar tarafından denetlenmektedir. Özellikle bir üründe en sık kullanılan çelik, alüminyum ve bakır alaşımlarının kullanımı sınırlandırılmakta ve 1000 ppm (1 ppm=0,001 kg veya litre) düzeylerini geçmesine izin verilmemektedir (arçelik çevre prosedürü, 2006: 4). Çalışmada kullanılacak olan ortalama atık oranı, tehlikeli madde oranı ve temiz (yenilenebilir) teknoloji oranları Tablo 15’de verilmiştir.

*Tablo 15. Ortalama Atık, Temiz Teknoloji ve Tehlikeli Madde Oranları*

Ürün Cinsi ( $p$ )	Ortalama Atık Oranı ( $E_p$ )	Temiz Teknoloji Oranı ( $N_p$ )	Tehlikeli Madde Oranı ( $H_p$ )
(1) No-Frost	0,05	1,00	0,10
(2) Gardrop Tipi	0,05	1,00	0,10

#### 11.4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Bir beyaz eşya imalat işletmesine ait kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı için önerilen modellerin sonuçlarını değerlendirmek, analiz etmek ve birbirleriyle karşılaştırmak maksadıyla Pentium Core2 Duo 2.53 GHz işletim sistemi ve 4 GB RAM özelliğine sahip bir bilgisayarda matematiksel programlama ve optimizasyon için tasarlanan yüksek seviyeli bir programlama dili kullanılmıştır. Programın kodları Ek Şekil 8’de verilmiştir. Bu programın temel girdileri kümeler ( $i, j, k$  gibi), parametreler, değişkenler, denklemler ve modelin kendisidir. Program, daha önceden derlenmiş doğrusal, doğrusal olmayan ve karma modelleri optimizasyon tabanlı çözümünü gerçekleştirdikten sonra sonuç raporu ile karar vericinin istediği en uygun sonucu vermektedir. Birçok işletim sisteminde kolaylıkla çalışabilen ve çok kısa sürelerde çözüm üretebilen bu program sayesinde zor, karmaşık ve büyük boyutlu matematiksel modeller çözülebilmektedir. Programın ara yüzündeki esneklik sayesinde kullanıcı, parametre girişlerini, rakamlar üzerinde istediği değişiklikleri, çözüm kümesinden diğer bir çözüm kümesine geçişi ve doğrusal modelleri doğrusal olmayan veya tersi işlemleri rahatlıkla yapabilmektedir.

Çalışmada önerilen olabirsel doğrusal programlama yöntemleri ile geliştirilen kurumsal sosyal sorumluluğu dikkate alan çok amaçlı, çok ürünlü, çok kademeli ve belirsiz bilgiye sahip kapalı döngü tedarik zinciri modeli, yukarıdaki Tablo 13, 14 ve 15’de verilen veriler kullanılarak kabul edilebilir esneklik seviyelerinde ( $\alpha$ : 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 ve 1.0) ve  $\epsilon$  değerleri ( $\epsilon$ : 0.0, 0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 ve 1.0) yardımıyla çözülmüş ve en uygun çözüm üretilmeye çalışılmıştır. Modelin çözümü ile boyut analizi yapılmak istendiğinde ortaya 3961 adet tek değişken, 30 adet kesikli değişken, 18042 adet tam sayılı değişken ve 416 adet kısıt çıkmıştır. Geliştirilmiş  $\epsilon$ -kısıt metodunun sonuçlarını değerlendirmek için maliyet fonksiyonunun memnuniyet seviyesi nihai modelin amacı ve sosyal sorumlu tedarik zinciri fonksiyonunun memnuniyet seviyesi nihai modelin kısıtı olarak değiştirilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Modelin çözümündeki süreler ihmal edilebilecek kadar az çıkmıştır.

Tablo 16’da farklı  $\alpha$  ve farklı  $\epsilon$  değerleri için çözüm sonuçları görülmektedir.

Tablo 16. Farklı  $\alpha$ -Seviyelerine Göre Çıkan Sonuçlar

$\alpha$ -seviyesi (güvenilirlik düzeyi)	Memnuniyet seviyesi		Amaç fonksiyonları değerleri		Açılan tesisler			Çevresel ve Sosyal etkilerin maliyeti (₺)
	$\mu(W_1)$	$\mu(W_2)$ €	Z <sub>1</sub> (₺)	Z <sub>2</sub> (birim)	Üretim tesisleri	Dağıtım merkezleri	Toplama merkezleri	
0.1	0,92	0	267.333.870,25	0	1,2,4,5	1,2,3,5,7,8,9,10,11,14,15	1,2,3,5,6,7	1.719.544,70
	1,00	0,20	265.614.325,55	263.185	1,8	1,5,8	1,7	0,00
	0,47	0,40	277.017.347,92	526.370	1,8	13	1,3,7	11.403.022,37
	0,39	0,50	278.629.073,94	657.963	1,8	13	1,4	13.014.748,39
	0,31	0,60	280.309.042,50	789.555	1	13	1,7	14.694.716,95
	0,23	0,70	281.968.525,34	921.148	1	1,5,13	1,3,5,7	16.354.199,79
	0,16	0,80	283.628.910,36	1.052.740	1	1,3,13	1,2,3,4,5,7	18.014.584,81
	0,00	1,00	286.984.654,34	1.315.926	1	1,3,5,13	1,2,3,4,5,6,7	21.370.328,79
		<b>Enk</b>	265.614.325,55					
		<b>Enb</b>	286.984.654,34					
		<b>Fark</b>	21.370.328,79					
0.3	0,86	0	278.442.145,45	0	1,2,4,5	1,2,3,5,7,8,9,10,11,14,15	1,2,3,5,6,7	2.223.809,62
	1,00	0,20	276.218.335,83	259.481	1	1,3,5	1,4,	0,00
	0,77	0,40	279.792.970,27	518.962	1	1,3,5	1,4	3.574.634,44
	0,73	0,50	280.448.428,24	648.703	1,8	1,3,8	1,4	4.230.092,41
	0,62	0,60	282.104.182,50	778.443	1,8	1,3,5,8	1,4,7	5.885.846,67
	0,52	0,70	283.738.763,42	908.184	1	1,5,8	1,3,5,7	7.520.427,59
	0,41	0,80	285.376.924,56	1.037.924	1,8	1,3,5,8	1,2,3,4,7	9.158.588,73
	0,00	1,00	291.759.215,48	1.297.406	1,8	1,3,5,8	1,2,3,4,5,7	15.540.879,65
		<b>Enk</b>	276.218.335,83					
		<b>Enb</b>	291.759.215,48					
		<b>Fark</b>	15.540.879,65					

Tablo 16. Farklı  $\alpha$ -Seviyelerine Göre Çıkan Sonuçlar – devamı

$\alpha$ -seviyesi (güvenilirlik düzeyi)	Memnuniyet seviyesi		Amaç fonksiyonları değerleri		Açılan tesisler			Çevresel ve Sosyal etkilerin maliyeti (₺)
	$\mu(W_1)$	$\mu(W_2)$ €	$Z_1$ (₺)	$Z_2$ (birim)	Üretim tesisleri	Dağıtım merkezleri	Toplama merkezleri	
0.5	0,83	0	289.661.773,61	0	1,2,4,5	1,2,3,5,7,8,9,10,11,14,15	1,2,3,4,5,6,7	2.086.072,83
	1,00	0,20	287.575.700,78	255.777	1	1,3,5,8	1,4	0,00
	0,71	0,40	291.165.069,52	511.554	1	1,3,5	1,4	3.589.368,74
	0,66	0,50	291.740.608,25	639.443	1,8	1,3,5,8,9	1,4	4.164.907,47
	0,53	0,60	293.357.790,89	767.332	1,8	1,3,5,8,9	1,4,7	5.782.090,11
	0,40	0,70	294.984.119,75	895.220	1	1,3,5,8	1,3,5,7	7.408.418,97
	0,27	0,80	296.597.755,53	1.023.109	1,8	1,3,5,8	1,3,4,5,6,7	9.022.054,75
	0,00	1,00	299.855.717,31	1.278.887	1,8	1,3,5,8	1,2,3,4,5,6,7	12.280.016,53
		<b>Enk</b>	287.575.700,78					
		<b>Enb</b>	299.855.717,31					
		<b>Fark</b>	12.280.016,53					
0.7	0,85	0	300.776.565,77	0	1,2,4,5	1,2,3,5,7,8,9,10,11,14,15	1,2,3,4,5,6,7	1.843.500,05
	1,00	0,20	298.933.065,72	252.073	1	1,3,5,8	1,4	0,00
	0,70	0,40	302.537.168,77	504.146	1	1,3,5,8	1,4	3.604.103,05
	0,65	0,50	303.132.788,25	630.183	1,8	1,3,5,8	1,4	4.199.722,53
	0,53	0,60	304.640.083,15	756.220	1,8	1,3,5,8	1,4,7	5.707.017,43
	0,40	0,70	306.222.681,53	882.256	1	1,5,8	1,3,5,7	7.289.615,81
	0,26	0,80	307.836.390,45	1.008.293	1,8	1,3,5,8	1,2,3,4,5,7	8.903.324,73
	0,00	1,00	311.034.391,18	1.260.367	1,8	1,3,5,8	1,2,3,4,5,6,7	12.101.325,46
		<b>Enk</b>	298.933.065,72					
		<b>Enb</b>	311.034.391,18					
		<b>Fark</b>	12.101.325,46					



Tablo 16. Farklı  $\alpha$ -Seviyelerine Göre Çıkan Sonuçlar – devamı

$\alpha$ -seviyesi (güvenilirlik düzeyi)	Memnuniyet seviyesi		Amaç fonksiyonları değerleri		Açılan tesisler			Çevresel ve Sosyal etkilerin maliyeti (₺)
	$\mu(W_1)$	$\mu(W_2)$ €	$Z_1$ (₺)	$Z_2$ (birim)	Üretim tesisleri	Dağıtım merkezleri	Toplama merkezleri	
0.9	0,89	0	311.506.357,93	0	1,2,4,5	1,2,3,5,7,8,9,10,11,15	1,2,3,4,5,6,7	1.215.927,27
	1,00	0,20	310.290.430,66	248.369	1	1,3,5	1,4	0,00
	0,82	0,40	312.400.159,69	496.738	1	1,3,5	1,4	2.109.729,03
	0,69	0,50	313.896.580,17	620.923	1	1,3,5,8	1,4	3.606.149,51
	0,51	0,60	315.908.027,02	745.108	1,8	1,3,5,8	1,3,4,5	5.617.596,36
	0,38	0,70	317.465.001,55	869.292	1	1,3,5,8	1,3,4,5,7	7.174.570,89
	0,24	0,80	319.057.337,05	993.477	1,8	1,3,5,8	1,2,3,4,5,6,7	8.766.906,39
	0,00	1,00	321.781.879,13	1.241.847	1,8	1,3,5,13	1,2,3,4,5,6,7	11.491.448,47
		<b>Enk</b>	310.290.430,66					
		<b>Enb</b>	321.781.879,13					
		<b>Fark</b>	11.491.448,47					
1.0	1,00	0	317.063.754,01	0	1,2,4,5	1,2,3,5,7,8,9,10,11,15	1,2,3,4,5,6,7	0,00
	0,90	0,40	318.151.822,66	493.035	1	1,3,5,8	1,4	1.088.068,65
	0,73	0,50	319.971.070,00	616.294	1	1,3,5	1,4,7	2.907.315,99
	0,58	0,60	321.541.998,96	739.552	1,8	1,2,5	1,4,7	4.478.244,95
	0,44	0,70	323.086.174,46	862.811	1	1,5,8	1,3,7	6.022.420,45
	0,36	0,75	323.881.154,32	924.441	1,8	1,3,5,8	1,3,4,5,6,7	6.817.400,31
	0,29	0,80	324.667.822,73	986.070	1,8	1,3,5,8	1,2,3,4,5,7	7.604.068,72
	0,00	1,00	327.795.661,53	1.232.588	1,8	1,3,5,8	1,2,3,4,5,6,7	10.731.907,52
		<b>Enk</b>	317.063.754,01					
		<b>Enb</b>	327.795.661,53					
		<b>Fark</b>	10.731.907,52					

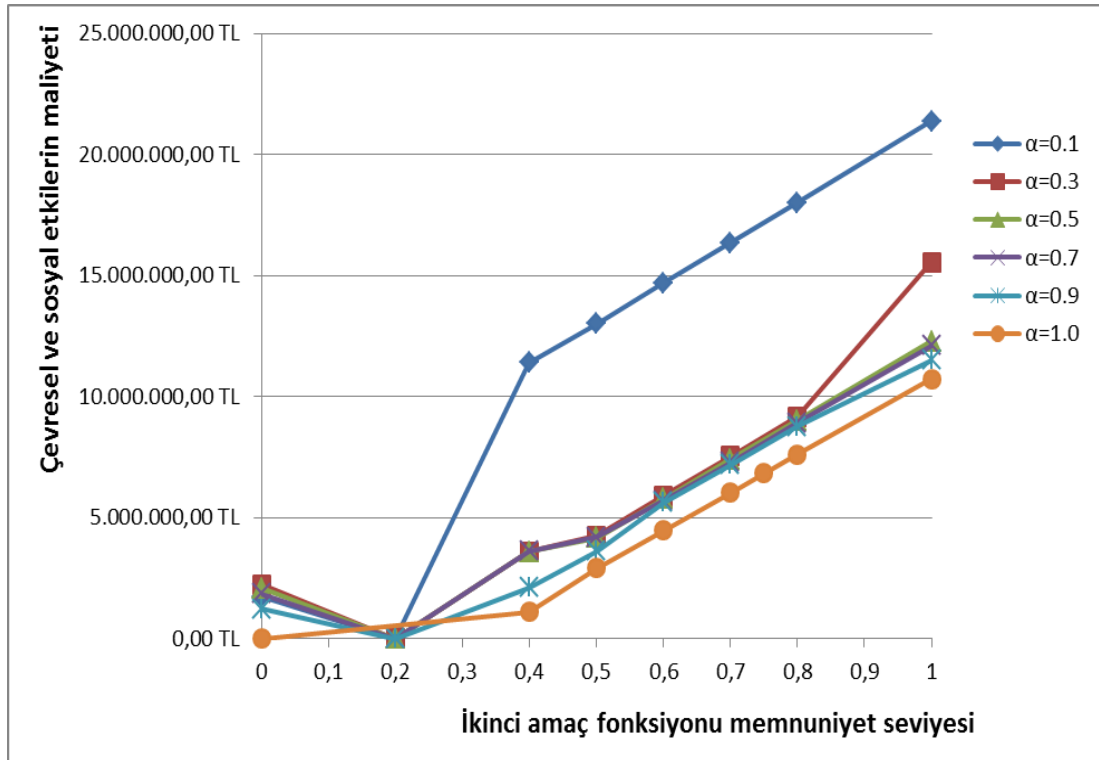
Tablo 16’da kabul edilebilir en küçük esneklik seviyesi  $\alpha$ ’nın değişimi amaç fonksiyonlarının memnuniyet seviyelerinde ve değerlerinde farklılıklar meydana getirdiği görülmektedir. Örneğin,  $\alpha=0.1$  iken birinci amaç fonksiyonunun en iyi memnuniyet seviyesinde aldığı değer  $Z_1=265.614.325,55$  ₺ ve ikinci amaç fonksiyonunun en iyi memnuniyet seviyesinde aldığı değer  $Z_2=1.315.926$  birimdir. Kabul edilebilir en küçük esneklik seviyesi ( $\alpha$ ) artırıldığında toplam maliyet değerleri artarken kapalı döngü tedarik zincirinde sosyal sorumluluğun değeri azalmaktadır. Yani, bir yönetici veya karar verici belirsizliğin hâkim olduğu bir ortamda, üretim, dağıtım, kuruluş yeri seçimi gibi stratejik konular hakkında yüksek güvenilirlik düzeyinde karar vermek istediği takdirde daha fazla maliyete katlanmak zorunda kalmakta, buna karşın problemleri daha düşük sosyal sorumluluk düzeyinde çözebilmektedir. Diğer bir ifade ile modern üretim ve modern pazarlamanın gereği olarak tüketicilerin istek ve arzuları pazar, teknoloji, yenilikler ve çevresel belirsizlikler dikkate alınarak eksiksiz, zamanında, en uygun koşullarda ve istenen miktarlarda karşılanmak istendiğinde yüksek harcamalar yapılması kaçınılmaz olmaktadır. Sektörde büyümek ve rekabet avantajı elde etmek isteyen işletme belirsizliğin üstesinden gelebilmek için maliyeti artırmaya neden olabilecek bazı faaliyetlerde bulunmaktadır. Bunlar; daha fazla risk içeren tedbirler almak, talebi eksiksiz karşılayabilmek ve geri dönüşleri mümkün olduğu kadar azaltabilmek için daha fazla ama kaliteden ödün vermeden üretim yapmak, alternatif güzergâhlar belirlemek, dağıtım merkezlerinin sayısını artırmak ve riskin daha az olduğu yan sanayi üreticileri ile uzun dönem anlaşmalar imzalamak şeklindedir. İşletme, müşteri tatminini en üst düzeyde karşılanmaya çalışılırken, diğer taraftan gerek tedarik zinciri faaliyetlerinde gerekse üretimin her aşamasında sosyal sorumluluk adına gerçekleştirmek istediklerini ihmal edebilmektedir.

Kabul edilebilir esneklik seviyesine, bir yönüyle kabul edilebilir güvenilirlik düzeyi de denilebilmektedir. Güvenilirlik düzeyi, yeterli büyüklüğe sahip ve istatistiksel olarak hatayı en aza indirmek için tasarlanan veriler üzerinde analizler yapılan bir değerdir. Verilerin güvenilirlik testinde sonuçların 0.7 ile 0.9 arasında çıkması beklenir. Test, tekrar test ve iç tutarlılık testlerinde yüksek güvenilirlik elde etmek, bir çalışmanın geçerliliği açısından oldukça önemlidir (Kline, 2000: 12–13).

Diğer taraftan sabit bir güvenilirlik düzeyinde amaç fonksiyonları arasında bir çelişki veya zıtlık görülmektedir. Birinci amaç fonksiyonu değeri arttıkça, ikinci amaç fonksiyonu değeri de artmaktadır. Yani işletme, verimliliği artırma yönünde stratejik kararlar vermek istediğinde toplam maliyetlerini azaltarak daha merkezi bir tedarik zinciri ağı kurma eğiliminde olmaktadır. Yani, işletme yönetimi planlama kararlarını daha az sayıda tesis ile vermektedir. Fakat bunu gerçekleştirirken aynı zamanda tedarik zincirinde kurumsal sosyal sorumluluğu da artırmak istediğinde, hem fazla maliyete katlanmak zorunda kalmakta hem de işletmenin tedarik zinciri ağ yapısı merkezi dışı olma yönünde eğilim göstermektedir. Bu sayede daha fazla tesis açılmakta, tesisler arası ürün taşıma güzergâhları değişmekte, taşınan ürün miktarları ve maliyetleri artmaktadır. Aynı zamanda elde kalan, ömrü bitmiş veya tamiri mümkün olmayan ürünleri yok etmek maksadıyla bertaraf etme merkezine (Ankara) gönderilen miktarda da artma olmaktadır. Örneğin güvenilirlik düzeyinin  $\alpha=0.9$  olduğu sonuçlara bakıldığında,  $\mu_1(W)=1,00$  iken uygun sonuçlar  $Z_1=310.290.430,66$  ₺ ve  $Z_2=248.396$  birim değerlerini almış ve bir üretim tesisi (Eskişehir), üç dağıtım merkezi (Ankara, Bursa ve Gaziantep) ve iki toplama merkezi (Ankara ve Gaziantep) açılmıştır.  $\mu_1(W)=0.24$  olduğunda ise uygun sonuçlar  $Z_1=319.057.337,05$  ₺ ve  $Z_2=993.477$  birim değerlerini almış ve iki üretim tesisi (Eskişehir ve Bursa), dört dağıtım merkezi (Ankara, Bursa, Gaziantep ve İstanbul) ve yedi toplama merkezi (Ankara, Antalya, Bursa, Gaziantep, İstanbul-Asya, İzmir ve Konya) açılmıştır. İşletme, ikinci amaç fonksiyonunda bulunan çevresel ve sosyal faaliyetlere önem verdikçe açılan tesislerin sayısı artmakta, o tesislerde istihdam edilen işgünü miktarı artmakta, arıza ve bozulmalardan dolayı oluşan kayıp işgünü sayısı azalmakta, üretimde oluşan atık miktarı ve tehlikeli madde oranı azalmakta ve alternatif enerji kaynakları ile birlikte kullanılan temiz teknoloji oranı artmaktadır.

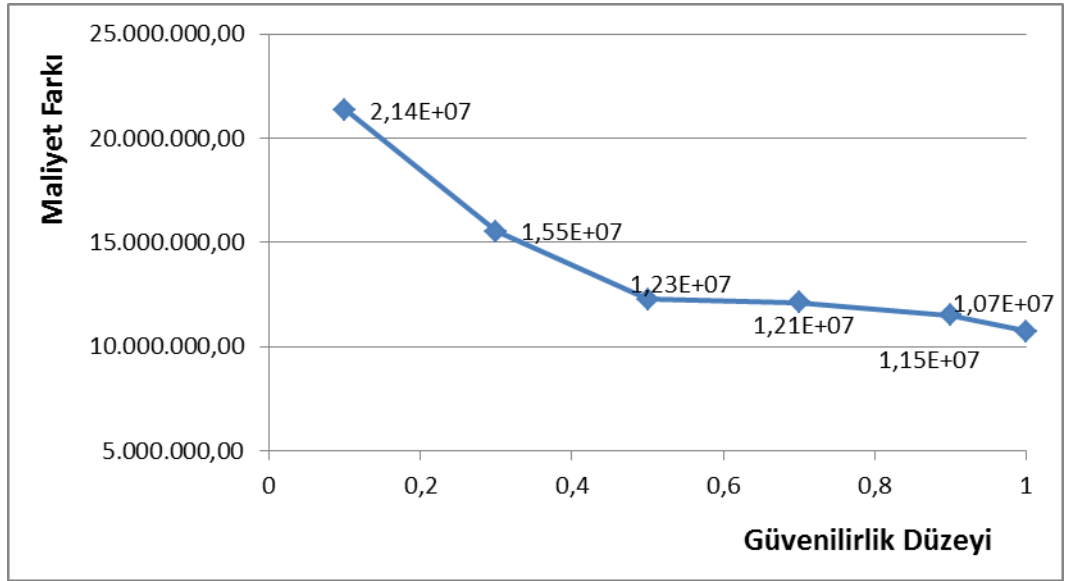
Tablo 16'nın son sütunu işletmenin çevresel ve sosyal sorumluluk adına faaliyetler için yaptığı harcamaların miktarı görülmektedir. Bu rakamlar, birinci amaç fonksiyonu için çıkan her uygun çözümün yine aynı amaç fonksiyonuna ait en yüksek memnuniyet seviyesinden çıkartılarak elde edilmiştir. Diğer bir ifade ile çevresel ve sosyal maliyetler, işletmenin çevreye verdiği karbon salınım ve atık miktarını azaltmak, çalışanların iş ve işçi sağlığı konularında aldıkları eğitimleri artırmak, kaynak kullanımında tasarruf sağlamak, çalışma koşullarında iyileştirmeler

elde etmek, yenilenebilir enerji konusunda yatırımlarda bulunmak ve sponsorluk faaliyetlerini artırmak için ödemek veya katlanmak zorunda olduğu ek maliyetleri göstermektedir. Örneğin,  $\alpha=0.3$  güvenilirlik düzeyinde ikinci amaç fonksiyonu değeri 259.481 birimden 518.962 birime çıktığında bu durum işletmeye 3.574.634,44 ₺ ek maliyete neden olmaktadır. Bu rakamların iki temel konuda önemli olduğu söylenebilmektedir. Öncelikli olarak bu rakamlar, çevreyi koruma ve sosyal faaliyetler konusunda işletmenin yapıp ettiklerini paydaşlarına (müşteriler, hükümet, sivil toplum kuruluşları gibi) sayılar ile ve herkese açık bir şekilde göstermede yöneticileri tarafından kullanılabilir. İkinci olarak ise hükümet veya devlet organları işletmelere teşvik politikaları düzenlerken bu rakamları temel alabilmekte ve ona göre hangi sektöre ne kadar bütçe ayrılması gerektiğine karar verebilmektedir. Tablo 16'daki sonuçlardan ikinci amaç fonksiyonuna verilen önem derecesi arttıkça çevresel ve sosyal maliyetler artmaya devam ettiği görülmektedir. Şekil 19'da güvenilirlik düzeyi ile çevresel ve sosyal faaliyetlere ayrılan kaynak arasındaki ilişki görülmektedir.



Şekil 19: Memnuniyet Seviyesi İle Çevresel ve Sosyal Etkilerin Maliyeti İlişkisi

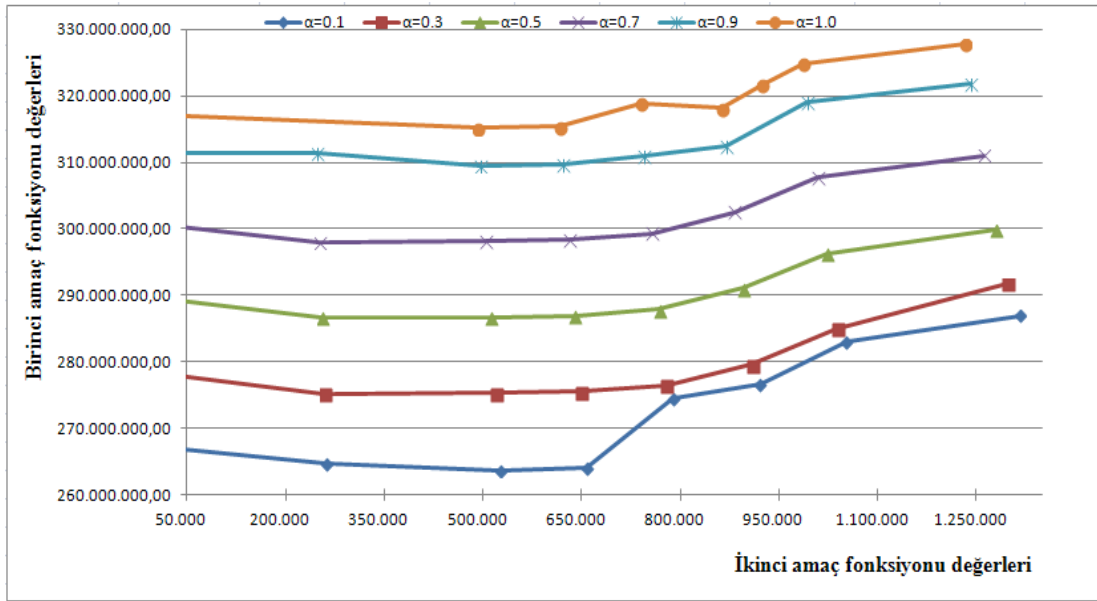
Bilindiği gibi ikinci amaç fonksiyonu kısıt olarak yeniden modellenmişti. Şekil 19’da görüldüğü gibi, tedarik zinciri sosyal sorumluluğun memnuniyet seviyesi değerleri artırıldıkça çevresel ve sosyal faaliyetlere ayrılan kaynak artmaktadır. Fakat bu artış  $\alpha$  güvenilirlik düzeyine göre farklılık göstermektedir. Diğer bir deyişle, eğer işletme iş süreçlerinin yapılabilirliğini ve işletmelerin stratejik hedeflerini etkileyen belirsizliğin var olmasını ve sürekli olarak artmasını önemsemez ise çevreyi koruma, çevreye karşı duyarlı olma, atık miktarlarını azaltma, istihdam sağlama, eğitim imkanları verme gibi çevresel ve sosyal faaliyetlere hem daha fazla kaynak ayırmak zorunda kalmakta hem de  $\alpha=0.1$  güvenilirlik düzeyinde olduğu gibi ayrılan kaynakta çok ciddi bir artış görülmektedir. Bu durum işletmenin kârını olumsuz etkilemektedir. Şekil 20’de güvenilirlik düzeyi ile değişen maliyet farkları görülmektedir.



Şekil 20: Güvenilirlik Düzeyine Göre Maliyet Farkları

Şekil 20’de her bir güvenilirlik düzeylerinde oluşan toplam en büyük ve en küçük maliyetlerin farkları görülmektedir. Örneğin  $\alpha=0.1$  düzeyinde iken farklı € değerleri ile ortaya çıkan sekiz değer arasındaki en büyük ve en küçük maliyetlerin farkı 21 milyon ₺ civarında,  $\alpha=1.0$  düzeyinde iken farklı € değerleri ile ortaya çıkan

sekiz değerin en büyük ve en kk maliyetlerinin farkı 10 milyon ₺ civarındadır. Bu da, güvenilirlik düzeyi olan  $\alpha$  değeri artırıldıkça, farklı  $\epsilon$  değerlerinde belirsizliğe karşı yapılan harcamaların birbirlerine göre farklarının azaldığını göstermektedir. ıkan sonuçlar arasından maliyet farklılaşmaları arasından işletme için en uygun seçeneklerin  $\alpha= 0.7$  güvenilirlik düzeyinden sonra olduğu görülmektedir. Şekil 21’de farklı  $\alpha$ -seviyelerinde amaç fonksiyonlarının değişimi görülmektedir.



Şekil 21: Farklı  $\alpha$ -seviyelerinde Birinci ve İkinci Amaç Fonksiyonları Değişimi

Şekil 21 incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir. Kabul edilebilir esneklik seviyesinin (güvenilirlik düzeyi) artması ile birinci amaç fonksiyonu değerleri de artış göstermektedir. Grafikte her bir düzey için amaç fonksiyonlarına ait optimum nokta görülebilmektedir. Bu durum daha önceden de ifade edildiği gibi, işletme tüm birimleri ile belirsizliğe karşı yüksek seviyede mücadele etmek istedikçe daha fazla maliyete katlanmak durumunda kalmaktadır. Benzer bir Şekilde güvenilirlik düzeyi arttıkça, ikinci amaç fonksiyonunu değerleride artmakta fakat alabileceği maksimum değer azalmaktadır. Yani, belirsizliğin güvenilirliği artırıldııka, işletmenin tedarik zincirinde sosyal sorumluluk adına uygulamaya koyduğu faaliyetlerin sonucunda elde edebileceği maksimum değerde azalma meydana gelmektedir. Örneğin;  $\alpha=0.1$  düzeyinde ikinci amaç fonksiyonunun aldığı maksimum değer  $Z_2 = 1.315.926$  birim

iken  $\alpha=1.0$  düzeyinde ikinci amaç fonksiyonunun aldığı maksimum değer  $Z_2 = 1.232.588$  birim çıkmıştır. Bu sonuçlar bir karar vericiye veya yöneticiye maliyet, belirsizlik ve kurumsal sosyal sorumluluk anlayışı üçgeninde tesislerin yerleşimi ve işletilmesi ile stratejik ve ürünlerin üretimi, dağıtımı, taleplerin karşılanması, istihdamın artırılması, atık miktarı ve kayıp işgünün azaltılması ile taktiksel planda en uygun kararı verebilecek niteliğe sahiptir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmeler, müşterilerin isteklerini ve ihtiyaçlarını karşılayan mal veya hizmet üreterek kâr sağlamak amacıyla kurulmuş ekonomik özelliğinin yanında, teknik, yasal ve sosyal özellikleri de olan birimlerdir. İşletmeler yaşamları boyunca kâr elde etme, topluma karşı hizmet etme ve sosyal sorumlulukları yerine getirme, varlıklarını sürdürme ve büyüme şeklinde ifade edilebilecek genel amaçlara sahiptirler. Bunun da ötesinde işletmelerin, toplumun sağlık, eğitim, kültür ve çevre sorunlarına yönelik sosyal ve ahlaki sorumlulukları da bulunmaktadır. İşletmelerin, yukarıda saydığımız genel amaçlarına ulaşabilmeleri için ise, daha kaliteli ve ucuz mal ve hizmet sunma, personele daha iyi çalışma koşulları sağlama, personel eğitimlerini iyileştirme, sürekli istihdam olanağı sağlama gibi diğer bazı hedeflerini de yerine getirmeleri gerekmektedir (Özgen ve Yalçın, 2006: 6–7). Özellikle sadece kârını artırma üzerine faaliyetlerde bulunan, topluma hizmet etme amacını göz ardı eden veya gereken önemi vermeyen, başka bir deyişle kurumsal sosyal sorumluluk bilicine sahip olmayan işletmelerin uzun vadede ayakta kalabilmeleri ve bu konularda büyük duyarlılığa sahip rakipleri ile başarılı bir şekilde rekabet edebilmeleri oldukça zordur (Güney, 2006). Bu nedenle sürdürülebilir büyümeyi hedefleri haline getirmek isteyen işletmelerin çalışanların ve toplumun istek, düşünce ve ihtiyaçlarına duyarlı olmaları, çevreyi korumaları ve ahlaki sorumlulukları yerine getirmeleri vazgeçilmez bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır.

Hızla gelişen teknolojik yenilikler, gerek atölyelerde gerekse küçük işletmelerden büyük üretim tesislerine kadar işyerlerinde en son teknolojiyi elde etmek isteyen tüketicilerin artan istekleri ile birlikte yeni çevre sorunlarına yol açmaktadır. Bu problemlerden en önemlisi zamanı gelmeden önce ıskartaya ayrılan ve bir daha kullanılmayan katı atıklardır. Fakat günümüz bilim insanları, araştırmacılar, sivil toplum kuruluşları ve üniversiteler insanın yaşamını etkileyen problemleri ortadan kaldırma yolunda önemli adımlar atmışlardır. Özellikle atıkların tekrar işlem sürecinden geçirilerek doğal kaynakların israfı önlenmekte, enerji kaybı azalmakta, temiz su ve hava kullanımı artmakta ve en önemlisi nakit avantajı elde edilmektedir. Böylesi kazanımların elde edilmesi her ne kadar işletmenin kendi



bünyesinde takdirle karşılanırsa da, toplum, medya, rakipler ve devlet organları işletmeleri katı atık, karbon salınımı, istihdam, enerji kullanımı, iş güvenliği ve sağlığı gibi sosyal ve çevresel problemlerde daha iyiyi yakalamaları konusunda sürekli olarak baskı altında tutmaktadır (Pochampally vd., 2009: 271). İşletmeler, böylesi baskının olduğu günümüz rekabet ortamında ise üretim, yönetim, pazarlama, satın alma, lojistik gibi faaliyetlerinde rekabet avantajı sağlayacak yeni girişimlerde bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi, ürünlerin tedarikçilerden hammadde şeklinde alınıp çeşitli işlemlerden geçirildikten sonra dağıtım merkezleri, perakendeciler, toptancılar vasıtasıyla müşterilere iletilmesi faaliyetlerini içeren ileriye; müşterilerin kullandıkları ürünlerin toplanması ve yeniden imalat işlemlerine tabi tutulması faaliyetlerini kapsayan tersine tedarik zinciri süreçlerinin birlikte kullanıldığı kapalı döngü tedarik zinciridir. Günümüzde işletmeler, kullanılmış ürünleri toplayarak ve o ürünlere yeniden işlem gördürerek kapalı döngü tedarik zinciri uygulamalarını yoğun olarak kullanmaktadır.

Tedarik zinciri yönetiminde stratejik planlama kararları öncelikli olarak tesislerin kapasitelerinin genişletilmesi ile ilgilenmektedir. Fakat hem ileriye hem de tersine tedarik zinciri süreçlerinin yönetildiği günümüz işletmelerinde karar vericiler üretilen ürünlerin seçimi, üretilen, dağıtılacak ve iade edilecek ürünlerin toplanacağı merkezlerin seçimi, ulaştırma güzergahlarının en iyilenmesi, pazarlama stratejilerinin değerlendirilmesi, yeni ve ikinci el ürünlerin seçimi, tedarik zinciri performans değerlendirmesi gibi birbirinden farklı karar problemleri ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Bütün bu problem tipleri ile uğraşmak ve onlara çözüm üretmek zorunda kalan yöneticileri bekleyen diğer bir sıkıntı ise taleplerde, üretim maliyetlerinde, ürün geri dönüşlerinde ve tesislerin kapasitelerinde yaşanan belirsizliklerdir. Son yıllarda, üzerinde çalışılan matematiksel modellerin çevresel ve sosyal problemleri ele alması ile birlikte kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımının önemi giderek artmaktadır. Belirsiz veya kesinlik içermeyen parametrelerin bulunduğu karar ortamlarında problemlerin etkin şekilde çözümü için Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri (AHP, TOPSIS, ELECTRE gibi), Bulanık Mantık, Kalite Fonksiyon Göçerimi, Hedef Programlama, Uzman Sistemler, Yapay Sinir Ağları, Doğrusal Programlama gibi sıklıkla başvurulan bazı teknikler kullanılmaktadır.

Tedarik zinciri hammadde temininden başlayıp bitmiş ürünü son kullanıcıya kadar olan süreci kapsamına rağmen çalışmanın birinci bölümünde tedarik zinciri üzerine yapılan çalışmalar tarandığında tedarik zincirini iki kademeli olarak modelleyen pek çok uygulamanın olduğu görülmektedir. Hâlbuki gerçek hayat problemlerinde fazla aşamalı tedarik zinciri problemleri ile karşılaşmak mümkündür. Bunun yanında teknolojinin hızla geliştiği, serbest ticaretin arttığı, teslimatın önemli olduğu ve rakiplerin çoğaldığı küresel iş dünyasında akademisyen, araştırmacı ve uygulamacılar tedarik zincirinde belirsizlikleri dikkate alan, müşteri odaklı, çok dönemli kapalı döngü ağ yapılarına yönelmek durumunda kalmaktadırlar. Özellikle belirsizlik gerçek tedarik zinciri problemlerinde asla göz ardı edilmemesi gereken bir konu durumundadır. Talep bilgileri, teslimat süreleri, stok düzeyleri, kapasiteler ve maliyetler tedarik zincirinde sıklıkla karşılaşılan belirsiz parametrelerdir. Bu tip belirsiz bilgiye sahip problemleri modelleyebilmek ve çözebilmek için senaryo analizi, benzetim, bulanık mantık ve olabirsel programlama gibi araçlar kullanılmaktadır. Ayrıca ürün geri dönüşlerinden elde edilebilecek faydaların da fark edilmesi ile birlikte işletmeler, ileri tedarik zincirine ilave olarak tersine tedarik zinciri uygulamalarına da yönelmektedirler.

Çalışmanın ikinci bölümünde işletmelerde ve özellikle tedarik zincirinde KSS kavramı bütün yönleri ile ele alınmıştır. Uygulamaya konulan çevresel ve sosyal faaliyetler işletmenin sadece bir bölümünü değil tüm tedarik zincirini etkileyebilmektedir. Tedarik zinciri içerisinde bulunan her birim kendi imkânları, fırsatları ve faaliyetleri ile gelişim gösterebilmekte fakat tedarik zincirinin bütünü kapsayan KSS stratejileri etkin şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. KSS'ye yatırım yapmak isteyen işletmeler kurumun kültürüne, ürünlerine, stratejilerine, üretim sistemine, çevreye ve paydaşlarına en uygun tedarik zinciri ağ yapısını tasarlamaları gerekmektedir. Bununla birlikte işletmeler faaliyetlerini yenilikçi ve politikalara uygun olarak çevresel ve soysal sorumluluk bilinci ile gerçekleştirdiklerinde üretim verimliliği artmakta, işlem süreleri azalmakta, firma imajı ve marka bilinirliği artmakta, finansal performans değerlerinde istenen seviyeler yakalanmakta, müşteri memnuniyeti artmakta, fireler ve atık miktarları azalmaktadır (Hall, 2000). Maliyetlerin, riskin, sürelerin düşmesi ve ürün satışlarının artması ile işletmeler daha kârlı hale gelmektedirler (Fabian, 2000). Çalışmada, diğer

çalışmalardan farklı olarak belirsizliğin etkin olduğu ortamda tedarik zincirinde sosyal sorumluluğun işletmenin toplam maliyetler üzerindeki etkisi ölçülmeye çalışılmıştır.

Bazı işletmeler KSS faaliyetlerini uygulamada gönüllü davranışlar ve hatta büyük faydalar elde etseler de neticede maliyetlerin yükselmesi kaçınılmaz bir durumdur. Çalışmada önerilen modelin çözümünde görülmektedir ki, tedarik zincirinde uygulanan KSS faaliyetlerinde artış oldukça yapılan çevresel ve sosyal harcamalarda da artış meydana gelmektedir. Fabian (2000)'a göre çevresel ve sosyal uygulamaları olmayan bir işletmenin çevre kirliliği, tehlikeli işler, yasaklı hammadde kullanımı, atık üretimi ve iş ve işçi sağlığı konusunda tedbirsizlik neticesinde daha fazla maliyetleri oluşmaktadır. Bu sorumluluklarını yerine getirmeyen işletmeler daha büyük zarara uğramaktalar ve uzun dönemde finansal yatırımlara karar vermede zorluk yaşamaktadırlar.

Olabilirsnel doğrusal programlama problemleri bulanık doğrusal programlama problemlerinden bazı yönleri ile ayrıldığı söylenebilmektedir. Bulanık doğrusal programlama problemleri, öznel ve öncelik temelli üyelik fonksiyonları ile modellenen bulanık girdilere sahipken, olabilirsnel doğrusal programlama problemleri, hem öznel hem de nesnel temelli üyelik fonksiyonları ve olasılık dağılımları ile modellenebilen belirsiz bilgilere sahiptirler. Tablo 17'de bulanık problemlerin çözümünde kullanılan yöntemlerin karşılaştırmalı durumları görülmektedir.

Tablo 17: Bulanık Problemlerin Yaklaşımında Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması

Yöntem	Üyelik Derecesi (memnuniyet seviyesi)	Bulanık/Belirsizlik	Amaç Fonk.	Kısıtlar	Yaklaşım
<b>Bulanık DP</b>	Öznel	Bulanık	Fonksiyonların görelî önemine göre en iyi sonuç	Amaç fonksiyonu kısıt halini almakta	Maks/min yaklaşımı
<b>Bulanık ÇAKV</b>	Öznel	Bulanık	En büyük memnuniyet seviyesi	Hedeflerden sapmalar kısıt haline gelmekte	Maks/min yaklaşımı
<b>Olabilirselle DP</b>	Öznel ve Nesnel	Bulanık ve Belirsiz	Mümkün olan bütün sonuçlar	Kısıtlar korunmakta ve hedeflerden sapmalar belirlenmekte	Yardımcı eşdeğer model yaklaşımı

Tablo 17'ye göre olabilirselle yöntemleri diğere yöntemlerden ayıran belirgin farklar bulunmaktadır. Buna göre olabilirselle yöntemler ile yapılan çözümlerde, modelde yer alan hedeflerin yukarı veya aşağı yönlü en büyük sapmaları belirlenebilmektedir. Bu sayede karar verici, karşısında mümkün olan bütün sonuçları ve katlanabileceği en büyük veya en küçük değerlerin sınırlarını görebilmektedir. Olabilirselle doğrusal programlama yöntemi tedarik zinciri tasarımı, finans problemleri, araç rotalama gibi büyük boyutlu problemlere uygulanabilen ve bulanık mantığa dayalı geliştirilmiş bir yöntemdir. Önerilen bu yöntem farklı doğrusal programlama modellerinde kullanılması sayesinde karmaşık bir yapıya sahip olmamasının yanında kesin çözüme ulaşmayı garanti etmektedir.

Olabilirselle doğrusal programlama yöntemi çalışmadaki problemin amaç ve kısıt parametrelerinde bulanıklığı ön planda tutmaktadır. Çok amaçlı olarak belirlenen modelin birinci amaç fonksiyonu işletmenin tedarik zinciri faaliyetleri sonucunda oluşan toplam maliyetini en küçükleme, ikincisi tedarik zincirinde çevresel ve sosyal sorumluluğu en büyükleme üzerinedir. Modelde sosyal sorumluluk ölçeklerinin önem ağırlıklarının belirlenmesi için AHP yönteminden

faydalanılmıştır. Modelin çözümünde karar vericiye farklı güvenilirlik düzeylerinde modelin duyarlılığını test etmek amacıyla alternatif çözümler sunulmuştur.

Çalışmada çok amaçlı, çok kademeli, çok ürünlü bir kapalı döngü tedarik zinciri ağı tasarımı belirsiz parametrik bilgilere sahip stratejik kararların verilmesine yardımcı olacak karma tamsayı matematiksel bir model önerilmiştir. Önerilen modelin birinci amaç fonksiyonu toplam üretim, dağıtım, işletim, yeniden işleme ve yok etme maliyetlerinin toplamını en küçüklemek üzerine kurulmuştur. İkinci amaç fonksiyonu ise tedarik zincirinde kurumsal sosyal sorumluluğunun en büyüklenmesini dikkate almaktadır. Bu fonksiyonda, istihdam, kayıp işgünü, kusurlu üretim, atık miktarı ve yenilenebilir enerji gibi faktörler yer almaktadır. İşgünü, kapasite, müşteri talepleri, ürün geri dönüşleri gibi kısıtlar altında oluşturulan matematiksel modelin amacı yukarıda belirlenen amaçları ve müşteri taleplerini karşılayacak şekilde ürünlerin ulaştırma miktarlarını ve en uygun üretim, dağıtım ve toplama merkezlerini sayısını ve yerlerini belirlemektir. Modelde yer alan müşteri talepleri, müşteriden dönen ürünler, üründe oluşan ortalama kusur yüzdesi, tesislerin kapasiteleri, ortaya çıkan iş imkânı (istihdam) sayısı ve iş kazası nedeniyle oluşan kayıp işgünü sayısı ve maliyet parametreleri belirsiz bilgiye sahiptir.

Çalışmada belirsizlikleri modelleyebilmek ve çözebilmek için bulanık mantık yöntemlerinden biri olan olabilsel doğrusal programlama yönteminden yararlanılmıştır. Tedarik zinciri ağı tasarımı çalışmalarında bulanık mantık ve bulanık küme yaklaşımlarının etkin olarak kullanıldığı görülmüştür. Çok amaçlı doğrusal model öncelikle olabilsel doğrusal programlama yaklaşımlarından Jimenez yaklaşımı ile bulanık olmayan yardımcı eşdeğer modele dönüştürülmüştür. Çalışmada önerilen bu yaklaşım uygulamaya özgünlük kazandırmıştır. Bu dönüştürme esnasında iyimser, orta ve kötümser olmak üzere üçgen bulanık sayılar ve  $\alpha$  güvenilirlik katsayısı kullanılmıştır. Bu sayede karar verici maliyet ve sosyal sorumluluk amaçları arasından en uygun sonuçlara ulaşabilecektir. Ardından model geliştirilmiş  $\epsilon$ -kısıt metodu ile bulanıklaştırılmış ve ikinci amaç fonksiyonu kısıt haline getirilerek tek amaçlı bulanık bir model haline getirilmiştir. Çözüm aşamasında ise, farklı güvenilirlik katsayıları altında ikinci amaç fonksiyonunun memnuniyet seviyesi  $\epsilon$  değerleri ile sınırlandırılarak uygun çözümler üretilmiştir. Bu sayede tedarik zinciri sisteminin belirsizlik karşısındaki durumu incelenmiştir.

Probleme önerilen bu hibrid çözüm yaklaşımı gerçek bir beyaz eşya imalat işletmesinde, gerçek veriler ile uygulanmış ve bazı uygun sonuçlar üretilmiştir.

Önerilen olabirsel doğrusal programlama yöntemi bir gerçek hayat probleminde uygulanmıştır. Uygulamada öncelikle işletmenin mevcut üretim akışı incelenmiş, uygun parametreler belirlenmiş ve modelin çözümü gerçekleştirilmiştir. Modelin çözümünde kullanılan program sayesinde sonuçlara saniyeler ile ifade edilecek şekilde kısa zamanda ulaşılmış, bu sayede zaman kaybı yaşanmamıştır. Tersine ürün akışlarının, belirsiz bilginin ve kurumsal sosyal sorumluluğun dikkate alındığı kapalı döngü tedarik zinciri tasarımında ürün akışları ileri ve geri yönlü olmak üzere dengelenmiş ve hangi noktalarda üretim, dağıtım ve toplama merkezlerinin açılacağı ortaya çıkmıştır. Kabul edilebilir en küçük esneklik seviyesi, yani diğer bir ifade ile güvenilirlik düzeyi, arttıkça belirsizliğe karşı direnç artmakta ve bunun neticesinde maliyetler de artmaktadır. Ayrıca, kapalı döngü tedarik zincirinin yapısı daha merkezi dışı bir eğilim göstermektedir. Bu da tedarik zincirinde sosyal sorumluluğun artmasına neden olmaktadır. Bu sayede daha fazla tesis açılmakta, tesislerde istihdam edilen işgünü miktarı artmakta, arıza ve bozulmalardan dolayı oluşan kayıp işgünü sayısı azalmakta, üretimde oluşan atık miktarı ve tehlikeli madde oranı azalmakta ve alternatif enerji kaynakları ile birlikte kullanılan temiz teknoloji oranı artmaktadır. Ayrıca tesisler arası ürün taşıma güzergâhları değişmekte, taşınan ürün miktarları ve maliyetleri artmaktadır. Aynı zamanda elde kalan, ömrü bitmiş veya tamiri mümkün olmayan ürünleri yok etmek amacıyla bertaraf etme merkezine (Ankara) gönderilen miktarda da artma olmaktadır. Ancak karar verici maliyetleri düşürmek isterse, o zaman da belirsizliğe karşı güvenilirlik azalmakta ve tedarik zinciri ağ yapısı merkezi bir hale gelmektedir. Yani, işletme yöneticileri daha az sayıda tesisleşerek yönetimi tek elde toplamaya çalışmaktadır.

Çalışmanın uygulama sonucunda ayrıca çevresel ve sosyal maliyetler de görülmektedir. Bunlar, işletmenin çevreye verdiği karbon salınım ve atık miktarını azaltmak, çalışanların iş ve işçi sağlığı konularında aldıkları eğitimleri artırmak, kaynak kullanımında tasarruf sağlamak, çalışma koşullarında iyileştirmeler elde etmek, yenilenebilir enerji konusunda yatırımlarda bulunmak ve sponsorluk faaliyetlerini artırmak için ödemek veya katlanmak zorunda olduğu ek maliyetlerdir.

Bu rakamların işletmenin paydaşlarına karşı sorumluluklarını göstermede ve hükümet veya devlet organlarının işletmelere teşvik politikaları düzenlerken ne kadar bütçe ayırması gerektiğe karar verebilmelerinde yardımcı olabilme özelliği bulunmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi ve tedarik zinciri ağı tasarımı konularında bundan sonraki çalışmalar hakkında şunlar söylenebilir: özellikle gıda sektörü başta olmak üzere, otomobil, sağlık, beyaz eşya, tekstil ve elektrik-elektronik sektörlerinde kapalı döngü tedarik zinciri ile ilgili çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Bunların bir kısmı anket çalışması ile genel işleyişi incelemek ve işletmelerin tedarik zinciri yönetimi konusundaki algısı üzerine iken, bir kısmı matematiksel modeller ile problemlere çözüm üretilme üzerinedir. Tedarik zinciri problemlerinde belirsizliğin oldukça fazla olduğu düşünüldüğünde ise, bu durumun ihmal edilmemesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Örneğin, müşteri hizmet düzeyi, stok yönetimi, üretim planlama, dağıtım gibi konularda bulanık ve olabilsel çözüm yaklaşımları kesinlikle kullanılmalıdır. Tedarik zincirinde sürdürülebilirliğin sağlanmasında çok önemli üç unsur olan ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlar, tedarikçi değerlendirme ve belirleme, malzeme satın alma, ürün geliştirme, fason üretici belirleme, üretim planlarının hazırlanması, müşterilerden sipariş alma, depolama, nakliye, ödeme işlemleri gibi taktiksel ve operasyonel karar verme seviyelerinde de etkili olabileceği unutulmamalıdır.

Çalışmada imalat işletmesinin hammadde ve yarı mamullerini satın aldığı satıcılar veya tedarikçiler ihmal edilmiştir. Çünkü işletmenin tedarikçileri değerlendirmeye katılamayacak kadar fazladır. Çalışmanın eksik kalan bu yönü, çok kriterli karar verme yöntemlerinde kullanılan bir teknik ile tamamlanabilir. İşletme sürdürülebilir tedarik zinciri temelinde en çok hangi tedarikçileri tercih edebileceği uygun kriterler ile belirlenebilir. Ayrıca çalışmada iki ürünlü bir model geliştirilmiştir. Daha fazla ürün ile çalışılmak istendiğinde modelin boyutu büyüyecek ve çözüm istenen sürede ve yönde sonuç vermeyecektir. Böylesi durumların üstesinden gelebilmek için tedarik zinciri planlamalarında sıklıkla kullanılan genetik algoritma, tavlama benzetimi, karınca kolonisi gibi bazı meta sezgisel yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemler kullanıldığında kesin sonuçlar elde edilemeyecek fakat en iyiye yakın değerlere yaklaşmış olacaktır. Diğer taraftan

Çalışmada nerilen olabirsel doğrusal programlama yöntemi ile geliştirilen matamtiksel model KOBİ düzeyinde olanlarda dâhil olmak üzere farklı sektörlerde uygulanmak suretiyle genişletilebilir durumdadır.



## KAYNAKÇA

- Ageron, B., Gunasekaran, A. & Spalanzani, A. (2012). Sustainable Supply Management: An Empirical Study. *International Journal of Production Economics*, 140 (1), 168-182.
- Akcali, E. & Cetinkaya, S. (2011). Quantitative Models For Inventory and Production Planning In Closed-Loop Supply Chains. *International Journal of Production Research*, 49 (8), 2373-2407.
- Akshay, M. & Shaligram, P. (2009). Strategic Network Design for Reverse Logistics and Remanufacturing Using New and Old Product Modules, *Computers and Industrial Engineering*, 56 (1), 334-346.
- Aktan, C. C. ve Börü, D. (2007). Kurumsal Sosyal Sorumluluk. C. C. Aktan, (Ed.), *Kurumsal Sosyal Sorumluluk: İşletmeler ve Sosyal Sorumluluk içinde* (11-36). İstanbul: İgiad Yayınları.
- Alparslan, A. ve Aygün, M. (2013). Kurumsal Sosyal Sorumluluk ve Firma Performansı, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 435-448.
- Amaeshi, K., Osuji, O. & Nnodim, P. (2008). Corporate Social Responsibility In Supply Chains of Global Brands: A Boundaryless Responsibility? Clarifications, Exceptions and Implications, *Journal of Business Ethics*, 81 (1), 223-234.
- Amin, S. H. & Zhang, G. (2013). A Multi Objective Facility Location Model For Closed-Loop Supply Chain Network Under Uncertain Demand and Return, *Applied Mathematical Modelling*, 37 (6), 4165-4167.
- Amin, S. H. & Zhang, G. (2012). An Integrated Model For Closed Loop Supply Chain Configuration and Supplier Selection: Multi-Objective Approach, *Expert Systems Application*, 39 (8), 6782-6791.

- Andersen, M.. & Skjoett-Larsen, T. (2009). Corporate Social Responsibility In Global Supply Chains, *Supply Chain Management: An International Journal* 14 (2), 75–86.
- Angiz, M. Z., Saati, S., Memariani, A. & Movahedi, M. M. (2006). Solving Possibilistic Linear Programming Problem Considering Membership Function of The Coefficients, *Advanced in Fuzzy Sets and Systems*, 1 (2), 131-142.
- Aras, N., Aksen, D. & Tanuğur, G. A. (2008). Locating Collection Centers For Incentive-Dependent Returns Under A Pick-Up Policy With Capacitated Vehicles, *European Journal of Operations Research*, 191 (3), 1223-1240
- Arçelik Sürdürülebilir Raporu 2013, (b.t). 10 Nisan 2014, [http://www.arcelikas.com/UserFiles/file/surdurulebilirlik/2013\\_Surdurulebilirlik\\_Raporu.pdf](http://www.arcelikas.com/UserFiles/file/surdurulebilirlik/2013_Surdurulebilirlik_Raporu.pdf).
- Arzova, B. (2008). Turkey: CSR in Practice. In: S. O. Idowu, & W. L. Filho, (Eds), *Global Practices of Corporate Social Responsibility* (373-393), New York: Springer.
- Ashford, N. A. (1993). Understanding Technological Responses of Industrial Firms to Environmental Problems: Implications For Government Policy. In: K. Fischer, & J. Schot, (Eds), *Environmental Strategies For Industry*. Washington DC: Island Press.
- Ayvaz, B. ve Bolat, B. (2013). Kalite ve Miktar Belirsizlikleri Altında Geri Dönüm Ağ Tasarımı, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12 (23), 55–77.
- Azaron, A., Brown, K.N., Tarima, S.A., & Modarres, M. (2008). A Multi-Objective Stochastic Programming Approach For Supply Chain Design Considering Risk, *International Journal of Production Economics*, 116 (1), 129–138.
- Azimli, A. (2011). *Matematiksel Optimizasyon*, İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Bakan, İ., Erşahan, B., Eyitmiş, M., ve Eraslan, H. (2009). Hızlı Tüketim Malları (HTM) Perakendeciliği Sektöründe Perakendecilik Karmasına İlişkin Müşteri Algulamaları ile Demografik Özellikler Arasındaki İlişki: Bir Alan

- Araştırması, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (11), 132-161.
- Balı, S. ve Cinel, M. O. (2011). Bir Rekabet Aracı Olarak Kurumsal Sosyal Sorumluluk, *ODÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 2 (4), 45–60.
- Balkan, Ç., Cuthbertson, R., Ewer, G., Klaas-Wissing, T., Piotrowicz, W. & Tyssen, C. (2011). *Sustainable Supply Chain: Practical Ideas for Moving Towards Best Practice*, New York: Springer.
- Başkaya, Z. (2011). *Bulanık Doğrusal Programlama*, Bursa: Ekin Yayınevi.
- Battaglia, M., Testa, F., Bianchi, L., Iraldo, F. & Frey, M. (2014). Corporate Social Responsibility and Competitiveness within SMEs of the Fashion Industry: Evidence from Italy and France, *Sustainability*, 6 (2), 872-893.
- Beamon, B. M. & Chen, V. C. P. (2001). Performance Analysis of Conjoined Supply Chains, *International Journal of Production Research* 39 (14), 3195–3218.
- Beamon, B. M. & Fernandes, C. (2004). Supply Chain Network Configuration For Product Recovery, *Production Planning Control* 15 (3), 270–281.
- Begüm, T. (18 Mart 2014). Şirketlerin Toplumla İlişkinde Yükselen Değer: Kurumsal Sosyal Sorumluluk, *İzmir Ticaret Odası Yayınları Aralık 2003*, [http://www.izto.org.tr/IZTO/webdocs/yayinlar/5246\\_begum.pdf](http://www.izto.org.tr/IZTO/webdocs/yayinlar/5246_begum.pdf).
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2014/1), Beyaz Eşya Sektör Raporu, Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi. Erişim Tarihi: 12.11.2014. URL: <http://sanayipolitikalari.sanayi.gov.tr/Public/DownloadSectorReport.pdf>.
- Bouzembrak, Y., Allaoui, H., Goncalves, G., & Bouchriha, H. (2011). A Multi-Objective Green Supply Chain Network Design, *In Proceedings of The 4th International Conference on Logistics (LOGISTIQUA)* (357–361). Lille, France.
- Bouzembrak, Y., Allaoui, H., Goncalves, G., Bouchriha, H. & Balouti, M. (2013) A Possibilistic Linear Programming Model For Supply Chain Network Design

- Under Uncertainty. *IMA Journal of Management Mathematics*, 24 (1), 209-229.
- Bowen, H. (1953). *Social Responsibilities of the Businessman*, New York: Harper.
- Bowersox, D. J., Closs, D. & Cooper, M. B. (2002). *Supply Chain Logistics Management*, McGraw-Hill.
- Boyd, D. E., Spekman, R. E. & Werhane, P. (2004). Corporate Social Responsibility And Global Supply Chain Management: A Normative Perspective. *Social Science Research Network*, 4-5 1-29.
- Brisk, A. M. (2000). *Çevre Dostu 1001 Proje*, İstanbul: Beyaz Yayınları.
- Brito, M. P. & Dekker, R. (2003). Reverse Logistics—A Framework, *Econometric Institute Report*, 38, <https://ep.eur.nl/retrieve/439/ERS-2003-045-LIS.pdf>
- Brito, M. P., Dekker, R. & Flapper, S. D. P. (2002). Reverse Logistics: A Review of Case Studies, *Econometric Institute Report*, 21, 1-32.
- Büyüközkan, G. & Berkol, İ. (2011). Designing A Sustainable Supply Chain Using An Integrated Analytic Network Process And Goal Programming Approach in Quality Function Deployment. *Expert Systems Application*, 38 (11) 13731–13748.
- Campbell, J. L., (10 Ekim 2006), Why Would Corporations Behave in Socially Responsible Ways? An Institutional Theory of Corporate Social Responsibility, <http://www.dartmouth.edu/socy/pdfs/Why%20Would%20Corporations%20Behave%20Badly.pdf>
- Capital Dergisi, (5 Aralık 2014) Türkiye'nin Sosyal Sorumluluk Liderleri Araştırması Sonuçları, <http://www.capital.com.tr/arastirmalar/iste-halkin-gozunde-en-sorumlu-10-lider-haberdetay-10558>
- Cardona-Valdes, Y., Alvarez, A. & Pacheco, J. (2014). Metaheuristic Procedure For A Bi-objective Supply Chain Design Problem With Uncertainty, *Transportation Research Part B: Methodological*, 60 (1), 66-84.

- Carroll, A. B. & Buchholtz, A. K. (2000). *Business & Society*. Ethics and Stakeholder Management (4th ed.). Cincinnati, OH: South Western Collage Publishing.
- Carroll, A. B. (1991). The Pyramid of Corporate Social Responsibility: Toward the Moral Management of Organizational Stakeholders, *Business Horizons*, 34 (4) , 39-48.
- Carroll, A. B. (1999). Corporate Social Responsibility: Evolution of a Definitional Construct, *Business & Society*, 38 (3), 268-295.
- Carter, C. R. & Jennings M. M. (2004). The Role of Purchasing in Corporate Social Responsibility: A Structural Equation Analysis, *Journal of Business Logistics* 25 (1), 145–186.
- Carter, C. R. & Rogers, D. S. (2008). A Framework of Sustainable Supply Chain Management: Moving Toward New Theory, *International Journal Physical Distribution Logistic Manage* 38 (5), 360–387.
- Castka, P. & Balzarova, M. A. (2008). ISO 26000 and Supply Chains-On The Diffusion of The Social Responsibility Standart, *International Journal of Production Economics*, 111 (2), 274-286.
- Chen, C. L., & Lee, W. C. (2004). Multi-Objective Optimization of Multi-Echelon Supply Chain Networks, With Uncertain Product Demands and Prices, *Computers and Chemical Engineering*, 28 (6-7), 1131–1144.
- Chen, C. L., Wang B. W. & Lee W. C. (2003). The Optimal Profit Distribution Problem in A Multi-Echelon Supply Chain Network: A Fuzzy Optimization Approach, *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems Proceedings*, 2773 (1), 1289–1295.
- Chiang, W. K. & Feng, Y. (2007). The Value of Information Sharing in The Presence of Supply Uncertainty And Demand Volatility, *International Journal of Production Research*, 45 (6), 1429–1447.
- Ciliberti, F., Pontrandolfo, P. & Scozzi, B. (2008). Logistics Social Responsibility: Standard Adoption and Practices in Italian Companies, *International Journal of Production Economics*, 113 (1), 88–106

- Cohen, S., Joseph, R. (2005). *Strategic Supply Chain Management: The Five Disciplines For Top Performance*, New York: McGraw-Hill.
- Cooper, M. C., Lambert, D. M. & Pagh, J. D. (1997). Supply Chain Management: More Than A New Name For Logistics, *International Journal Logistics Management*, 8 (1), 1–9
- Coşkun, C. A. (2008). Meslek Ahlakı ve Sosyal Sorumluluk, *İş Ahlakı Dergisi*, 1 (1), 99-121.
- Cruz, J. M. (2008). Dynamics of Supply Chain Networks With Corporate Social Responsibility Through İntegrated Environmental Decision-Making. *European Journal of Operation Research*, 184 (3), 1005-1031.
- Cruz, J. M. (2013). Modeling The Relationship of Globalized Supply Chain and Corporate Social Responsibility, *Journal of Cleaner Production*, 56 (1 Ekim 213), 73-85.
- Cruz, J. M., & Wakolbinger, T. (2008). Multi-Period Effects of Corporate Social Responsibility On Supply Chain Networks, Transaction Costs Emissions, and Risk. *International Journal of Production Economics*, 116 (1), 61-74.
- Çelik, A. (2007). Şirketlerin Sosyal Sorumlulukları, C. C. Aktan, (Ed.). *Kurumsal Sosyal Sorumluluk: İşletmeler ve Sosyal Sorumluluk içinde* (61-85). İstanbul: İgiad Yayınları.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2013), Sektörel Tehlikeli Atık Rehberleri: Beyaz Eşya Sanayi, 1. Baskı. Erişim Tarihi: 05.10.2014. URL: <http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/BeyazEşya.pdf>
- Çiçek, E. ve Bay, M. (2007). Stratejik Küresel Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik, *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 7 (13), 91-119.
- Çüçen, K. A. (1999). *Mantık*, İstanbul: Asa Kitabevi.
- Daly, H. E. & Cobb, J. (1994). *For The Common Good*, Boston: Beacon Press.
- Davis, K. & Blomstrom, R. L. (1975). *Business and Society: Environment and Responsibility*, New York: McGraw Hill.

- Davis, T. (1993). Effective Supply Chain Management, *Sloan Management Review*, 34, 35–46.
- Değermen, A. (2006). Hizmet Ürünlerinde Kalite, Müşteri Tatmini ve Sadakati, *İstanbul: Türkmen Kitapevi*.
- Dehbari, S., Pourrousta, A., Neghad, E. S., Tavakkoli-Moghaddam, R., & Javanshir, H. (2012). A New Supply Chain Management Method With One-Way Time Window: A Hybrid PSO-SA Approach. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 3 (2), 241–252.
- Devika, K., Jafarian, A. & Nourbakhsh, V. (2013), Designing A Sustainable Closed-Loop Supply Chain Network Based On Triple Bottom Line Approach: A Comparison Of Metaheuristics Hybridization Techniques, *European Journal of Operational Research*, 235 (3), 594-615.
- Dilhun, C. E. (2009). *İşletmelerde Kurumsal Sosyal Sorumluluk Çalışmaları ve Bir Örnek Olay İncelemesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi İstanbul.
- Doğan, Y. S. ve Varinli, İ. (2010). İşletmelerde Sosyal Sorumluluk Anlayışı ve Kurumsal İmaj İlişkisi: Banka Müşterilerine Yönelik Bir Araştırma, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6 (2), 1-26.
- Dündar, S. ve Ecer, F. (2008). Öğrencilerin GSM Operatörü Tercihinin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemiyle Belirlenmesi, *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 15 (1), 195-205.
- Ehrgott, M. (2005). *Multicriteria Optimization*, (2nd ed.), New York: Springer.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of The 21st Century Business*. Capstone.
- Eoksu, S., Sungwon, J., Haejoog, K. & Jinwoo, P. (2004). A Generic Network Design for a Closed-Loop Supply Chain Using Genetic Algorithm, *Gecco, Lncs*, 3103 (1), 1214-1225.
- Erol, İ. ve Özmen A. (2008). Çevresel Düzeyde Sürdürülebilirlik Performansının Ölçülmesi: Perakende Sektöründe Bir Uygulama, *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, 23 (266), 70–94.

- Erol, İ., Sencer, S. & Sari, R. (2011). A New Fuzzy Multi-Criteria Framework For Measuring Sustainability Performance of A Supply Chain, *Ecological Economies*, 70 (6), 1088–1100.
- Ersöz, Y. H. (2007). *Türkiye'de Kurumsal Sosyal Sorumluluk Anlayışının Gelişiminde Meslek ve Sivil Toplum Kuruluşları*, İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayınları.
- Escudero, L. F, Galindo, E., Garcia, G., Gomez, E. & Sabau, V, (1999), A Modeling Framework For Supply Chain Management Under Uncertainty. *Eurepean Journal Operations Research* 119 (1), 14–34.
- Evans, J. R., Anderson, D. R., Sweeney, D. J. & Williams, T. A. (1990). *Applied Production and Operations Management*, (Third Edition). New York: West Publishing Company.
- Fabian, T. (2000). Supply Chain Management in An Era of Social and Environment Accountability, *Sustainable Development International* 2, 27-30.
- Fallah-Taftia, A., Sahraeian, R., Tavakkoli-Moghaddam, R. & Moeinipour, M. (2014). An Interactive Possibilistic Programming Approach For A Multi-Objective Closed-Loop Supply Chain Network Under Uncertainty, *International Journal of Systems Science*, 45 (3), 283-299.
- Fisher, M. L. (1997). What Is The Right Supply Chain For Your Product, *Harvard Business Review*,
- Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwardd, J. M., Dekker, R., Der Lann, E., Nunen, J. A. E. E. & Wassenhove, L. N. (1997). Quantitative Models For Reverse Logistics: A Review, *European Journal of Operational Research*, 103 (1), 1-17.
- Fleischmann, M., Beullens, P., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Van Wassenhove, L. N. (2001). The Impact of Product Recovery On Logistics Network Design. *Production and Operations Management*. 10 (2), 156-173.
- Fonseca, M. C., García-Sánchez, Á., Ortega-Mier, M., Saldanha-da-Gama, F. (2010). A Stochastic Biobjective Location Model For Strategic Reverse Logistics. *Top*. 18 (1), 158-184.



- Freeman, R. E. (1984). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*, London: Cambridge University Press.
- George, M. (2009). Effective Implementation of The E-Constraint Method In Multi-Objective Mathematical Programming Problems, *Applied Mathematics and Computation*, 213 (2), 455–465.
- Gilanlı, E., Altuğ, N. ve Oğuzhan, A. (2012). İşletmelerde İleri ve Ters Lojistik Karşılaştırması, *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14 (1), 149-166.
- Gomes, M. I., Barbosa-Póvoa, A. P. & Novais, A. Q. (2011). Modelling A Recovery Network For WEEE: A Case Study In Portugal, *Waste Management*, 31 (7), 1645–1660.
- Gosselin, M. (2005). An Empirical Study of Performance Measurement In Manufacturing Firms, *International Journal of Operations and Production Management*, 54 (5/6), 419–437.
- Gourdin, K. N. (2006). *Global Logistics Management: A Competitive Advantage For The 21th Century*, (Second Edition), UK: Blackwell Publishing.
- Govil, M., & Jean-Marie, P. (2002). *Supply Chain Design and Management: Strategic and Tactical Perspectives*, California: Academic Press.
- Govindan, K., Khodaverdi, R. & Jafarian, A. (2013). A Fuzzy Multi Criteria Approach For Measuring Sustainability Performance of A Supplier Based On Triple Bottom Line Approach, *Journal of Cleaner Production*, 47 (May), 345-354.
- Govindon K., Jafarian A., Khodaverdi R. & Devika K. (2014). Two-Echelon Multiple-Vehicle Location–Routing Problem With Time Windows For Optimization of Sustainable Supply Chain Network Of Perishable Food, *International Journal of Production Economics*, Volume 152, 9-28.
- Grutter, J. A. (2004). From Cleaner Production To Sustainable Industrial Production Modes, *Journal of Cleaner Production*, 12 (3), 249-256.

- Guide, V. D. R. (2000). Production Planning and Control For Remanufacturing: Industry Practice and Research Needs, *Journal of Operations Management*, 18 (4), 467–483.
- Guilléna, G., Melea, F. D., Bagajewicz, M. J., Espuña, A., & Puigjanera, L. (2004). Multiobjective Supply Chain Design Under Uncertainty, *Chemical Engineering Science*, 60, 1535–1553
- Gungor, S. & Gupta, M. (1999). Issues in Environmentally Conscious Manufacturing and Product Recovery: A Survey, *Computers and Industrial Engineering*, 36 (4), 811–853.
- Herrmann, K. K. (2004). Corporate Social Responsibility and Sustainable Development: The European Union Initiative As a Case Study, *Indiana Journal Of Global Legal Studies*, 11, (2), 205-232.
- Højmoose, S., Brammer, S. & Millington, A. (2013) An Empirical Examination of The Relationship Between Business Strategy and Socially Responsible Supply Chain Management, *International Journal of Operations & Production Management*, 33 (5), 589-621.
- Hsueh, C. (2013). Improving Corporate Social Responsibility in A Supply Chain Through A New Revenue Sharing Contract, *International Journal of Production Economics*, 151, 214-222.
- Hugo, A. & Pistikopoulos, E.N. (2005). Environmentally Conscious Long-Range Planning and Design of Supply Chain Networks, *Journal of Cleaner Production*, 13 (15), 1471–1491.
- Hutchins, M. J. & Sutherland, J. W. (2008). An Exploration of Measures of Social Sustainability and Their Application to Supply Chain Decisions. *Journal of Cleaner Production*, 16 (15), 1688-1698.
- ISO/TMB. (2008). New Work Item Proposal—Social Responsibility. International Organization for Standardization, Geneva
- ISO/TMB/WG SR N49. (2005). ISO Guidance Standard on Social Responsibility—ISO 26000, ISO/TMB/WG SR. International Organization for Standardization, Geneva.

- Iturrioz, C. Aragon, C. Narbaiza, L. & Ibanez, A. (2009). Social Responsibility in SMEs: A Source of Business Value, *Social Responsibility Journal*, Volume 5, 423–434.
- Jayaraman, V., & Pirkul, H. (2001). Planning and Coordination of Production and Distribution Facilities For Multiple Commodities, *European Journal of Operational Research*, 133 (2), 394–408 .
- Jayaraman, V., & Ross, A. (2003). A Simulated Annealing Methodology To Distribution Network Design and Management, *European Journal of Operational Research*, 144 (3), 629-645.
- Jayaraman, V., Guide, V. D. R. Jr., & Srivastava, R. (1999). A Closed-Loop Logistics Model For Remanufacturing, *Journal of the Operational Research Society*, 50 (5), 497-508.
- Jimenez, M. (1996). Ranking Fuzzy Numbers Through The Comparison of Its Expected Intervals, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge Based Systems*, 4 (4), 379–388.
- Jimenez, M., Arenas, M., Bilbao, A. & Rodriguez, M.V. (2007). Linear Programming With Fuzzy Parameters: An Interactive Method Resolution, *European Journal of Operational Research*, 177 (3) 1599–1609.
- Jørgensen, A., Le Bocq, A., Nazarkina, L. & Hauschild, M. (2008). Methodologies For Social Life Cycle Assessment, *International Journal of Life-cycle Assessment*, 13 (2), 96-103.
- Jung, J. Y., Blau, G., Pekny, J. F., Reklaitis, G. V. & Eversdyk, D. (2004). A Simulation Based Optimization Approach To Supply Chain Management Under Demand Uncertainty, *Computers & Chemical Engineering* 28 (10) 2087–2106.
- Kabak, Ö. (2008). *Olabilirsel Doğrusal Programlama ile Tedarik Zinciri Ağ Yapısının Modellenmesi ve Bir Uygulama*, (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kağncıoğlu, D. (2007). *Endüstri İlişkileri Boyutuyla Sosyal Sorumluluk*, (1. Baskı). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

- Kannan, G., Sasikumar, P., & Devika, K. (2010). A Genetic Algorithm Approach For Solving A Closed Loop Supply Chain Model: A Case of Battery Recycling, *Applied Mathematical Modelling*, 34 (3), 655-670.
- Karaçay, G. (2005). Tersine Lojistik: Kavram ve İşleyiş, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü E-Dergisi*, 14, (1), 317-332.
- Karalar, R. (2011). *Genel İşletme*, İzmir: Meta Basım.
- Kemp, R. (1993). An Economic Analysis of Cleaner Technology: Theory and Evidence. In J. Schot, K. Fischer, (Eds.), *Environmental Strategies For Industry: International Perspectives On Research Needs and Policy Implications*, Washington DC: Island Press.
- Keskin, H. M. (2011). *Lojistik El Kitabı – Küresel Tedarik Zinciri Pratikleri (Kavramlar, Prensipler, Uygulamalar)*, Ankara: Gazi Kitabevi.
- Keskin, R. (2011). Hedef Programlama. V. Tecim, (Ed.), *Yöneylem Araştırması*, İstanbul: Lisans Yayıncılık.
- Kim, K. B., Song, I. S. & Jeong, B. J. (2006). Supply Planning Model For Remanufacturing System in Reverse Logistics Environment, *Computers & Industrial Engineering*, 51 (2), 279-287.
- Klassen, R. D., & Vereecke, A. (2012). Social Issues in Supply Chains: Capabilities Link Responsibility, Risk (Opportunity), and Performance, *International Journal Of Production Economics*, 140 (1), 103-115.
- Kleindorfer, P. R., Singhal, K. & VanWassenhove, L. N. (2005). Sustainable Operations Management, *Production & Operations Management* 14 (4), 482–492.
- Ko, H. J. & Evans, G. W. (2007). A Genetic-Based Heuristic For The Dynamic Integrated Forward/Reverse Logistics Network For 3pls, *Computer Operations Research*, 34 (2), 346–366
- Kogg, B., & Mont, O. (2012). Environmental and Social Responsibility in Supply Chains: The Practice of Choice and Inter-Organisational Management, *Ecological Economics*, Volume 83, 154-163.

- Kolk, A., & Tulder, R. (2002). The Effectiveness of Self-Regulation: Corporate Codes of Conduct and Child Labour, *European Management Journal*, 20 (3), 260-271.
- Kong, D. (2012). Does Corporate Social Responsibility Matter in The Food Industry? Evidence From A Nature Experiment in China, *Food Policy*, 37 (3), 327-334.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P. & Malhotra, M. K. (2010). *Operations Management: Process and Supply Chains*, (9. Edition), New York: Pearson.
- Krikke, H., Bloemhof-Ruwaard, J. & Van Wassenhove, L. N. (2003). Concurrent Product and Closed-Loop Supply Chain Design With An Application To Refrigerators, *International Journal of Production Research*, 41 (16), 3689-3719.
- Kumar R. N. & Kumar S. R. M. (2013). Closed Loop Supply Chain Management and Reverse Logistics-A Literature Review, *International Journal of Engineering Research and Technology*, 6 (4), 455-468.
- Kumar, M., Vrat, P. & Shankar, R. (2006). A Fuzzy Programming Approach For Vendor Selection Problem in A Supply Chain, *International Journal of Production Economics*, 101 (2), 273–285
- Lai, Y. J. & Hwang, C. L. (1992). A New Approach to Some Possibilistic Linear Programming Problems, *Fuzzy Sets Systems*, 49 (2), 121–133.
- Lambert, S., Riopel, D. & Abdul-Kader, W. (2011). A Reverse Logistics Decisions Conceptual Framework, *Computers & Industrial Engineering*, 61 (3), 561-581.
- Langevin, A., & Riopel, A. (2005). *Logistics Systems Desing and Optimization*, New York: Springer,
- Lebreton, B. (2007). *Strategic Closed-Loop Supply Chain Management*, New York: Springer.
- Lee, H. L. & Billington, C. (1993). Material Management in Decentralized Supply Chains, *Operations Research*, 41 (5), 835–847

- Lee, J. E., Gen, M. & Rhee, K. G. (2009). Network Model and Optimization of Reverse Logistics by Hybrid Genetic Algorithm, *Computers & Industrial Engineering*, 56 (3), 951-964.
- Lee, K. H. & Kim, J. W. (2009). Current Status of CSR in The Realm of Supply Management: The Case of The Korean Electronics Industry, *Supply Chain Management: An International Journal*, 14 (2), 138–148
- Leung, S. C. H., Tsang, S. O. S., Ng W. L. & Wu, Y. (2007). A Robust Optimization Model For Multi-Site Production Planning Problem in An Uncertain Environment, *Eurepean Journal of Operations Research*, 181 (1), 224–238
- Lim, S. J., Jeong, S. J., Kim, K. S. & Park, M. W. (2006). Hybrid Approach To Distribution Planning Reflecting A Stochastic Supply Chain, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 28 (5–6), 618–625.
- Linton, J. D. & Jayaraman, V. (2005). A Conceptual Framework For Product Life Extension, *International Journal of Production Research*, 43 (9), 1807–1829.
- Linton, J. D., Klassen, R. & Jayaraman V. (2007). Sustainable Supply Chain: An Introduction, *Journal of Operations Management*, 25 (6), 1075-1082.
- Liu, S. & Papageorgiou, L. G. (2013). Multiobjective Optimisation of Production, Distribution and Capacity Planning of Global Supply Chains in The Process Industry, *Omega*, 41 (2), 369–382.
- Liu, Z. & Nagurney, A. (2013). Supply Chain Networks With Global Outsourcing and Quick-Response Production Under Demand and Cost Uncertainty, *Annals of Operations Research*, 208 (1), 251–289.
- Longo, M. Mura, M. & Bonoli, A. (2005). Corporate Social Responsibility and Corporate Performance: The Case of Italian SMEs, *Corporate Governance*, 5 (4), 28–42.
- Lopes, R. B., Barreto, S., Ferreira, C. & Santos, B. S. (2008). A Decision-Support Tool For A Capacitated Location–Routing Problem, *Decision Support Systems*, 46 (1), 366–375.

- Lu, Z., Bostel, N. & Dejax, P. (2005). Simple Plant Location Problem with Reverse Flows, *Supply Chain Optimisation, Volume 94*, 151-166.
- Manish, G. & Jean-Marie, P. (2002). *Supply Chain Design and Management*, New York: Academic-Pres.
- Manzini, R. & Bindi, F. (2009). Strategic Design and Operational Management Optimization of A Multi Stage Physical Distribution System, *Transportation Research Part E*, 45 (6), 915–936.
- Marangoz, M. (2004). İşletmelerin Çevresel Sorumluluğu: Türk Otomotiv Sanayine Yönelik Bir Uygulama, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (3), 75-97.
- Marrewijk, M. V. & Werre, M. (2003). Multiple Levels of Corporate Sustainability, *Journal of Business Ethics*, 44 (2), 107-119.
- Matten, D. & Crane, A. (2005). Corporate Citizenship: Toward An Extended Theoretical Conceptualization, *The Academy of Management Review*, 30 (1), 166-179.
- McDonald, C. M. & Karimi, I. A. (1997). Planning and Scheduling of Parallel Semicontinuous Processes. 1. Production Planning, *Industrial Engineering Chemistry Research*, 36 (7), 2691–2700.
- Melo, M. T., Nickel, S. & Saldanha-da-Gama, F. (2009). Facility Location and Supply Chain Management—A Review, *European Journal of Operations Research*, 196 (2), 401–412.
- Min, H. & Galle, W. P. (1997). Green Purchasing Strategies: Trends and Implications, *International Journal of Purchasing and Material Management*, 33 (3), 10-17.
- Min, H. & Kim, I. (2012). Green Supply Chain Research: Past, Present, and Future, *Logistics Research*, 4 (1-2), 39-47.
- Min, H. & Ko, C. (2006). A Genetic Algorithm Approach To Developing The Multi-Echelon Reverse Logistics Network For Product Returns, *Omega*, 34, 56–69.

- Min, H. & Ko, H. J. (2008). The Dynamic Design of A Reverse Logistics Network From The Perspective of Third-Party Logistics Service Providers, *International Journal of Production Economics*, 113 (1), 176–192
- Minegishi, S. & Thiel, D. (2000). System Dynamics Modeling and Simulation of A Particular Food Supply Chain, *Simul Pract Theory*, 8 (5), 321–339.
- Miranda, P.A. & Garrido, R.A. (2004). Incorporating Inventory Control Decisions in to A Strategic Distribution Network Design Model With Stochastic Demand, *Transportation Research Part E*, 40 (3), 183–207.
- Moir, L. (2001). What Do We Mean By Corporate Social Responsibility?, *Corporate Governance*, 1 (2), 16-22.
- Murray, M. (n.d.). About.com. Retrieved from Introduction to the Green Supply Chain, from <http://logistics.about.com>
- Nakayama, H., Yun, Y. & Yoon, M. (2009). Sequential Approximate Multiobjective Optimization Using Computational Intelligence, *Vector Optimization, Volume 16*, 17-43.
- Nayır, Z. D. ve Demiralay, S. (2007). Kurumsal Sosyal Sorumluluk Kavramının Gıda Sanayii Tedarik Zincirindeki Yeri: Sorumlular, İşlevler ve Unusrlar, *Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi*, 23 (2), 249–262
- Neto Frota, J. Q., Walther, G., Bloemhof, J., van Nunen, J.A.E.E. & Spengler, T. (2009). A Methodology For Assessing Eco-Efficiency in Logistics Networks, *European Journal of Operational Research*, 193 (3), 670–682.
- Neto Frota, J. Q., Walther, G., Bloemhof, J., van Nunen, J.A.E.E. & van Heck, E. (2008). Designing and Evaluating Sustainable Logistics Networks, *International Journal of Production Economics*, 111 (2), 195–208.
- Nikolaidis, Y. (2009). A Modeling Framework For The Acquisition and Remanufacturing of Used Products, *International Journal of Sustainable Engineering*, 2 (3), 154–170.



- Nozick, L. & Turnquist, M. (2001). Inventory, Transportation, Service Quality and The Location of Distribution Centers, *European Journal of Operations Research*, 129 (2), 362–371.
- O'Dwyer, B. (2002). Conceptions of Corporate Social Responsibility: The Nature of Managerial Capture, *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, 16 (4), 523 -557.
- Ölçer, F. (2001). Günümüzde Sosyal Sorumluluğun Değişen Boyutları ve İşletmeler Üzerine Etkileri, *Standard Dergisi*, Sayı 473, 22-23.
- Özceylan, E. & Paksoy, E. (2013). A Mixed İnteger Programming Model For A Closed-Loop Supply Chain Network, *International Journal of Production Research*, 51 (3), 718–734.
- Özceylan, E. (2012). Çok Ürünlü Bozulma Faktörlü Kapalı Döngü Esnek Bir Tedarik Zinciri İçin Karma Tamsayı Bir Doğrusal Programlama Modeli, *Selçuk Üniversitesi Müh-Mim Fakültesi Dergisi*, 27 (3), 87-98.
- Özdemir, S. (2004). Sosyal Refah'ın Sağlanmasında Yeni Bir Anlayış: Refah Karması ve Refah Sağlayıcı Kurumlar, *Sosyal Siyaset Konferansları*, Sayı 48, 98–127.
- Özgen, H. ve Yalçın, A. (2006). *Temel İşletmecilik Bilgisi*, Adana: Nobel Kitabevi.
- Özgener, Ş. (2004). *İş Ahlakının Temelleri: Yönetmel Bir Yaklaşım*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Öztürk, A. (2009). *Yöneylem Araştırması*, Bursa: Ekin Yayınevi.
- Özüpek, N. (2005). *Kurum İmajı ve Sosyal Sorumluluk*, Konya: Tablet Kitapevi.
- Özyön, S., Yaşar, C., ve Temurtaş, H. (2011). Parçacık Sürü Optimizasyon Algoritmasının Termik Birimlerden Oluşan Çevresel Ekonomik Güç Dağıtım Problemlerine Uygulanması, *6th International Advanced Technologies Symposium*, 11-16 Mayıs, Elazığ.
- Panayiotou, N. ve Aravosis, G. K. (2011), Supply Chain Management. In S. O. Idowu ve C. Louche, (Eds.), *Theory and Practice of Corporate Social responsibility*, New York: Springer.

- Pati, K. R., Vrat, P. & Kumar, P. (2008). A Goal Programming Model For Paper Recycling System, *Omega*, 36 (3), 405-417.
- Peidro, D., Mula, J., Poler, R. & Lario, F. C. (2009). Quantitative Models For Supply Chain Planning Under Uncertainty: A Review, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 43 (3-4), 400-420.
- Petrovic, D., Xie, Y. & Burnham, K. (2006). Fuzzy Decision Support System For Demand Forecasting With A Learning Mechanism, *Fuzzy Sets and Systems*, 157, 1713 -1725.
- Pishvae, M. S., Rabbani, M., & Torabi, S. A. (2011). A Robust Optimization Approach To Closed-Loop Supply Chain Network Design Under Uncertainty, *Applied Mathematical Modelling*, 35 (2), 637-649.
- Pishvae, M. S. & Razmi, J. (2012). Environmental Supply Chain Network Design Using Multi-Objective Fuzzy Mathematical Programming, *Applied Mathematical Modelling*, Volume 36, 3433-3446.
- Pishvae, M. S. & Torabi, S. A. (2010). A Possibilistic Programming Approach For Closed-Loop Supply Chain Network Design Under Uncertainty, *Fuzzy Sets and Systems*, Volume 161, 2668-2683.
- Pishvae, M. S., Kianfar, K. & Karimi, B. (2010). Reverse Logistics Network Design Using Simulated Annealing, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 47 (1), 269-281.
- Pishvae, M. S., Torabi, S. A. & Razmi, J. (2012). Credibility-Based Fuzzy Mathematical Programming Model For Green Logistics Design Under Uncertainty, *Computers & Industrial Engineering*, 62 (2), 624-632.
- Pochampally, K., Nukala, S. & Gupta, S. M. (2008). Strategic Planning Models For Reverse And Closed-Loop Supply Chains, *Taylor & Francis*, ISBN 1420054783, 9781420054781.
- Poist, R. F. (1989), Evolution of Conceptual Approaches to the Design of Logistics Systems: A Sequel, *Transportation Journal*, 28 (3), 35–39.

- Post, J. E., Preston, L. E. & Sachs, S. (2002). Managing the Extended Enterprise: The New Stakeholder View, *California Management Review*, 45 (1), 8-31.
- PriceWaterHouseCoopers, (n.d.). October 24, 2014, from <http://www.pwc.com/gx/en/corporate-responsibility/index.jhtml> temmuz 8.
- Qin, Z., & Ji, X. (2010). Logistics Network Design For Product Recovery in Fuzzy Environment, *European Journal of Operational Research*, 202 (2), 479-490.
- Raedels, A. R. (2005). *Value-Focused Supply Management*, Tempe, Arizona: Irwin Publishing.
- Ramezani, M., Bashiri, M. & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2013). A Robust Design For A Closed-Loop Supply Chain Network Under An Uncertain Environment, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 66 (5-8), 825–843.
- Ramezani, M., Bashiri, M. & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2012). A New Multi-Objective Stochastic Model For A Forward/Reverse Logistic Network Design With Responsiveness and Quality Level, *Applied Mathematical Modelling*, 37 (1-2), 328-344.
- Ramezani, M., Kimiagari, A. M., Karimi, B., & Hejazi, T. H. (2014). Closed-Loop Supply Chain Network Design Under A Fuzzy Environment, *Knowledge-Based Systems*, 59, 108–120.
- Rao, P. & Holt, D. (2005). Do Green Supply Chains Lead to Competitiveness and Economic Mperformance?, *International Journal of Operations & Production Management*, 25 (9), 898-916.
- Rogers, D. S., Lambert, D. M., Croxton, K. L. & García-Dastugue, S. J. (2002). The Returns Management Process, *The International Journal of Logistics Management*, 13 (2), 1–18.
- Ross, G. T. & Soland, R. M. (1980). A Multicriteria Approach to Location of Public Facilities, *European Journal of Operational Research*, 4 (5), 307–321.

- Rubio, S., Chamorro, A. & Miranda, F. J. (2008). Characteristics Of The Research on Reverse Logistics (1995-2005), *International Journal of Production Research*, 46 (4), 1099-1120.
- Sabri, E. H. & Beamon, B. M. (2000). A Multi-Objective Approach To Simultaneous Strategic and Operational Planning in Supply Chain Design, *Omega*, 28 (5), 581–598.
- Sakawa, M. Nishizaki, I. & Uemura, Y. (2001). Fuzzy Programming and Profit and Cost Allocation For A Production and Transportation Problem, *Eurepean Journal of Operations Research*, 131 (1), 1–15.
- Salema, M. I. G., Barbosa-Póvoa, A. P. & Novais, A. (2007). An Optimization Model For The Design For A Capacitated Multi-Product Reverse Logistics Networks With Uncertainty, *European Journal of Operations Research*, 179 (3), 1063–1077.
- Salema, M. I. G., Povo, A. P. B. & Novais, A. Q. (2009). A Strategic and Tactical Model For Closed-Loop Supply Chains, *OR Spectrum*, 31 (3), 573–599.
- Sarkis, J., Helms, M. M. & Hervani, A. A. (2010). Reverse Logistics and Social Sustainability, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 17 (6), 337-354.
- Sarkis, J., Zhu, Q. & Lai, K. H. (2011). An Organizational Theoretic Review of Green Supply Chain Management Literature, *International Journal of Production Economics*, 130 (1), 1-15.
- Sasikumar, P., Kannan, G. & Haq, A. N. (2010). A Multi-Echelon Reverse Logistics Network Design For Product Recovery-A Case of Truck Tire Remanufacturing, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 49 (9-12), 1223-1234.
- Sehgal, V. (2009). *Enterprise Supply Chain Management: Integrating Best-In-Class Processes*, New Jersey: Hoboken.
- Selim, H. & Ozkarahan, I. (2008). A Supply Chain Distribution Network Design Model: An Interactive Fuzzy Goal Programming-Based Solution Approach,

- International Journal Advanced Manufacturing Technology*, 36 (3-4), 401–418.
- Seuring, S. & Muller, M. (2008). From A Literature Review To A Conceptual Framework For Sustainable Supply Chain Management, *Journal of Cleaner Production*, 16 (15), 1699 – 1710.
- Shahabi, M., Akbarinasaji, S., Unnikrishnan, A. & James, R. (2013). Integrated Inventory Control and Facility Location Decisions in A Multi-Echelon Supply Chain Network with Hubs, *Networks and Spatial Economics*, 13 (4), 497–514.
- Shi, J., Zhang, G. & Sha, J. (2011). Optimal Production Planning For A Multi-Product Closed Loop System With Uncertain Demand and Return, *Computers & Operations Research*, 38 (3), 641-650.
- Simchi-Levi, D., Bramel, J. & Chen C. (2005). *The Logic of Logistics: Theory, Algorithms, and Applications for Logistics and Supply Chain Management*, New York: Springer.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2003). *Designing and Managing The Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies*, New York: Irwin McGraw-Hill.
- Slack, N., Chamber, S. & Johnston, R., (2010), *Operations Management*, (Sixth Edition), London: Pearson Education.
- Smith, N. C., Palazzo, G. & Bhattacharya, C. B. (2010). Marketing’s Consequences: Stakeholder Marketing and Supply Chain Corporate Social Responsibility Issues, *Bussiness Ethics*, 9 (4), 617–641
- Sosyal İnovasyon Merkezi, (b.t). 26 Haziran 2014, <http://www.sosyalinovasyonmerkezi.com.tr/yayin/3020070001.pdf>.
- Sönmez, F. (2004). İşletmelerin Sosyal Sorumluluğu ve Çevre Sorunlarında Ekonomik Yaklaşımlar, *Yaklaşım Dergisi*, Sayı 133, 476-490.

- Srivastara, S.K. (2007). Green Supply-Chain Management: A State-Of-The-Art Literature Review, *International Journal of Management Review*, 9 (1), 53–80.
- Stock, J. R. & Boyer, S. L. (2009). Developing A Consensus Definition of Supply Chain Management: A Qualitative Study, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39 (8), 690-711.
- Subulan, K. Baykasoğlu, A., Özsoydan, F. B., Taşan, A. S. & Selim, H. (2014). A Case-Oriented Approach To A Lead/Acid Battery Closed-Loop Supplychain Network Design Under Risk and Uncertainty, *Journal of Manufacturing System*, (in Press).
- Sundarakani, B., De-Souza, R., Goh, M., Wagner, S. M. & Manikandan, M. (2010). Modeling Carbon Footprints Across The Supply Chain, *International Journal of Production Economics*, 128 (1), 43-50.
- Svensson, G. (2007). Aspects of Sustainable Supply Chain Management: Conceptual Framework and Empirical Example, *Supply Chain Management*, 12 (4), 262-269.
- Syarif, A., Yun, Y. & Gen, M. (2002). Study on Multi-Stage Logistics Chain Network: A Spanning Tree-Based Genetic Algorithm Approach, *Computers & Industrial Engineering*, 43 (1–2), 299–314.
- Şişman, B. ve Ağca, V. (2015). Tedarik Zinciri Yönetiminde Kurumsal Sosyal Sorumluluğun Yeri: Elektrikli Ev Aletleri Sektörü Örneği, *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 2 (1), 15-24.
- Tang, J., Wang, D. & Fung, R. Y. K. (2001). Formulation of General Possibilistic Linear Programming Problems for Complex Industrial Systems, *Fuzzy Sets and Systems*, 119 (1), 41-48.
- Tantalo, C., Caroli, M. G. & Vanevenhoven, J. (2012). Corporate Social Responsibility and SMEs Competitiveness, *International Journal of Technological Management*, Volume 58, 129–151.
- Taşlıyan, M. (2012). Kurumsal Sosyal Sorumluluk: Modern İş Dünyasının Vicdani Gereği, *Ankara Sanayi Odası Yayın Organı*, 82, 22–42.

- Torabi, S.A. & Hassini, E. (2008). An Interactive Possibilistic Programming Approach For Multiple Objective Supply Chain Master Planning, *Fuzzy Sets Systems*. 159 (2), 193–214.
- Tütek, H., Gümüőođlu, Ő. ve Özdemir, A. (2012). *Sayısal Yöntemler Yönetmel Yaklaşımilar*, İstanbul: Beta Basım.
- UNDP: United Nations Development Programme. (2007). Baseline Study on CSR Practices in the New E.U. Member States and Candidate Countries, [http://europeandcis.undp.org/uploads/public1/files/BASELINE\\_STUDY\\_ON.pdf](http://europeandcis.undp.org/uploads/public1/files/BASELINE_STUDY_ON.pdf).
- Ural, T. (2003). *İşletme ve Pazarlama Etiği*, Ankara: Detay Yayıncılık.
- Uster, H., Easwaran, G., Akcali, E. & Cetinkaya, S. (2007). Benders Decomposition with Alternative Multiple Cuts for a Multi-Product Closed-Loop Supply Chain Network Design Model, *Naval Research Logistics*, 54 (8), 890-907.
- Utkuğu, Ç.P. (2008). Kurumsal Performans Yöntemi Olarak Toplam Başarı Göstergesi Yöntemi, *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, Sayı 23, 55–78
- Üzgün, T. (2006). *Bulanık Analitik Hiyerarşı Prosesi*, (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Van Marrewijk, M. (2003). Concepts and Definitions of CSR and Corporate Sustainability: Between Agency and Communion, *Journal of Business Ethics*, 44 (2-3), 95-105.
- Van Weele, A. J. (2010). *Purchasing and Supply Chain Management: Analysis, Strategy, Planning and Practice*, (4th Edition), Eindhoven University of Technology.
- Veleva, V., Hart, M., Greiner, T. & Crumbley, C. (2001). Indicators of Sustainable Production, *Journal Of Cleaner Production*, 9 (5), 447-452.
- Walker, H., Di Sisto, L. & McBain, D. (2008). Drivers and Barriers to Environmental Supply Chain Management Practices: Lessons From The

- Public and Private Sector, *Journal of Purchasing & Supply Management*, 14 (1), 69–85.
- Wang, F., Lai, X. & Shi, N. (2011). A Multi-Objective Optimization For Green Supply Chain Network Design, *Decision Support Systems*, 51 (2), 262–269.
- Wang, H. F. & Hsu, H. W. (2010). A Closed-Loop Logistic Model With A Spanning-Tree Based Genetic Algorithm, *Computers & Operations Research*, 37 (2), 376-389.
- Wang, H. F. & Hsu, H. W. (2010). Resolution of An Uncertain Closed-Loop Logistics Model: An Application To Fuzzy Linear Programs With Risk Analysis, *Journal of Environmental Management*, 91 (11), 2148–2162.
- Wang, I. L. & Yang, W. C. (2007). Fast Heuristics For Designing Integrated E-Waste Reverse Logistics Networks, *IEEE Transactions on Electronic Packaging Manufacturing*, 30 (2), 147-154.
- Wang, J. T. & Shu, Y. F. (2005). Fuzzy Decision Modeling For Supply Chain Management, *Fuzzy Sets and Systems*, 150 (1), 107–127.
- Wang, R. C. & Liang, T. F. (2005). Applying Possibilistic Linear Programming to Aggregate Production Planning, *International Journal of Production Economics*, 98 (3), 328–341.
- Wang, Y. M. & Yin, H. L. (2013). Integrated Optimization For Supply Chain With Facility Disruption, *In 2013 IEEE International Conference On Mechatronics and Automation (ICMA)*, 4-7 August 2007, 1625-1629.
- Wang, Z. & Sarkis, J. (2013). Investigating The Relationship of Sustainable Supply Chain Management With Corporate Financial Performance, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 62 (8), 871–888.
- Waters, D. (2003) *Logistics: An Introduction to Supply Chain Management*, New York: Palgrav Macmillan.
- Welford, R. & Frost, S. (2006). Corporate Social Responsibility in Asian Supply Chains, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 13 (3), 166–176

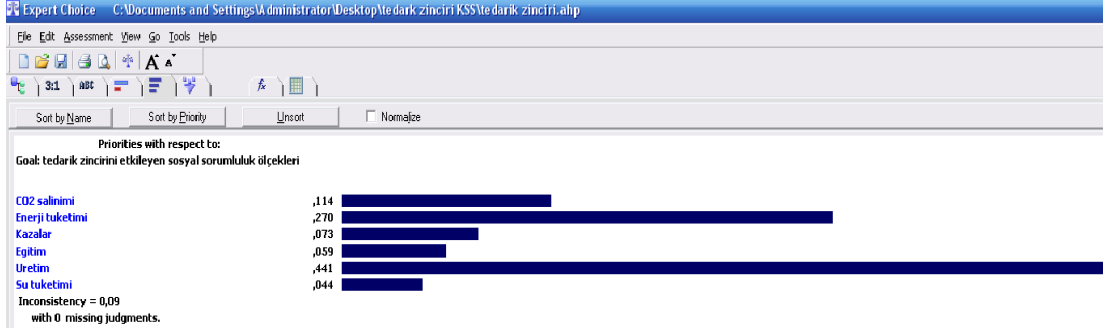
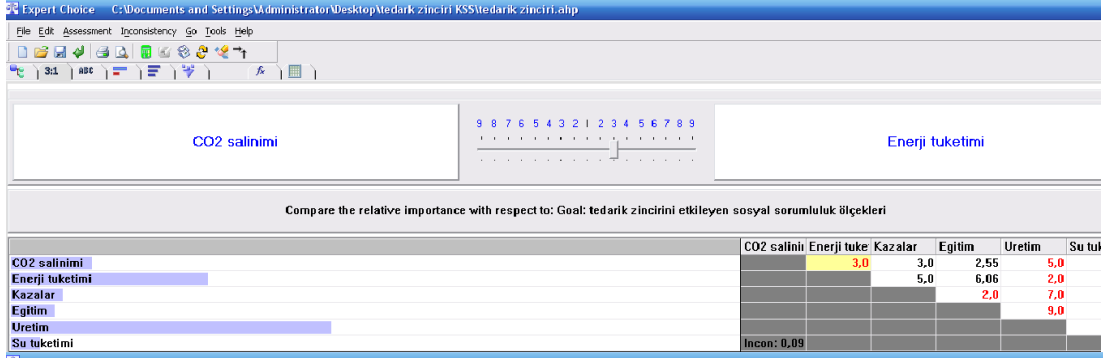


- World Business Council for Sustainable Development (b.t.). On February 2007.  
[www.wbcsd.org/DocRoot/RGk80O49q8ErwmWXIwtF/CSRmeeting.pdf](http://www.wbcsd.org/DocRoot/RGk80O49q8ErwmWXIwtF/CSRmeeting.pdf)
- Xiao, T. & Yang, D. (2008). Price and Service Competition of Supply Chains With Risk Averse Retailers Under Demand Uncertainty, *International Journal of Production Economics*, 114 (1), 187–200.
- Yan, H., Yu, Z. & Cheng, T. C. E. (2003). A Strategic Model For Supply Chain Design With Logical Constraints: Formulation and Solution, *Computers & Operations Research*, 30 (14), 2135–2155.
- Yanık, S. ve Türket, İ. (2012). Sürdürülebilirlik ve Sosyal Sorumluluk Raporlamasındaki Gelişmeler (Tümleşik Raporlama), *İ.Ü Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı 47, 291-308.
- Yörük, D. (2007). *Son-Adım Tedarik Zinciri Stratejilerinin Türkiye'deki Online Süpermarketlerin Performansına Etkisi*, (Doktora Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.
- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy Sets, *Information and Control*, 8 (3), 338-353
- Zadeh, L.A. (1999). Fuzzy Sets As A Basis For A Theory of Possibility, *Fuzzy Sets and Systems*, 100 (1), 3–28.
- Zhao X. D., Xie, J. X. & Leung, J. (2002). The Impact of Forecasting Model Selection on the Value of Information Sharing in A Supply Chain, *European Journal of Operations Research*, 142 (2), 321–344.
- Zhu, Q. Sarkis, J. & Geng, Y. (2005). Green Supply Chain Management in China: Pressures, Practices and Performance, *International Journal of Operations & Production Management*, 25 (5), 449-468.
- Zhu, Q., Sarkis, J. & Lai, K. (2008). Green Supply Chain Management Implications For “Closing The Loop”. *Transportation Research Part E*, 44 (1), 1-18.
- Zimmermann, H. J. (1992). *Fuzzy Set Theory and It's Applications*, (Second Revised Edition), USA: Kluwer Academic Publishers.
- Zimmermann, H. J. (1993). Using Fuzzy Sets in Operational Research, *European Journal of Operational Research*, 13, 201-216.

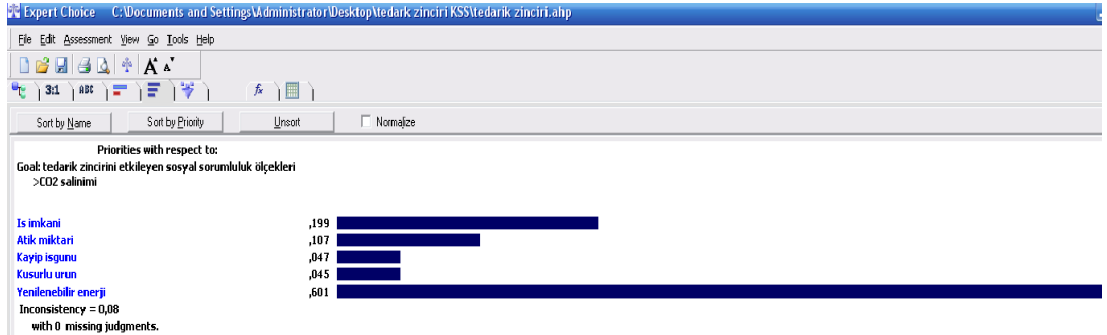
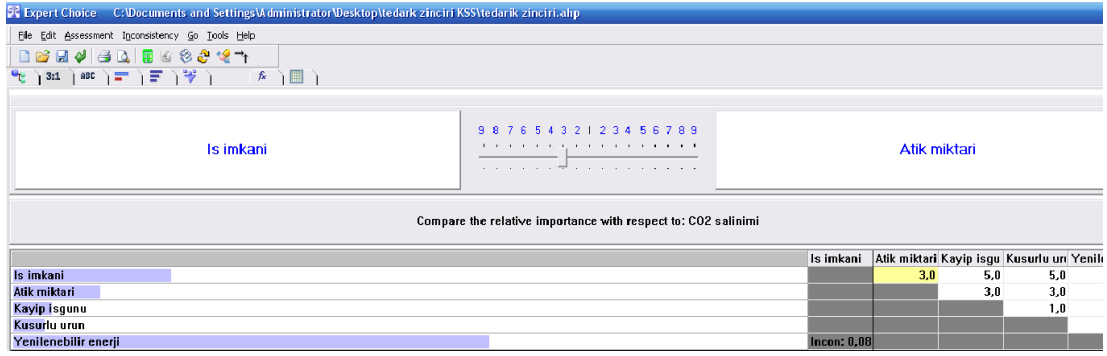
## EKLER

Sayfa No

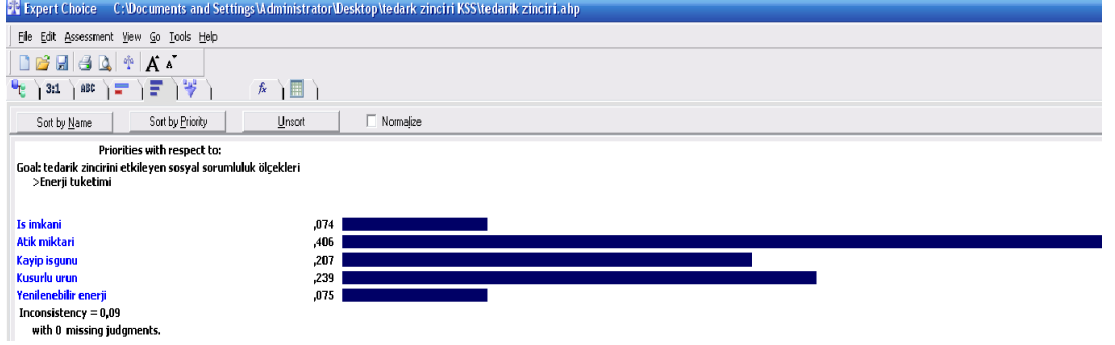
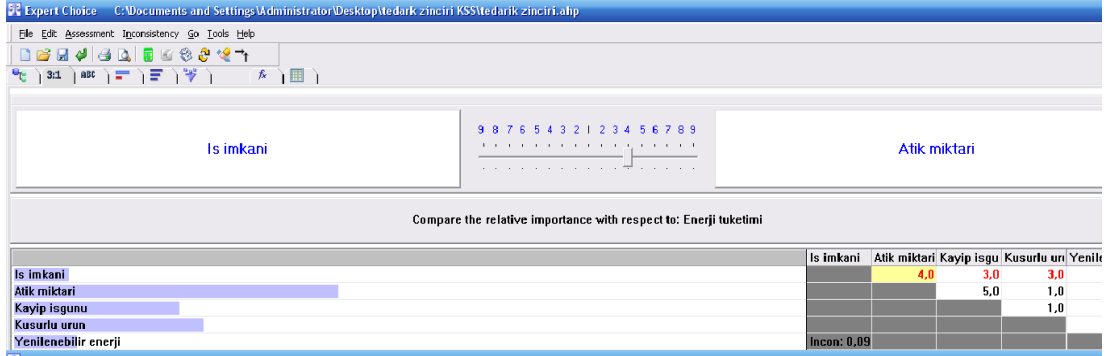
<b>Ek Şekil 1:</b> Tedarik Zinciri Sosyal Sorumluluğu Etkileyen Ana Kriterlerin Matrisi Ekranı ve Görelî Baskınlık Değerleri.....	205
<b>Ek Şekil 2:</b> CO <sub>2</sub> Matris Ekranı ve Alt Kriterlerin Görelî Baskınlık Değerleri.....	205
<b>Ek Şekil 3:</b> Enerji Tüketimi Matrisi Ekranı ve Alt Kriterlerin Görelî Baskınlık Değerleri.....	206
<b>Ek Şekil 4:</b> Üretim Kazaları Matrisi Ekranı ve Alt Kriterlerin Görelî Baskınlık Değerleri.....	206
<b>Ek Şekil 5:</b> Çalışanların Eğitimi Matrisi Ekranı ve Alt Kriterlerin Görelî Baskınlık Değerleri.....	207
<b>Ek Şekil 6:</b> Üretim Matrisi Ekranı ve Alt Kriterlerinin Görelî Baskınlık Değerleri	207
<b>Ek Şekil 7:</b> Su Tüketimi Matrisi Ekranı ve Alt Kriterlerinin Görelî Baskınlık Değerleri.....	208
<b>Ek Şekil 8:</b> Uygulamada Kullanılan KDTZ Modelinin ODP ile Hazırlanmış Halinin Kodları.....	209
<b>Ek Şekil 9 :</b> Uygulamada Kullanılan KDTZ Modelinin ODP ile Hazırlanmış Halinin Açık Hali .....	214



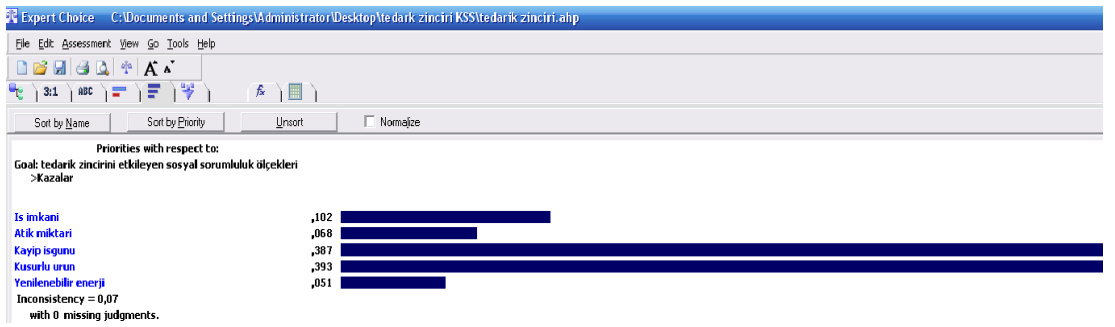
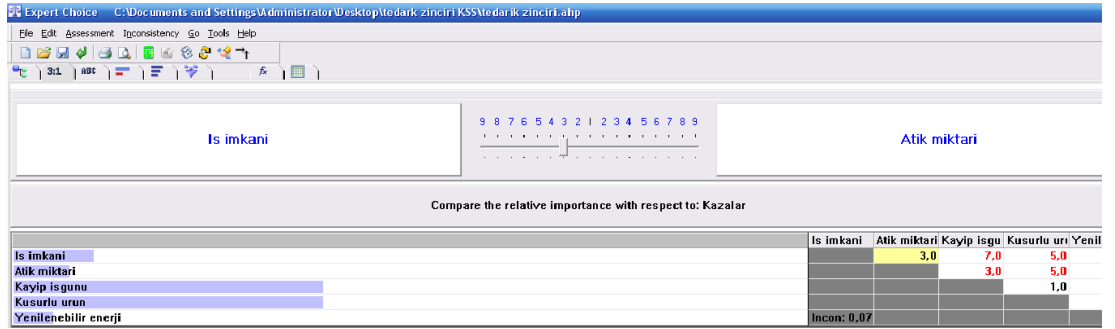
**Ek Şekil 1: Tedarik Zinciri Sosyal Sorumluluğu Etkileyen Ana Kriterlerin Matrisi Ekranı ve Görelî Baskınlık Değerleri**



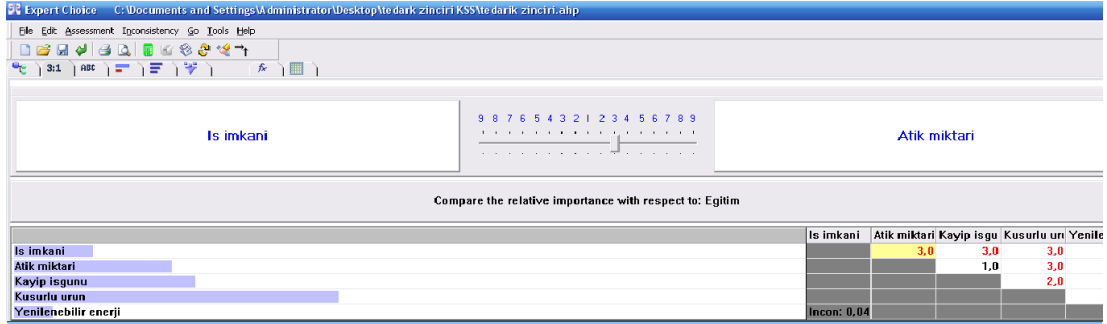
**Ek Şekil 2: CO<sub>2</sub> Matris Ekranı ve Alt Kriterlerin Görelî Baskınlık Değerleri**



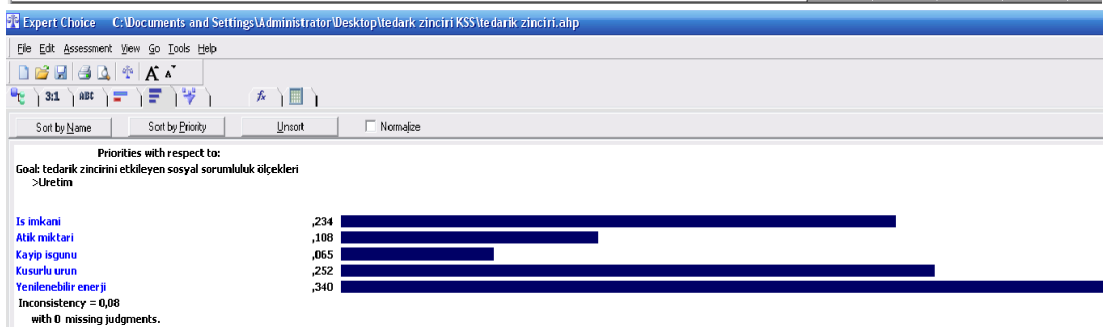
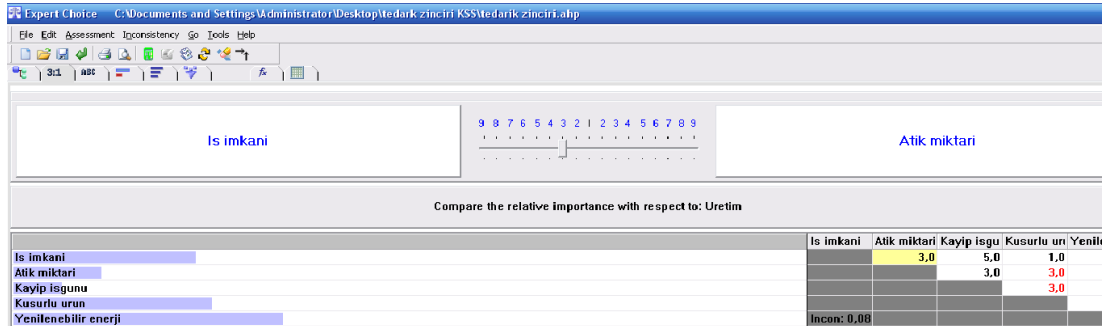
**Ek Şekil 3: Enerji Tüketimi Matrisi Ekranı ve Alt Kriterlerin Görelî Baskınlık Değerleri**



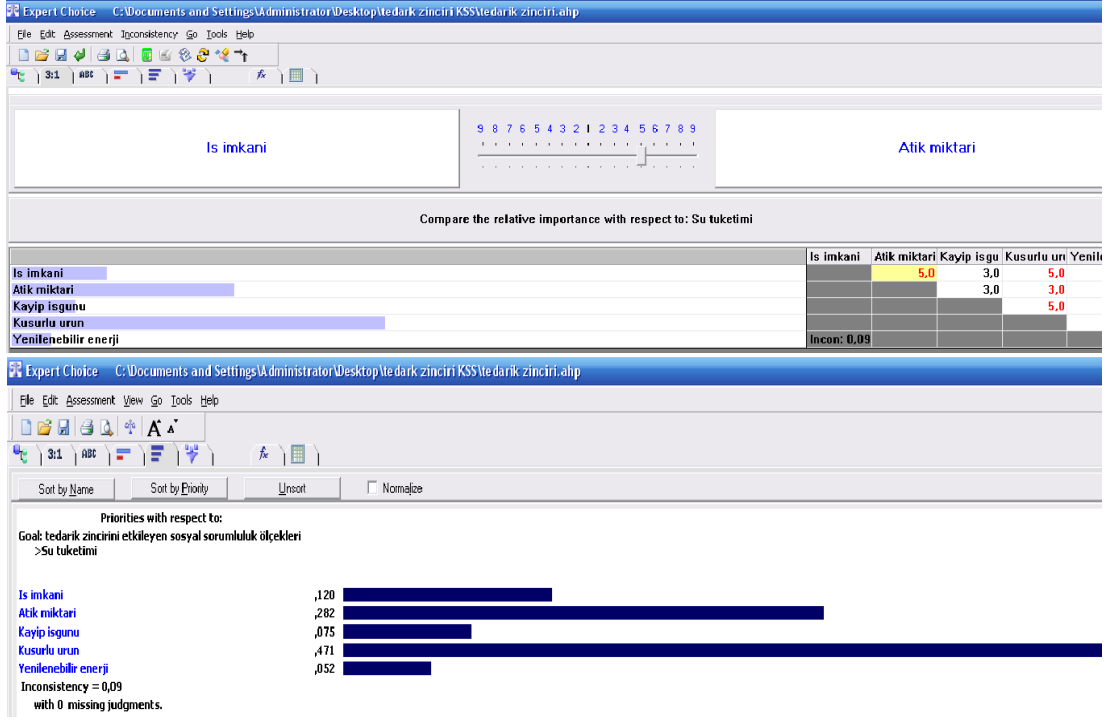
**Ek Şekil 4: Üretim Kazaları Matrisi Ekranı ve Alt Kriterlerin Görelî Baskınlık Değerleri**



**Ek Şekil 5: Çalışanların Eğitimi Matrisi Ekranı ve Alt Kriterlerin Görelî Baskınlık Değerleri**



**Ek Şekil 6: Üretim Matrisi Ekranı ve Alt Kriterlerinin Görelî Baskınlık Değerleri**



**Ek Şekil 7: Su Tüketimi Matrisi Ekranı ve Alt Kriterlerinin Görelî Baskınlık Değerleri**

sets

- i üretim tesisi ve yeniden imalat tesisi /i1\*i18/
- j dağıtım merkezi /j1\*j15/
- k müşteri /k1\*k81/
- l toplama merkezi /l1\*l17/
- p ürün seti /p1\*p2/;

parameters

PCpes(p) üretim maliyeti kotumser  
/p1 250  
P2 350/

PCm(p) üretim maliyeti orta  
/p1 200  
P2 300/

PCopt(p) üretim maliyeti iyimser  
/p1 150  
P2 250/

CPpes(p) yeniden işleme maliyeti kotumser  
/.../

CPm(p) yeniden işleme maliyeti orta  
/.../

CPopt(p) yeniden işleme maliyeti iyimser  
/.../

DCpes(p) ürünün bertaraf edilme maliyeti kotumser  
/.../

DCm(p) ürünün bertaraf edilme maliyeti orta  
/.../

DCopt(p) ürünün bertaraf edilme maliyeti iyimser  
/.../

Bpes(p) kayıp isgunu kotumser  
/.../

Bm(p) kayıp isgunu orta  
/.../

Bopt(p) kayıp isgunu iyimser  
/.../

E(p) ortalama atık oranı  
/.../

N(p) temiz teknoloji oranı  
/.../

H(p) tehlikeli madde oranı  
/.../

CDCpes(l) toplama merkez bertaraf etme merkez ulaştırma maliyeti kotumser  
/l1 0  
12 12.5  
13 10  
14 11  
15 14.3  
16 13  
17 7.2/

**Ek Şekil 8:** Uygulamada Kullanılan KDTZ Modelinin ODP ile Hazırlanmış Halinin Kodları

CDCm(l) toplama merk bertaraf etme merk ulastirma maliyeti orta  
 /.../  
 CDCopt(l) toplama merk bertaraf etme merk ulastirma maliyeti iyimser  
 .../  
 FCPpes(i) acilan uretim tesisinin maliyeti kotumser  
 /.../  
 FCPm(i) acilan uretim tesisinin maliyeti orta  
 /.../  
 FCPopt(i) acilan uretim tesisinin maliyeti iyimser  
 /.../  
 FCDpes(j) acilan dagitim merk maliyeti kotumser  
 /.../  
 FCDm(j) acilan dagitim merk maliyeti orta  
 /.../  
 FCDopt(j) acilan dagitim merk maliyeti iyimser  
 /.../  
 FCCpes(l) acilan toplama merk maliyeti kotumser  
 /.../  
 FCCm(l) acilan toplama merk maliyeti orta  
 /.../  
 FCCopt(l) acilan toplama merk maliyeti iyimser  
 /.../  
 betapes(p) urunde bulunan ortalama kusur kotumser  
 /.../  
 betam(p) urunde bulunan ortalama kusur orta  
 /.../  
 betaopt(p) urunde bulunan ortalama kusur iyimser  
 /.../  
 Spes(i) uretim tesisi istihdam sayisi kotumser  
 /.../  
 Sm(i) uretim tesisi istihdam sayisi orta  
 /.../  
 Sopt(i) uretim tesisi istihdam sayisi iyimser  
 /.../  
 Tpes(j) dagitim merkezi istihdam sayisi kotumser  
 /.../  
 Tm(j) dagitim merkezi istihdam sayisi orta  
 /.../  
 Topt(j) dagitim merkezi istihdam sayisi iyimser  
 /.../  
 Vpes(l) toplama merkezi istihdam sayisi kotumser  
 /.../  
 Vm(l) toplama merkezi istihdam sayisi orta  
 /.../  
 Vopt(l) toplama merkezi istihdam sayisi iyimser  
 /.../;

**Ek Şekil 8:** Uygulamada Kullanılan KDTZ Modelinin ODP ile Hazırlanmış Halinin Kodları-  
devam



```

table PDCpes(i,j) üretim tesisinden dagitim merkezine ulastirma maliyeti kotumser
  j1  j2  j3  j4  j5  j6  j7  j8  j9  j10 j11 j12 j13 j14 j15
i1 6.7 11  5  18.2 16.8 16.8 7.8 8.2 10.4 20.2 18.2 13.7 12.5 20.2 8.9
i2 11.5 14.8 6.7 20.2 20.2 20.2 2.9 2.9 13 20.2 20.2 14.8 15.3 20.2 14.3
i3 5.7 14.3 7.8 17.3 16.8 16.8 6.7 7.2 13 20.2 16.1 12.1 12.5 18.2 11
i4 0 12.5 10 15.3 14.3 14.3 11 11.5 13 18.2 14.8 10.4 8.2 16.8 7.2
i5 14.3 15.3 20.2 8.9 0 5.7 7.2 20.2 20.2 8.9 16.1 14.8 9.3 13.7 13
i6 14.3 14.8 20.2 12.1 5.7 0 20.2 20.2 20.2 12.5 17.3 16.1 11 15.3 12.5
i7 13 16.1 10 20.2 20.2 20.2 6.1 5.7 12.5 20.2 20.2 16.8 17.3 20.2 15.3
i8 10 12.5 0 20.2 20.2 20.2 6.1 7.2 8.9 20.2 20.2 14.8 14.3 20.2 12.1;
table PDCm(i,j) üretim tesisinden dagitim merkezine ulastirma maliyeti orta
...;
table PDCCopt(i,j) üretim tesisinden dagitim merkezine ulastirma maliyeti iyimser
...;
table DCCpes(j,k) dagitim merk müsteri bolg ulastirma maliyeti kotumser
...;
table DCCm(j,k) dagitim merk müsteri bolg ulastirma maliyeti orta
...;
table DCCopt(j,k) dagitim merk müsteri bolg ulastirma maliyeti iyimser
...;
table CCCpes(l,k) musteriler bolg toplama bolg kullanilmis urun gonderme maliyeti kotumser
...;
table CCCm(l,k) musteriler bolg toplama bolg kullanilmis urun gonderme maliyeti orta
...;
table CCCopt(l,k) musteriler bolg toplama bolg kullanilmis urun gonderme maliyeti iyimser
...;
table CPCpes(l,i) toplama merk yeniden üretim merk ulastirma maliyeti kotumser
...;
table CPCm(l,i) toplama merk yeniden üretim merk ulastirma maliyeti orta
...;
table CPCopt(l,i) toplama merk yeniden üretim merk ulastirma maliyeti iyimser
...;
table CAPPpes(i,p) üretim merk kapasite kotumser
...;
table CAPPm(i,p) üretim merk kapasite orta
...;
table CAPPopt(i,p) üretim merk kapasite iyimser
...;
table CAPDpes(j,p) dagitim merk kapasite kotumser
...;
table CAPDm(j,p) dagitim merk kapasite orta
...;
table CAPDopt(j,p) dagitim merk kapasite iyimser
...;
table CAPCpes(l,p) toplama merk kapasite kotumser
...;
table CAPCm(l,p) toplama merk kapasite orta
...;

```

**Ek Şekil 8:** Uygulamada Kullanılan KDTZ Modelinin ODP ile Hazırlanmış Halinin Kodları-  
devam

```

table CAPCopt(l,p) toplama merk kapasite iyimser
...;
table Dpes(k,p) musteriler talepleri kotumser
...;
table Dm(k,p) musteriler talepleri orta
...;
table Dopt(k,p) musteriler talepleri iyimser
...;
table Rpes(k,p) musteriler geri donus miktarı kotumser
...;
table Rm(k,p) musteriler geri donus miktarı orta
...;
table Ropt(k,p) musteriler geri donus miktarı iyimser
...;
scalars
Q1 istihdam agirlik /0.165/
Q2 atik miktarı agirlik /0.198/
Q3 kayip isgunu agirlik /0.135/
Q4 kusurlu urun agirlik /0.255/
Q5 yenilenebilir enerji agirlik /0.247/;
variable minz;
variable maxz;
positive variable X(i,j,p);
positive variable Y(j,k,p);
positive variable Z(k,l,p);
positive variable T(l,p);
positive variable S(l,i,p);
binary variable O(i);
binary variable U(j);
binary variable W(l);
equations
amac1 birinci amac fonksiyonu
*amac2 ikinci amac fonksiyonu
kisit1(k,p) musteriler talepleri karsilanir
kisit2(j,p) uretim dagitim ve dagitim musteriler dengelenir
kisit3(k,p) musterilerden geri donen urunler
kisit4(l,p) urunlerin kusur yuzdesi
kisit5(l,p) musteriler toplama merkezi ve toplama merkezi yeniden uretim ve bertaraf
dengelenir
kisit6(i) uretim tesisi kapasite dengelenir
kisit7(j) dagitim merkezi kapasite dengelenir
kisit8(l) toplama merkezi kapasite dengelenir
kisit9 eskisehir acilacak;

```

**Ek Şekil 8:** Uygulamada Kullanılan KDTZ Modelinin ODP ile Hazırlanmış Halinin Kodları-  
devam

```

amac1..
minz=E=sum(i,0.25*(FCPpes(i)+2*FCPm(i)+FCPopt(i))*O(i))+sum(j,0.25*(FCDpes(j)+2*
FCDm(j)+FCDopt(j))*U(j))+sum(l,0.25*(FCCpes(l)+2*FCCm(l)+FCCopt(l))*W(l))+sum((
k,l,p),0.25*(CCCpes(l,k)+2*CCCm(l,k)+CCCopt(l,k))*Z(k,l,p))+sum((i,j,p),0.25*(PCpes(p)
+2*PCm(p)+PCopt(p)+PDCpes(i,j)+2*PDCm(i,j)+PDCopt(i,j))*X(i,j,p))+sum((j,k,p),0.25*(
DCCpes(j,k)+2*DCCm(j,k)+DCCopt(j,k))*Y(j,k,p))+sum((l,i,p),0.25*(CPpes(p)+2*CPm(p)
+CPopt(p)+CPCpes(l,i)+2*CPCm(l,i)+CPCopt(l,i))*S(l,i,p))+sum((l,p),0.25*(DCpes(p)+2*
DCm(p)+DCopt(p)+CDCpes(l)+2*CDCm(l)+CDCopt(l))*T(l,p))
*amac2..
E=L=Q1*(sum(i,0.25*(Spes(i)+2*Sm(i)+Sopt(i))*O(i))+sum(j,0.25*(Tpes(j)+2*Tm(j)+Topt
(j))*U(j))+sum(l,0.25*(Vpes(l)+2*Vm(l)+Vopt(l))*W(l)))-Q2*sum((i,j,p),E(p)*X(i,j,p))-
Q4*sum((i,j,p),H(p)*X(i,j,p))-
Q3*sum((i,p),0.25*(Bpes(p)+2*Bm(p)+Bopt(p))*O(i))+Q5*(sum((k,l,p),N(p)*Z(k,l,p))+su
m((l,i,p),N(p))*(S(l,i,p)+T(l,p))))
kisit1(k,p).. sum(j,Y(j,k,p))=G=(alpha)*(Dm(k,p)+Dopt(k,p))*0.5+(1-
alpha)*(Dpes(k,p)+Dm(k,p))*0.5
kisit2(j,p).. sum(i,X(i,j,p))=E=sum(k,Y(j,k,p))
kisit3(k,p).. sum(l,Z(k,l,p))=G=(alpha)*(Rm(k,p)+Ropt(k,p))*0.5+(1-
alpha)*(Rpes(k,p)+Rm(k,p))*0.5
kisit4(l,p).. sum(k,Z(k,l,p))*((alpha)*(betam(p)+betaopt(p))*0.5+(1-
alpha)*(betapes(p)+betam(p))*0.5)=L=T(l,p)
kisit5(l,p).. sum(k,Z(k,l,p))=E=sum(i,S(l,i,p))+T(l,p)
kisit6(i)..
sum((l,p),S(l,i,p))+sum((j,p),X(i,j,p))=L=O(i)*sum(p,(alpha)*(CAPPpes(i,p)+CAPPm(i,p))*0.5+
(1-alpha)*(CAPPopt(i,p)+CAPPm(i,p))*0.5)
kisit7(j).. sum((k,p),Y(j,k,p))=L=U(j)*sum(p,(alpha)*(CAPDpes(j,p)+CAPDm(j,p))*0.5+(1-
alpha)*(CAPDopt(j,p)+CAPDm(j,p))*0.5)
kisit8(l).. sum((k,p),Z(k,l,p))=L=W(l)*sum(p,(alpha)*(CAPCpes(l,p)+CAPCm(l,p))*0.5+(1-
alpha)*(CAPCopt(l,p)+CAPCm(l,p))*0.5)
kisit9.. O('i1')=E=1

model KDTZ /all/;
solve KDTZ using mip minimizing minz;
*solve KDTZ using mip maximizing maxz;

```

**Ek Şekil 8:** Uygulamada Kullanılan KDTZ Modelinin ODP ile Hazırlanmış Halinin Kodları-  
devam

<p>amac1.. minz = - 206.15*X(i1,j1,p1) - 306.15*X(i1,j1,p2) - 210.45*X(i1,j2,p1) - ..... - 11.525*Y(j1,k1,p1) - 11.525*Y(j1,k1,p2) - 14.8*Y(j1,k2,p1) - ..... - 11.525*Z(k1,l1,p1) - 11.525*Z(k1,l1,p2) - 12.525*Z(k1,l2,p1) - ..... - 15*T(11,p1) - 15*T(11,p2) - 27.05*T(12,p1) - ..... - 101.15*S(11,i1,p1) - 137.4*S(11,i1,p2) - 105.875*S(11,i2,p1) - ..... - 3675000*O(i2) - ..... - 325000*U(j1) - ..... - 145000*W(11) - .....</p>
<p>amac2.. 0.0354*X(i1,j1,p1) + 0.0354*X(i1,j1,p2) + 0.0354*X(i1,j2,p1) + ..... - 0.247*Z(k1,l1,p1) - 0.247*Z(k1,l1,p2) - 0.247*Z(k1,l2,p1) - ..... - 1.976*T(11,p1) - 1.976*T(11,p2) - 1.976*T(12,p1) - ..... - 0.247*S(11,i1,p1) - 0.247*S(11,i1,p2) - 0.247*S(11,i2,p1) - ..... + 66.96375*O(i1) + ..... - 2.145*U(j1) - ..... - 0.99*W(11) - .....</p>
<p>kisit1(k1,p1).. Y(j1,k1,p1) + Y(j2,k1,p1) + Y(j3,k1,p1) + Y(j4,k1,p1) + Y(j5,k1,p1) + Y(j6,k1,p1) + Y(j7,k1,p1) + Y(j8,k1,p1) + Y(j9,k1,p1) + Y(j10,k1,p1) + Y(j11,k1,p1) + Y(j12,k1,p1) + Y(j13,k1,p1) + Y(j14,k1,p1) + Y(j15,k1,p1) ≥ 19828.05 ;</p> <p>kisit1(k1,p2).. Y(j1,k1,p2) + Y(j2,k1,p2) + Y(j3,k1,p2) + Y(j4,k1,p2) + Y(j5,k1,p2) + Y(j6,k1,p2) + Y(j7,k1,p2) + Y(j8,k1,p2) + Y(j9,k1,p2) + Y(j10,k1,p2) + Y(j11,k1,p2) + Y(j12,k1,p2) + Y(j13,k1,p2) + Y(j14,k1,p2) + Y(j15,k1,p2) ≥ 9765.8 ;</p> <p>kisit1(k2,p1).. Y(j1,k2,p1) + Y(j2,k2,p1) + Y(j3,k2,p1) + Y(j4,k2,p1) + Y(j5,k2,p1) + Y(j6,k2,p1) + Y(j7,k2,p1) + Y(j8,k2,p1) + Y(j9,k2,p1) + Y(j10,k2,p1) + Y(j11,k2,p1) + Y(j12,k2,p1) + Y(j13,k2,p1) + Y(j14,k2,p1) + Y(j15,k2,p1) ≥ 5509.25;</p>
<p>kisit9.. O(i1) = 1</p>
<p>.....</p>
<p>.....</p>
<p><b>Diğer kısıtlarda benzer şekilde düzenlenmiştir.</b></p>

**Ek Şekil 9 :** Uygulamada Kullanılan KDTZ Modelinin ODP ile Hazırlanmış Halinin Açık Hali

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Bilal ŞİŞMAN  
**Anabilim Dalı** : İşletme

**Kişisel Bilgiler**  
Doğum yeri ve yılı : Eskişehir / 25.05.1986

**Eğitim**  
Yüksek Lisans : Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Lisans : Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

**İş/İstihdam**  
2009-..... : Afyon Kocatepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü Araştırma Görevlisi

### **Yayınlar**

#### SCI, SSCI ve AHCI Dışında Taranan Dergilerde Yayınlanan Makaleler

- Şişman, B.** (2012). Talebin Belirsiz Olduğu Tedarik Zinciri Tasarımında Bulanık Eniyileme Yaklaşımı, *Uluslararası Yönetim, İktisat ve İşletme Dergisi*, 8 (17), 27-44.
- Şişman, B., Eleren, A & Yörük, S.** (2013). Social Anxiety and Usage of Online Technological Communication Tools Among Adolescents, *Journal of Economic and Social Studies*, 3 (2), 101-114.
- Şişman, B. ve Ecer, F.** (2013). Aktarma Probleminin Oyun Teorisi ile Çözümüne Yönelik Bir Yaklaşım, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 103-116.
- Şişman, B. ve Eleren, A.** (2013). En Uygun Otomobilin Gri İlişkisel Analiz ve Electre Yöntemleri ile Seçimi, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 411429.
- Şişman, B. ve Ağca, V.** (2015). Tedarik Zinciri Yönetiminde Kurumsal Sosyal Sorumluluğun Yeri: Elektrikli Ev Aletleri Sektörü Örneği, *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 2 (1), 15-24.

#### Uluslararası Konferans ve Sempozyumlardaki Tebliğler

- Şişman, B., Gayretli, A. ve Caşka, S.** (2012). Türkiye'deki Kobi'lerin Teknolojik Yenilik (İnovasyon) ve Yeni Ürün Geliştirme Üzerine İncelenmesi, *1. İşletme Yönetimi ve Kurumsal Sosyal Sorumluluk Konferansı*, 23-25 Aralık 2012. Azerbaycan.
- Şişman, B.** (2012). Supply Chain Network Design Considering Customer Service Level, *International Conference on Industrial Engineering*, 3-6 Haziran 2012, Yunanistan.
- Şişman, B. & Elgün, M. N.** (2013). A Comparison of Decision Making Models and Electricity Energy Demand Forecasting for Turkey, *International Conference on Economic and Social Studies*, 10-11 Mayıs 2013, Bosna Hersek.

### Ulusal Konferans ve Sempozyumlardaki Tebliğler

**Şişman, B., Ariol, H. ve Eleren A.** (2011). Tedarik Zinciri Ağ Tasarım Probleminde Parçacık Sürüsü Optimizasyon Yöntemi ve Gıda Sektörü Örneği, *31. Ulusal Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühend*, 5-7 Temmuz 2011, Sakarya.

**Şişman, B., Ariol, H. ve Eleren, A.** (2011). Tedarik Zinciri Ağ Tasarımında Parçacık Sürüsü Optimizasyon Yöntemi ile Çapraz Yükleme Yerlerinin Belirlenmesi, *11. Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, 23-24 Haziran 2011, İstanbul.

**Şişman, B.** (2012). İnsani Yardım Lojistik Planlamasında Yerleşim Yeri Belirleme, *Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, 10-12 Mayıs 2012, Konya.

**Şişman, B. ve Eleren, A.** (2012). Türkiye'de Tüketici Eğiliminin Lojistik Regresyon Yöntemi ile İncelenmesi, *11. Ulusal İşletmecilik Kongresi*, 10-12 Mayıs 2012, Konya.

**Şişman, B. ve Ağca, V.** (2014). Tedarik Zinciri Yönetiminde Kurumsal Sosyal Sorumluluğun Yeri: Arçelik A.Ş. Örneği, *22. Ulusal Yönetim ve Organizasyon*, 21-24 Mayıs, Konya.

### Sonuçlandırılmış Araştırma Projeleri

(12.HIZ.DES.04) Sosyal Endişe ve Gençler Arasında Online Teknolojik İletişim Araçlarının Kullanımı

(13.HIZ.DES.10) Karar Verme Modellerinin Karşılaştırılması ve Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Tahmini

### **Yabancı Dil ve Puanı**

ÜDS 2010 İlkbahar : 68.75