

**T.C.**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI İÇİN MÜŞTERİ  
BEKLENTİLERİNİ ESAS ALAN BİR MODEL ÖNERİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**LEYLA ÖZGÜR POLAT**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**LEYLA ÖZGÜR POLAT** tarafından hazırlanan “**YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI İÇİN MÜŞTERİ BEKLENTİLERİNİ ESAS ALAN BİR MODEL ÖNERİSİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 22.07.2014 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Semih COŞKUN  
Pamukkale Üniversitesi  
Üye  
Prof. Dr. Aşkın GÜNGÖR  
Pamukkale Üniversitesi  
Üye  
Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir YALDIR  
Pamukkale Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 13.08.2014, tarih ve 33/06 sayılı kararıyla onaylanmıştır..



Prof. Dr. Orhan KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez alışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Koordinasyon Birimi tarafından 2011FBE046 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.**

**LEYLA ÖZGÜR POLAT**



## ÖZET

**YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ AĞI TASARIMI İÇİN MÜŞTERİ  
BEKLENTİLERİNİ ESAS ALAN BİR MODEL ÖNERİSİ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**LEYLA ÖZGÜR POLAT**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**(TEZ DANIŞMANI: YRD. DOÇ. DR. SEMİH COŞKUN)**  
**DENİZLİ, TEMMUZ - 2014**

Çevre odaklılığın insan, endüstriyel sistemler ve doğal kaynakları inceleyen günümüz akademik çalışmalarında önemli bir alana sahip olduğu bilinmektedir. Genel olarak yeşil tedarik zincirleri, yeşil üretim sistemleri ve yeşil ürünler adı altındaki çalışmalarda yer alan bu konunun gerçek uygulamalara yeterli düzeyde yansımadağı da gözlemlenmiştir. Yeşil ürünlerin arz ve talebinin müşteri beklentileri ile birlikte dengelenmesi bu alandaki piyasaların gelişmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada amaç, müşterilerin yeşil ürün beklentilerine göre perakendeciler, üreticiler, taşıyıcılar ve dağıtım merkezlerinden oluşan tedarikçi ağlarının yeniden tasarlanmasıdır. Bu doğrultuda tanımlanan problem, belirlenen amaçların karşılanması için hedef programlama yaklaşımı ile modellenmiştir. Önerilen model, doğru ürünün doğru müşteri ile buluşması için müşterilerin yeşillik beklentilerine göre sınıflandırılmasını, perakendecilerin ve tedarik zinciri ağının beklentilerini sağlayarak toplam ağ faydasının en büyüklenmesini amaçlamaktadır. Modelde ürünlerin yeşillik derecelerine göre tanımlanmasını sağlayan, perakendeci ve müşteri beklentilerini yansıtan kısıt kararlılığının değerlendirildiği kararlılık faktörleri yer almaktadır. Önerilen modelin sayısal sonuçları, örnek verilerle gerçekleştirilen model çözümü üzerinde gösterilmiştir. Model çözümü sonucunda yapılan değerlendirmede perakendeci ile müşteri kararlılıklarının ve tedarik zincirinde yer alan aktörlerin durumlarının iyi analiz edilerek uygun ürünün uygun müşteriye ulaştırılmasındaki ilgili kararlılık faktörlerinin seçiminin problemin çözümünün etkinliğinde önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir. Model sonuçları değerlendirildiğinde ortaya konulan yaklaşım ve model yapısı çerçevesinde, modelin tedarik zincirlerinde ve piyasalarda yeşillik düzeyini artırıcı katkı sağlar nitelikte olduğu ortaya konulmuştur.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Yeşil Tedarikçi Zinciri Ağı, Müşteri Segmentasyonu, Yeşil Pazarlama, Çok Kriterli Hedef Programlama

# **ABSTRACT**

## **A MODEL PROPOSAL FOR GREEN SUPPLY CHAIN NETWORK DESIGN BASED ON CUSTOMER EXPECTATIONS**

**MSC THESIS**

**LEYLA OZGUR POLAT**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**INDUSTRIAL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. SEMIH COSKUN )**

**DENİZLİ, JULY 2014**

Nowadays, academic studies focusing on environmental systems are significantly important in the literature. However, the most of studies related to green supply chains, green production systems and green products cannot readily be applied to real world problems. In other words, currently, there is still a huge gap between academic studies and real world applications. Balancing supply and demand of green products considering the expectations of customers could benefit to the improvement of green markets and add value to the green practices.

The aim of this study is to redesign supply chain networks which include retailers, suppliers, carriers and distribution centers based on the green expectations of customers. The problem is modeled using goal programming approach in order to meet several predefined objectives. The proposed model maximizes the total utility from the network. It aims to match the product and the customer so that it satisfies the expectations of customer segments, retailers and network restrictions. . In this model, determinateness factors are used in order to evaluate products and suppliers, carriers and distribution centers according to green levels and expectations of customers and retailers. The numerical results of the proposed model are presented for a theoretical sample model of green supply chain network design in order to prove the assets of the problem. According to the results of the model solution by retailer, customer determinateness and supply chain actors should be analyzed carefully. It can be drawn from these results that the factors in solution problem of right product to right customer have an important role in this process. Furthermore, the proposed approach and model framework can benefit supply chains and markets to increase their greenness levels.

**KEYWORDS:** Green Supply Chain Network, Customer Segmentation, Green Marketing, Multi Criteria Goal Programming

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>KISALTMA LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>8</b>
1.1 Tezin Amacı .....	10
1.2 Kullanılan Materyal ve Metot .....	10
1.3 Tezin Özgün Değeri .....	11
1.4 Tezin Organizasyonu.....	11
<b>2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI</b> .....	<b>13</b>
<b>3. YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE MÜŞTERİ</b> <b>SEGMENTASYONU</b> .....	<b>17</b>
3.1 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi .....	17
3.2 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminin Başarı Faktörleri ile Avantaj ve Dezavantajları.....	19
3.3 Yeşil Tedarik Zincirinin Fonksiyonları.....	21
3.4 Yeşil Tedarikçi Seçim ve Değerlendirme Kriterleri .....	26
3.4.1 Çevresel Etkilere Dayalı Değerlendirme Kriterleri.....	26
3.4.2 Tedarikçi Seçiminde Bütünsel Değerlendirme Kriterleri.....	34
3.5 Müşteri Segmentasyonu .....	38
3.6 Yeşil Pazarlamadaki Müşteri Segmentasyonu .....	40
3.7 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminde Müşteri Segmentasyonunun Önemi.....	41
<b>4. YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ AĞ TASARIMI İÇİN ÇÖZÜM MODELİ</b> .....	<b>45</b>
4.1 Modelde Kullanılan Kısıt ve Parametreler .....	46
4.2 Matematiksel Model Yapısı .....	49
<b>5. ÇÖZÜM MODELİNİN UYGULANMASI</b> .....	<b>52</b>
5.1 Örnek Uygulama .....	52
5.2 Sayısal Sonuçlar .....	57
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	<b>65</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b> .....	<b>67</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>76</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1: Yeşil tedarik zinciri yönetiminin yapısı (Hervani ve diğ. 2005) .....	18
Şekil 3.2: Yeşil tedarik zincirinin fonksiyonları .....	22
Şekil 3.3: Dağıtım lojistiği ve tersine lojistik (Fleischmann ve diğ. 1997).....	25
Şekil 3.4: Ürün geri dönüşüm süreçleri (Thierry ve diğ. 1995) .....	26
Şekil 3.5: Güngör ve diğ. (2010)'e göre çevresel kriterler .....	31
Şekil 3.6: Shaik ve Abdul-Kader (2011)'e göre diğer beklenti kriterleri .....	35
Şekil 3.7: Müşteri segmentasyonu (Akbulut 2006) .....	40
Şekil 5.1: Örnek yeşil tedarik zinciri ağı.....	53
Şekil 5.2: Segmentler/Perakendeci ve Tedarikçiler/Taşıyıcılar/Dağıtım Merkezleri arasındaki beklenti ilişkileri.....	53
Şekil 5.3: Farklı yeşil kararlılık faktörleri altında parametrelerin değişimi.....	64



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 3.1: Yeşil tedarik zinciri için dikkat edilmesi gereken faktörler (Büyüközkan ve Vardaloğlu 2008) .....	20
Tablo 3.2: Çevresel konuların satın alma davranışlarındaki etkileri (Tüm yetişkinler için) (TheHarrisPoll 2012) .....	42
Tablo 3.3: Çevresel konuların satın alma davranışlarındaki etkileri (18-24 yaş grubu aralığı için) (TheHarrisPoll 2012).....	42
Tablo 3.4: Tüm yetişkinler için yeşil ürün ve hizmet tutumları (TheHarrisPoll 2012).....	43
Tablo 3.5: 18-24 yaş grubu aralığındaki yeşil ürün ve hizmet tutumları (TheHarrisPoll 2012).....	43
Tablo 5.1: Ürün ve Segmentler ile Yeşil Beklenti Düzeyleri Arasındaki İlişki .....	54
Tablo 5.2: Perakendecinin Beklenti Kriterleri .....	55
Tablo 5.3: Tedarikçiler, taşıyıcılar ve dağıtım merkezlerinin kriter değerlendirme oranları .....	55
Tablo 5.4: Sosyal Pazar faktörleri ve kararlılık faktör değerlerinin seviyeleri .....	55
Tablo 5.5: Müşteri mağaza talepleri ve ürünlerin ekonomik değerleri.....	56
Tablo 5.6: Tedarikçilerin üretim değerleri .....	56
Tablo 5.7: Taşıyıcıların dağıtım değerleri.....	56
Tablo 5.8: Dağıtım merkezlerinin depolama değerleri ile mesafe matrisi.....	56
Tablo 5.9: Performans ölçütleri.....	57
Tablo 5.10: Sipariş miktarlarının karşılanma yolları .....	58
Tablo 5.11: Mağazaların talep karşılamaları.....	58
Tablo 5.12: Tesislerin kapasite kullanımları .....	59
Tablo 5.13: Tüm tedarikçiler için perakendeci ve müşterilerin yeşillik memnuniyetleri (sipariş sırasına göre) .....	60
Tablo 5.14: Alternatif senaryo için sosyal pazar faktörleri ve kararlılık faktörlerinin değerleri.....	60
Tablo 5.15: Performans ölçütleri.....	61
Tablo 5.16: Sipariş miktarlarının karşılanma yolları .....	61
Tablo 5.17: Mağazaların talep karşılamaları.....	61
Tablo 5.18: Tedarikçilerin, dağıtım merkezlerinin ve taşıyıcıların kapasite kullanımları .....	62
Tablo 5.19: Tedarikçiler ve taşıyıcılar için müşterilerin ve perakendecinin yeşillik memnuniyetleri (sipariş sırasına göre) .....	62

## KISALTMA LİSTESİ

<b>YTZY</b>	Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi
<b>AHP</b>	Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process)
<b>ISO</b>	Uluslararası Standartlar Organizasyonu (International Organization for Standardization)
<b>EMS</b>	Çevresel Yönetim Sistemi (Environmental Management System)
<b>ANP</b>	Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process)
<b>TOPSIS</b>	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

## ÖNSÖZ

Öncelikle yüksek lisans eğitimimdeki danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Semih COŞKUN'a benim için harcadığı tüm zamanı, emeği ve sabrı için teşekkür ederim. Aynı zamanda tezim boyunca danışman hocam ile birlikte bana yardımlarını ve bilgilerini esirgemeyen Araş. Gör. Dr. Olcay POLAT ve Prof. Dr. Aşkîner GÜNGÖR'e sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisans ve tez süresince bana karşı sabrını ve desteğini her daim koruyan değerli daire başkanlarım Doç. Dr. Abdullah Tahsin TOLA ve Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir YALDIR ile şube müdürüm Şerife CİHANGİR'e ve tüm Pamukkale Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı çalışma arkadaşlarıma ve dostlarıma da ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak da yalnızca bu tezin yazımında değil, hayatımın her anında bana maddi ve manevi sınırsız destek veren, her çıkan zorluğu aşmamı sağlayan, sonsuz güven ve minnetime sahip babam Zekeriya ÖZGÜR, annem Hilmiye ÖZGÜR, ablam Sabriye DEMİRCİ, eniştem Erhan DEMİRCİ, kardeşim Ayşe ÖZGÜR ve eşim Olcay POLAT'a tekrar tekrar teşekkür ederim.

**LEYLA ÖZGÜR POLAT**

## 1. GİRİŞ

Endüstriyellemenin hızla geliştiği, endüstriyel sistemlerin büyüyerek global düzeyde yayıldığı günümüz piyasalarında üretim sistemlerinin, ürünlerin ve lojistik sistemlerin ekolojik etkisi her geçen gün artmaktadır. Klasik yaklaşımla sadece ekonomik sürdürülebilirlik kriterlerini dikkate alarak yönetilen sistemler yerini kalite, ürün güvenliği, sosyal standartlar ve çevresel boyutun da eklendiği modern sürdürülebilirlik anlayışına bırakmaktadır. Çevresel boyut, küresel ısınma, zararlı gaz salınımları sonucu oluşan hava kirliliği, yaşanan endüstriyel çevre kirliliği olayları gibi doğayı ve canlıların yaşamını tehdit eden birçok faktör için yapılan bilimsel çalışmaların neticesinde elde edilen bulgularla her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Endüstriyel sistemlerin tasarımında, pazarlama karmasının modellenmesinde ve nihayetinde tedarik zincirlerinin yönetiminde çevre etkisinin dikkate alınması iyi uygulamaların ötesinde bir zorunluluk olarak görülmektedir (Gungor ve Gupta 1999).

Endüstriyel açıdan değerlendirildiğinde doğal süreçler, ürünler, üretim sistemleri ve lojistik sistemler olarak dört temel aşamada ele alınabilecek bu konuda, bütünsel tedarik zinciri esas alınarak, yapılması gerekenler her bir aşama için sistematik olarak belirlenmelidir. Çevreye duyarlı bir tedarik zinciri, yeşil prensipler doğrultusunda tasarlanan ürünler; çevre etkisi dikkate alınarak geliştirilen üretim yöntemleri ve teknolojileri; yeşil depolama, dağıtım ve sunum süreçleri ile ekonomik ömrünü tamamlayan ürünlerin doğaya geri kazandırılması konularının tamamında çevre standartlarının geliştirilmesini ve uygulanmasını gerektirmektedir (Gungor ve Gupta 1999; Ilgin ve Gupta 2010). Aynı zamanda bu alanlarda tedarik zinciri sisteminde yer alan tüm aktörlerin Kyoto Protokolü ve ilgili çevre yasalarının gerekliliklerini yerine getirmeleri yasal zorunluluğun ötesinde sosyal sorumluluk anlayışının bir parçası olmalıdır.

Sistem yaklaşımı ile bütünsel olarak değerlendirilmesi gereken bu konuda sürdürülebilir, kalıcı bir çözüm için öncelikle yeşil tüketimin ve tüketilen ürünlerinin doğaya geri dönüşüm süreçlerinin etkinliğinin artırılması gerekmektedir. Temel arz ve talep dengesinden yola çıkıldığında tedarik zincirinin

bu son halkalarının güçlendirilmesi geriye doğru zincirdeki diğer süreçlerin de yeşil hale gelmesini hızlandıracaktır. Bu noktada tüketici davranışları önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüketicilerin satın alımlarda yeşil ürünlere yönelmeleri, tüketim sonrası geri kazanım süreçleri hakkında bilinçli hareket etmeleri yeşil tedarik zinciri tasarım ve uygulamalarını güçlendirici etki yapacaktır. Tüketicilerin bu yönelimleri sırasında bilinçlendirme çalışmalarının yanında bazı engellerle karşılaşmaktadır. Yeşil tedarik zincirlerinin tasarımı, maliyetleri artırmakta ve bu durum ürün fiyatlarına yansımaktadır. Yeşil ürün pahalıdır anlayışının pazarda oluşması tüm bu yeşil çabaların önünde ciddi bir engel olarak durmaktadır (Hervani ve diğ. 2005; Sarkis 2003).

GfK Türkiye'nin Sürdürülebilirlik Akademisi ve Schneider Electric iş birliği ile gerçekleştirilen ve 2012 yılında açıklanan yeşil tüketim araştırması sonuçlarına göre tüketicilerin %71'i satın aldığı ürünlerin yeşil/çevre dostu olması gerektiğini düşünmektedir ve araştırmaya katılan tüketicilerin %86'sı yeşil ve çevre dostu ürünü tanımlayabilmektedir (GfK 2012). Aynı araştırmada, tüketicilerin ürünlerin "yeşil / çevre dostu" olması gerektiğini düşünmesine rağmen; sıklıkla yeşil / çevre dostu ürün satın alanların oranının yalnızca %17 olduğu belirtilmiştir. Her iki tüketiciden biri (%57), yeşil ve çevre dostu ürünleri satın almama nedenini de yüksek fiyatlar olarak belirtmektedir. Global olarak değerlendirildiğinde, bu verilerin ülkelerin gelişmişlik düzeyine bağlı olarak değişmekle birlikte genel ortalamayı yansıttığı gözlemlenmektedir.

Bütün bu araştırmalar göstermektedir ki, pazarlama stratejileri daha fazla yeşil özelliğe sahip ürünün daha fazla tüketici ile buluşturulması üzerine odaklanmalıdır. Yeşil pazarlama stratejileri ile fiyat, kalite ve diğer müşteri beklentileri doğrultusunda ürünlere erişimleri artıracak şekilde yeşil özellikleri derecelendirilmiş ürün yelpazeleri oluşturularak pazar karması tasarlanmalıdır. Bu amaçla farklı yeşil ürün statülerine göre müşteri segmentlerinin belirlenmesi ve her segmentin yeşil beklentileri dahilinde doğru ürün ile buluşturulması önem kazanmaktadır. Müşteri segmentasyonu, müşterilerin yeşil ürün tüketme istekliliği, satın alma gücü, yeşillik için ödemeye razı oldukları tutar ve fiyat beklentileri esas alınarak pazarın benzer karakteristikler taşıyan müşteri gruplarına

bölünmesi ile oluşturulabilir. Bu nedenle firmalar tedarikçi ağlarını müşteri segmentlerinin farklı yeşillik beklentilerine göre yeniden tasarlamalıdır.

## 1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmada yeşil tedarik zinciri içerisinde yer alan müşteriler yeşillik beklentilerine göre kategorize edilmiş ve doğru ürünün doğru müşterilerle buluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında müşteriler, yeşil ürünler için daha fazla harcama yapmaya razı olan “*yeşil müşteriler*”, yeşil ürünleri klasik ürünlerle aynı veya az bir fark ödeyerek alabilecek olan “*tutarsız müşteriler*” ve yeşil ürünleri dikkate almayan “*kırmızı müşteriler*” olmak üzere pazar tüketim tutumlarına göre üç segmentte sınıflandırılmışlardır.

## 1.2 Kullanılan Materyal ve Metot

Çalışmada ele alınan problem, müşteri segmentlerinin yeşillik beklentilerini ve perakendecinin genel beklentilerini dikkate alarak tedarikçileri, üreticiyi, taşıyıcıları ve dağıtım merkezlerini kapsayan tedarikçi ağının yeniden tasarlanmasıdır. Problem, karar verme durumunda bazı amaçları karşılayabilmek adına hedef programlama yaklaşımı ile modellenmiştir.

Model çözümünde kullanılan hedef programlama yöntemi, ilk olarak Charnes ve diğ. (1955) tarafından doğrusal programlamanın bir versiyonu olarak ortaya konmuş ve yöntemin genel matematiksel şekli üzerinde durulup birkaç uygulamasına yer verilmiştir (Erpolat 2010). Buna göre hedef programlama, belirlenen kısıtlar altında, hedefleri olabildiğince sağlayacak amaç fonksiyonunun optimizasyonuna yarayan bir yöntemdir. Çok amaçlı problemlerin çözümü için geliştirilen hedef programlama, birden fazla hedefin aynı anda ele alınmasına imkan sağlayarak kullanıcıya, amaçların öncelikleri (üstünlükleri) bakımından optimal bir çözüm sunarken, birbirine zıt amaçların amaç fonksiyonunda yer almasına fırsat verir. Hedef programlamadaki asıl amaç hedefler arasındaki sapmaları minimize etmektir.

Önerilen model, toplam faydanın en büyüklenmesini amaçlamaktadır. Bu sayede uygun müşteriye uygun ürünü temin etmede toplam gelir, toplam maliyet, toplam pazar cezası, toplam pazar bonusu ve toplam yoksatma cezaları ile birlikte toplam fayda hesaplanmıştır.

### **1.3 Tezin Özgün Değeri**

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde tedarik zinciri ve yeşil tedarik zinciri ağ tasarımları ile müşteri segmentasyonun gerçekleştirildiği ikinci bölümde detaylı olarak belirtilen bir çok çalışma yer almaktadır. Tüm çalışmalarda ağ tasarımı için gerçekleştirilmesi gereken adımlar ve bu adımların nasıl atılacağı ile ilgili bilgiler ayrıntılı bir şekilde anlatılmaktadır. Aynı zamanda çalışmalarda, müşteri beklentilerinin yeşil tedarik zinciri yönetimi içerisindeki önemi üzerinde de durulmaktadır. Ancak müşteri yeşillik beklentileri algısını dikkate alarak tedarik zincirlerinin tasarlanması konusunun ön plana çıkarıldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Bu çalışma ile bu alandaki eksikliği giderebilmek adına müşteri beklentilerinin de sisteme nasıl dahil edilebileceğine dair yol haritası çizilmektedir.

Çalışmada, müşterilerin yeşillik beklentileri dikkate alınarak müşteriler sınıflandırılmış ve taleplerin, müşteri ve perakendeci beklentileri dahilinde hangi tedarikçi, hangi dağıtım merkezi ve hangi taşıyıcı kullanımı ile karşılandığı hedef programlama yaklaşımı kullanılarak örnek bir model üzerinden gösterilmiştir.

### **1.4 Tezin Organizasyonu**

Çalışma kapsamında, ikinci bölümde yeşil tedarikçi ağı tasarımına odaklanılarak ilgili literatürdeki çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde, yeşil tedarik zinciri yönetimi, yeşil tedarikçi seçim ve değerlendirme kriterleri ile müşteri segmentasyonu hakkında genel bilgiler verilmektedir. Dördüncü bölümde, müşteri segmentleri ve perakendecinin beklentileri göz önüne alınarak yeşil tedarikçi ağı tasarımı için matematiksel model yer almaktadır. Beşinci bölümde, karar verme ortamını geliştirebilmek adına çeşitli senaryolar altında model

davranışını inceleyebilmek için örnek bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Son olarak altıncı bölümde çalışma sonuçları ve gelecek çalışmalarda yapılabilecekler hakkında öneriler yer almaktadır.



## 2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Tedarik zincirlerindeki karar problemleri temel olarak yerleşim yeri, kapasite belirlenmesi ve teknoloji seçimi gibi stratejik karar problemlerini ve ürün ataması, tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçilmesi ile ürün taşıma ağlarının seçilmesi gibi taktik seviye problemlerini içerir (Olivares-Benitez ve diğ. 2013). Son yıllarda Tedarik Zinciri Yönetimi çok sayıda yazar tarafından incelenmiş ve bu çalışmalara ilişkin çeşitli literatür değerlendirmeleri Aikens (1985), Beamon (1998), Melnyk ve diğ. (2013), Melo ve diğ. (2009), Sahin ve Sural (2007), Vidal ve Goetschalckx (1997) tarafından yapılmıştır. Taktik seviyedeki genel problem tiplerinden biri olan tedarik zinciri tasarımı problemi eş zamanlı olarak birden fazla problemin çözülmesini öngörmektedir. Genel olarak tedarik zinciri tasarımı problemi bir dağıtım ağı içerisinde yer alan müşterilerin taleplerinin hangi yollarla, hangi tedarikçilerden, hangi depolar kullanılarak tedarik edileceğini içermektedir. Literatürde tedarik zinciri tasarım probleminin farklı uzantıları söz konusudur. Tedarik zincirleri tasarımı ile ilgilenen okuyucular detaylı bilgilere ve literatür değerlendirmelerine Daskin ve diğ. (2005), Martel (2005), Klose ve Drexl (2005), Cordeau ve diğ. (2006), Amiri (2006), Altıparmak ve diğ. (2006), Olivares-Benitez ve diğ. (2013) tarafından yapılan çalışmalardan ulaşabilirler.

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, 1990'larda ortaya çıkmış ve 2000'lerde uluslararası anlamda gerek akademik gerekse şirketlerin önem vermeye başladığı güncel bir konu olmuştur. Seuring (2013) yaptığı çalışmada yeşil ve sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi hakkında 1990 ile 2007 yılları arasında 191 makale yayınlanırken bu sayı 2010 yılı sonlarında 308 olarak arttığını göstermiştir. Bu da konunun gün geçtikçe önem kazandığını göstermektedir. Yıllar arası geçişte yeşillik önem kazanmakta, fakat makalelerin içerikleri zamanla farklı yönleri kaymaktadır. Srivastava (2007), Sarkis ve diğ. (2011), Govindan ve diğ. (2013) ve Seuring (2013) tarafından yeşil tedarik zinciri yönetimi konusunda literatürde yer alan çalışmalar incelenmiş ve teorik olarak sınıflandırılmıştır.

Klasik tedarik zinciri yönetiminde olduğu gibi dağıtım ağlarının tasarımı yeşil tedarik ağı yönetimi çalışmaları içerisinde de önemli bir yer tutmaktadır.

Literatürde yeşil tedarik zinciri tasarımı konusunda yer alan çalışmalar genellikle CO<sub>2</sub> emisyonları temelli olup, bu çalışmalar genel olarak iki sınıfta kategorize edilebilir.

İlk grup dağıtım ağı içerisinde yer alan şirketlerin yasalara uyum sağlamak için birbirleri arasında CO<sub>2</sub> emisyon takasında bulunmasına yönelik optimizasyon çalışmalarıdır. Hugo ve diğ. (2005) çalışmalarında yatırım ve sera gazı salınımları arasındaki denge gözetilerek hidrojen tedarik ağlarının tasarımı için çok amaçlı bir karmaşık tam sayılı programlama modeli önermişlerdir. Ramudhin ve diğ. (2008) çalışmalarında ise pazar karbon emisyonları duyarlı yeşil tedarik zinciri ağ tasarımı çözümü için karmaşık tamsayılı matematiksel bir formül önermişlerdir. Önerilen model farklı stratejik karar alternatiflerinin ağ tasarımı sırasında irdelenmesine izin vererek kullanıcıların karbon emisyon kararlarını desteklemeye yardımcı olmaktadır.

Yeşil tedarik zinciri tasarımı konusundaki ikinci grup çalışmalar, ağ içerisinde yer alan tesislerin ve dağıtıcıların CO<sub>2</sub> emisyonlarının dikkate alınarak dağıtım ağının optimize edilmesine yönelik çalışmalardır. Hugo ve Pistikopoulos (2005), geleneksel ekonomik kriterler ile birlikte çoklu çevresel kaygıları dikkate alarak tedarik zinciri ağı planlaması ve tasarımı kararları için çok amaçlı karmaşık tamsayılı programlama modeli sunmuşlardır. Çalışmada, tedarik zincirindeki çeşitli bileşenler arasındaki malzeme akışı ve optimal üretim profillerini içeren üretim kararları, ulaşım bağlantılarının belirlenmesi, üretim teknolojilerinin seçimi, tahsisi ve kapasite arttırımı gibi stratejik kararlar piyasa taleplerini karşılamak için belirlenmiştir.

Nagurney ve diğ. (2007), Bojarski ve diğ. (2009), Guillén-Gosálbez ve Grossmann (2009), Cruz ve Matsypura (2009), Che (2010), Wang ve diğ. (2011), Elhedhli ve Merrick (2012) ve Pan ve diğ. (2013) çalışmalarında, aynı anda net bugünkü değer maksimizasyonu ve çevresel etkilerin minimizasyonunu dikkate alan tedarik zincirinin planlama ve tasarımını optimize etmeyi ele almışlardır.

Paksoy ve diğ. (2010) daha fazla CO<sub>2</sub> gazı emisyonunu önlemeyi deneyerek ve müşterileri, küçük bir karla geri dönüşümlü ürünleri kullanmaya teşvik ederek kapalı döngü tedarik zinciri ağına yeşil etkiyi kabul ettirmişlerdir.

Yazarlar, CO<sub>2</sub> gazı emisyonlarına göre kademelendirilmiş farklı taşıma seçeneklerini sunmuşlardır. Daha sonra Paksoy ve diğ. (2012) aynı problemi karar vericilerin hedeflerindeki belirsizlikleri işlerken, Paksoy ve Özceylan (2013) çalışmasında problem, araç hızı, yakıt, zaman, CO<sub>2</sub> emisyonu, gürültü ve toplam maliyet gibi çeşitli parametreler arasındaki dengenin dahil edilmesiyle genişletilmiştir.

Yeh ve Chuang (2011) yeşil tedarikçi seçiminde maliyet, zaman, ürün kalitesi ve yeşilliğin eş zamanlı değerlendirilmesi için çok amaçlı bir matematiksel model geliştirmiştir. Dört seviyeli bir tedarikçi ağı tasarımı probleminin Pareto optimal çözüm setini bulmak için iki çok amaçlı genetik algoritma yaklaşımından faydalanmışlardır. Bouzembrak ve diğ. (2011)'de yeşil tedarik zinciri ağ tasarımı problemini çevresel sorunlar ile incelemiştir. Yazarlar, tasarım aşamasındaki çevresel yatırım kararları ve toplam maliyet ile çevresel etki arasındaki etkileşimi anlama adına çok amaçlı bir optimizasyon modeli önerisi sunmuşlardır. Bu çalışmada ise müşteri talepleri ve çevresel sorumluluk gereklilikleri dahilinde çok amaçlı yeşil tedarik zinciri ağı tasarımı çalışılmaktadır.

Yukarıda özetlenmeye çalışıldığı gibi literatürde yeşil tedarik ağı tasarımı üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak, giriş bölümünde de bahsedildiği gibi yeşil ağ tasarımlarının pratiğe dökülmesinde birçok sorunla karşılaşmaktadır (Darnall ve diğ. 2008; Solér ve diğ. 2010; Vachon ve Klassen 2006). Literatürde bu sorunların önemli bir bölümünü yeşil tedarik zinciri tasarımında yeterince müşteri beklentilerinin dikkate alınmadığı vurgulanmıştır (Güner ve Coşkun 2010; Li ve diğ. 2012; Sarkis 2003; Vachon ve Klassen 2006). Buna karşın literatürde yapılan çalışmalar göstermiştir ki yeşil tedarik zincirinde yer alan yeşil müşterilerin satın alma portföyleri klasik müşterilerden oldukça farklıdır (Gilg ve diğ. 2005; Green ve diğ. 2000; Mainieri ve diğ. 1997). Pankaew ve Tobe (2010) çalışmalarında yeşil tedarik zincirlerinde müşterilerin satın alma davranışlarında yeşilliğin etkisini incelemiştir. Çalışmalarında yeşil müşterileri demografik olarak sınıflandırmışlar ve müşterilerin özelliklerini incelemiştir. Yazarların çalışmaları göstermiştir ki yeşil müşteri grubu olarak tanımlanan müşteriler için yeşil tedarik zinciri bu müşterilerin satın alma kararlarını özellikle çevresel

zararlar meydana geldiğinde etkilemektedir. Ancak yeşil dışındaki genel müşteri profiline bakıldığında ürünün ve tedarik zincirinin yeşilliği ana bir faktör değil diğer faktörlerin yanında eş bir faktördür. Benzer şekilde Dan-li ve diğ. (2011) çalışmasında yeşil ürünler ve normal ürünlerin fiyatlarının müşterilerin satın alma kararlarını nasıl etkilediğini incelemiştir. Yazarların çalışmaları göstermiştir ki yeşil ürünlerin sadece özel müşteri grubuna değil genel müşteri grubuna hitap edebilmeleri için fiyat olarak da rekabet edebilecek seviyelerde olması gerekmektedir.

Literatür araştırması sonuçları bize göstermektedir ki; klasik tedarik zinciri araştırma alanı tedarik zincirlerinde yeşillik konusunun da eklenmesi ile birlikte genişleyerek günümüz araştırmalarına konu olmaya devam etmektedir.

### **3. YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE MÜŞTERİ SEGMENTASYONU**

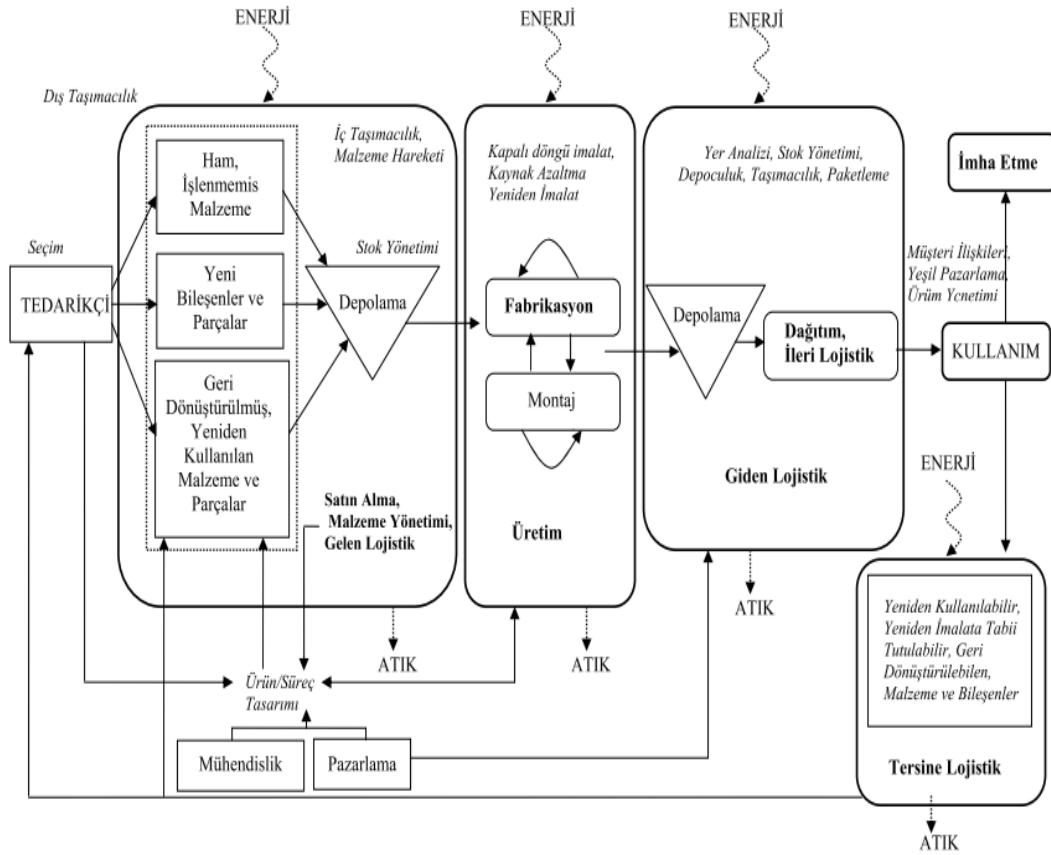
Bu bölümde, yeşil tedarik zinciri yönetimi hakkında genel bilgilerin yanı sıra yeşil tedarik zincirinin başarı faktörleri, sağladığı avantaj ve dezavantajları ile birlikte fonksiyonları anlatılmaktadır. Aynı zamanda yeşil tedarik zinciri yönetiminde seçim ve değerlendirme kriterleri ile müşteri segmentasyonu da bu bölümde yer almaktadır.

#### **3.1 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi**

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, son yıllarda hem akademik alanda hem de firmalarda halen çalışılması ve geliştirilmesi gereken uluslararası önemli bir konudur. Literatürde yeşil tedarik zinciri yönetimi hakkında birçok tanım yer almaktadır ancak; ortak bir tanım literatürde yer almamaktadır. Pankaew ve Tobe (2010) çalışmalarında, Srivastava (2007)'nin tanımını en kapsamlı tanım olarak belirlemişlerdir. Buna göre YTZY;

“Tedarik zinciri yönetimindeki bütünleşik çevresel düşünce, ürün kullanım ömrünün tamamlanmasının ardından, ürün tasarımı, malzeme kaynak ve seçimi, üretim süreçleri ile ürün yaşam döngüsünde tüketiciye nihai ürünün tedarikini kapsamaktadır” (Srivastava 2007).

Yeşil tedarik zinciri, hammadde ile başlayıp, sırasıyla imalatçı, toptancı, perakendeci ve son müşteri ile sona ermektedir. Zincir, ürünün yeniden kullanımı veya geri dönüşümünü de kapsayabilmektedir. Şekil 3.1’de de görüldüğü üzere tedarik zincirinde planlama, ürün/süreç tasarımı, imalat, fabrikasyon, montaj, taşıma, depolama, dağıtım fonksiyonları da yürütülmektedir.



Şekil 3.1: Yeşil tedarik zinciri yönetiminin yapısı (Hervani ve diğ. 2005)

BearingPoint Yönetim ve Teknoloji Danışmanlığı şirketinin 2008 yılında yaptıkları araştırmanın sonuçlarına göre YTYZ'nin dört temel sürükleyicisi vardır. Bunlardan en önemlisi yasal düzenlemelerdir. Araştırmaya katılan firmaların %22'si, mevcut ve gelecekte olması beklenen yasalarla uyumlu olabilmek için YTYZ uygulamalarını benimsemişlerdir. İkinci önemli etken marka imajıdır. Firmaların %19'u, müşteri gereksinimlerini karşılamak için bu uygulamaları hayata geçirir. Üçüncü önemli etken inovasyondur. Firmaların %15'i, farklı tedarik zinciri yaklaşımlarının (lojistik, temin, üretim, dizayn, tersine lojistik) yeni inovasyon kaynakları olduğunu düşünmektedirler. Firmaların %13'ü ise YTYZ uygulamalarını maliyetlerini düşürebilmek için uygulamaktadırlar. Sonuç olarak YTYZ ile satın alımların ve tüketim hacimlerinin azaltılması ve organizasyonun verimliliğinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (BearingPoint 2008).

### **3.2 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminin Başarı Faktörleri ile Avantaj ve Dezavantajları**

YTZY sayesinde çevreye ve dolayısıyla da insan sağlığına sağlanan faydalar mevcuttur. Ürünlerde ve yan ürünlerdeki zararlı maddelerin azaltılması hatta hiç kullanılmaması sayesinde çevre ve insan sağlığına verilen zarar azaltılmış olacaktır. Enerji ve hammadde kullanım miktarının azaltılması, ürünlerin geridönüşüm sonucu elde edilen hammaddelerden üretilmesi de gerek firma gerekse çevre için kazanılmış bir değerdir. Düzenleme ve yasalara uyum ile birlikte ISO 14001 gibi sertifikasyonlar sayesinde alınan ceza oranının azaltılması da YTZY'nin bir başarı faktörü olarak görülebilmektedir.

Süreçlerdeki gaz emisyonu ve atık miktarının azaltılması yine YTZY'nin çevresel performansını göstermektedir. Lojistik sisteminin performansı ile mesafelerin azaltılması ve araç seçimindeki dikkatliyet sayesinde yakıt tüketimi ve emisyon miktarının azaltılması sağlanacaktır. Geri dönüştürülen paket ve konteyner kullanım oranının yüksek olması da paketleme faaliyetlerindeki başarıyı göstermektedir.

YTZY ile daha az doğal kaynak kullanımı, üretim süreçlerinde atıkların bertaraf edilmesi ve çevresel etkinliğin geliştirilmesi olarak doğrudan üç fayda sağlanmaktadır. Bu faydaların gözler önüne serilebilmesi adına YTZY için dikkat edilmesi gereken çevresel, ekonomik ve operasyonel faktörler Tablo 3.1' de gösterilmektedir. Bu faktörler aynı zamanda YTZY'nin başarı faktörleridir.

Tablo 3.1: Yeşil tedarik zinciri için dikkat edilmesi gereken faktörler  
(Büyüközkan ve Vardaloğlu 2008)

<i>Çevresel Faktörler</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Harcanan toplam enerji miktarı (Beamon, 1999; Sarkis, 2003; Sarkis ve diğerleri, 2005; Zhu ve diğerleri, 2007)</li><li>• Harcanan toplam malzeme miktarı (Beamon, 1999)</li><li>• Süreçlerde enerji ve hammadde kullanım miktarı (Sarkis, 2003; Zhu ve diğerleri, 2007)</li><li>• Yeraltına ve su kaynaklarına sızan atık miktarı (Sarkis ve diğerleri, 2005)</li><li>• Ürünlerdeki ve yan ürünlerdeki tehlikeli, zararlı, zehirli madde derişimi (Beamon, 1999; Zhu ve diğerleri, 2007)</li><li>• Çevresel düzenlemeler uyumluluk ve denetleme programları (van Hoek, 1999; GEMI, 2001; Karaer ve Pusat, 2002; Zhu ve Sarkis, 2004; Beske ve diğerleri, 2006; Zhu ve diğerleri, 2008)</li><li>• Süreçler sonucu oluşan gaz emisyon miktarı (Beamon, 1999; Zhu ve diğerleri, 2007)</li><li>• Regülasyonlara uygunsuzluk nedeniyle alınan cezaların sayısı (Zhu ve diğerleri, 2007)</li><li>• Dağıtım araçlarında kullanılan yakıt türü (Sarkis, 2003)</li></ul>
<i>Ekonomik Faktörler</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Enerji tüketimi maliyetlerindeki azalma miktarı (Zhu ve diğerleri, 2007)</li><li>• Çevre regülasyonlarına uyulmamasından ötürü ödenen ceza miktarı (Sarkis ve diğerleri, 2005)</li><li>• Hammadde satın alma maliyetindeki azalma miktarı (Zhu ve diğerleri, 2007)</li></ul>
<i>Operasyonel Faktörler</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Dağıtım ve geriye lojistik ağ tasarımının verimliliği (Sarkis, 1998)</li><li>• Toplum tarafından algılanan yeşil imaj (Zhu ve Sarkis, 2004)</li><li>• Tedarikçinin aynı işte devamlılık sağlama gücü (Zhu ve Sarkis, 2004)</li><li>• Ürünleri yeşil etiketleme (Zhu ve diğerleri, 2007)</li><li>• Geri dönüştürülebilecek malzemenin oranı (Beamon, 1999)</li><li>• Tedarikçilerle işbirliği (Zhu ve Sarkis, 2004; Zhu ve diğerleri, 2007; Zhu ve diğerleri, 2008)</li><li>• Geri dönüştürülen paket ve konteyner kullanım oranı (Sarkis, 1998; Beamon, 1999)</li><li>• Ürünün kullanım ömrü dolduğunda geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir, yeniden işlenebilir malzemenin hacimsel yüzde değeri (Sarkis, 1998; Beamon, 1999; Zhu ve diğerleri, 2007, AB/2000/53/EC Direktifi)</li><li>• Üretim sırasında atığa ayrılan ürünün yüzdesi (Beamon, 1999)</li><li>• Satın alınacak malzemenin eko-tasarım spesifikasyonlarına uygunluğu (Min ve Galle, 2001; Karaer ve Pusat, 2002; Sarkis, 2003)</li><li>• Müşterilerle işbirliği (Zhu ve diğerleri, 2007)</li><li>• Saatte demonte edilen ürün miktarı (van Hoek, 1999)</li><li>• Tedarikçilerin yeşil imajı ve sertifikaları (Zhu ve Sarkis, 2004)</li></ul>

Tüm bu başarı faktörleri sayesinde YTYZ'nin avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Çapan (2008) çalışmasında YTYZ'nin avantaj ve dezavantajlarını yasal, sosyal ve ticari alanda değerlendirmiştir. Çalışmaya göre avantajlar; işlem maliyetlerinde azalma, pazara erişimde artma, çevre yasalarına daha kolay uyum, çevre performansında gelişme, müşteri güven ve memnuniyetinde artış, firma



imajında ve güvenilirliğinde gelişme, enerji tüketiminde azalma, malzeme maliyetlerinde artma, ürün kalitesinde artma, servis kalitesinde artma, atık üretiminde azalma, emisyonunda azalma, çevresel vakaların risklerinde azalma, imha maliyetinde azalma, hammadde tüketiminde azalma, ses ve radyasyon miktarında azalma, tehlikeli zehirli madde kullanımında azalma, rekabette artış, çalışanların ve toplumun sağlığında iyileşme, pazar payında artma, teknoloji gelişiminde artma, süreç performansında artma, çevresel sürdürülebilirlik stratejisini ve vizyonunu desteklemek ve depolama maliyetlerinde azaltmadır.

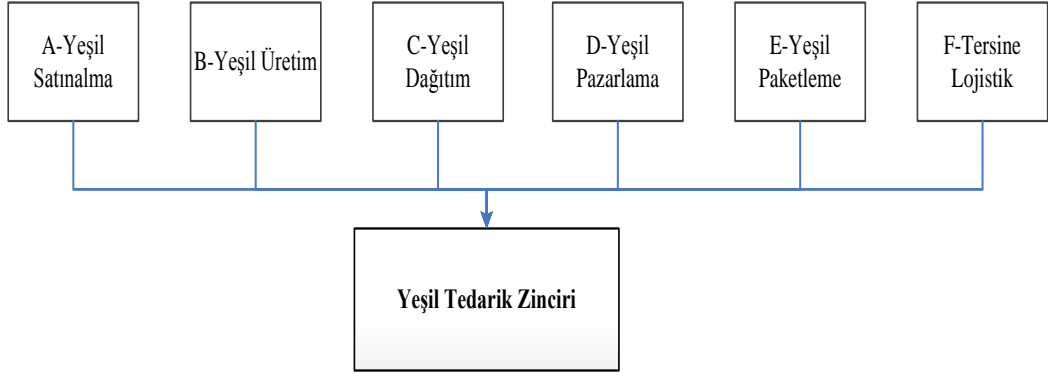
Aynı çalışmaya göre YTYZ'nin dezavantajları; hammadde maliyetlerinde artış, deneme maliyetlerinde artış ve yatırılan sermayede artış olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak yeşil tedarik zinciri yönetimi, uzun vadede sağladığı faydalar ile sosyal ve çevresel sorumluluk bilinci sayesinde ilerlemeye devam edecek ve güncelliğini koruyacak bir çalışma alanı olarak 21. yüzyılın ilk yarısında belki de daha uzun yıllar boyunca popülerliğini koruyacaktır.

### **3.3 Yeşil Tedarik Zincirinin Fonksiyonları**

YTZY, yeşil satınalma, yeşil üretim, yeşil dağıtım (lojistik), yeşil paketleme ve tersine lojistik fonksiyonlarını kapsamaktadır. Yani YTYZ, tedarik zincirindeki tüm adımların yeşillik yani çevreye olan duyarlılık çerçevesinde ele alınmasıdır.

Yeşil tedarik zinciri fonksiyonları, Şekil 3.2'de gösterilmektedir. Fonksiyonların tanımlarına, sırasıyla kısaca değinilmiştir.



Şekil 3.2: Yeşil tedarik zincirinin fonksiyonları

**A-Yeşil Satınalma:** Yeşil tedarik zinciri içerisinde gerek müşterilerin gerekse tedarikçilerin üretim veya hizmet sürecindeki materyallerin geri dönüşümü, yeniden kullanımı ve çevreye duyarlıklarının sınanması sonucu satın alma kararının verilmesi ile meydana gelmektedir. Burada dikkat edilecek en önemli nokta; satın alma kararında sadece tedarikçiyi değil aynı zamanda ürün ve hizmet yaşam döngüsündeki tüm üretim ve hizmet proseslerinin de yeşillik çerçevesinde sınanmasıdır. Nitekim Ikea, Starbucks ve Ben&Jerry's gibi önemli kuruluşlar tüm tedarikçilerinin katı çevresel düzenlemeler ile uyum içinde olmalarını ön şart olarak istemektedirler (Ho ve diğ. 2009).

**B-Yeşil Üretim:** Ürün tasarımında ve tüm üretim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinde çevre faktörünün göz önünde bulundurulması ile atık oluşumunun, enerji ve hammadde kullanımının azaltılmasını amaçlayan yeşil tedarik zinciri fonksiyonudur. Burada önemli olan yaşam döngüsü değerlendirmesinin yapılarak daha tasarım aşamasındayken ürünün ve üretim süreçlerinin çevreye vereceği zararların en aza indirilebilmesidir. Yaşam döngüsü değerlendirmesi/analizi, çevresel, mesleki sağlığın ve ürünün yaşamında tüm evreleri boyunca (hammaddenin işlenmesi, üretim, nakliye ve dağıtım, kullanım, yeniden imalat, geri dönüşüm ve bertaraf) kaynağa ilişkin sonuçların değerlendirilmesi ve ölçülmesi için yapılan bir işlemdir (Gungor ve Gupta 1999).

Yeşil üretimi oluşturan kavramlar; yeniden üretim, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve demontajdır.

Yeniden üretim; kullanılmış dayanıklı ürünlerin geri dönüşümü sonucu yeniden kullanılabilir hale getirilmesidir. Burada ürünlerin kalite standartları çerçevesinde denetlenerek test edilmesi sonucunda; standart dahilindeki parçaların ürünün geri kazanımı veya yeni benzer bir ürün yaratmak için kullanılması esastır. Yeniden üretim kavramlarının ürün tasarım aşamasındayken dikkate alınması gerekmektedir.

Yeniden kullanım; ürünlerin toplanıp temizlenmesi dışında ekstra bir işleme tabi tutulmaksızın ömrü dolana kadar defalarca kullanılması anlamına gelmektedir. Örnek olarak su damacanası ve cam şişeler verilebilir. Yeniden kullanım ile üretim yapılmadığından hammadde, enerji ve işçilik gibi genel kalemlerden tasarruf sağlanarak ve çevreye daha az atık bırakılması ile de çevreye verilen zararlar azaltılacaktır. Bu nedenle yeniden kullanım, tedarik zincirinin yeşillendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Geri dönüşüm; değerlendirilebilir atıkların, fiziksel ve ya kimyasal işlemler sonucunda yeniden üretim sürecine katılması anlamına gelmektedir. Bu sayede atıkların doğal kaynaklar, insan sağlığı ve çevre üzerindeki zararlı etkileri azalacaktır. Aynı zamanda atık yok etmeye olan ihtiyaç azalarak yok etme maliyetleri de azalacaktır. Burada dikkat edilecek nokta, malzemelerin türlerine göre ayrılarak toplanılmasıdır.

Demontaj; ürünü meydana getiren parçalarına, bileşenlerine, alt gruplarına ya da diğer parça gruplarına ayıran sistematik bir metottur (Taleb ve Gupta 1997). Demontaj işleminin en önemli unsuru, etkili bir demontaj süreç çizelgesi bulmaktır (Dowie 1994; Gungor ve Gupta 1998; Gupta ve Taleb 1994). Tipik bir demontaj işleminde aşağıdaki durumlar amaçlanır (Gungor ve Gupta 2001).

- Diğer parçalara göre daha değerli olan parça ve alt montajların önce sökülmesi,
- Üretimi veya tedariki durdurulmuş parça ve alt montajların ani talep karşısında karşılanması için önce sökülmesi,
- Kimyasal madde içeren zararlı parçaların öncelikli sökülmesi,
- Kimyasal ıslah amacıyla geri kalan ürünün saflığını artırmak,

- İleride kullanılmak üzere stokta bekletilecek parça ve alt montajın çıkarılması,
- Bertaraf edilecek malzeme miktarını azaltmak,
- Çevreye duyarlı üretim standartlarına ulaşmaktır (hedeflenen geri dönüşümden elde edilen malzeme miktarının sıfırdan elde edilen malzeme miktarına oranının karşılanması).

**C-Yeşil Dağıtım:** Çevreye en az zararı verecek şekilde lojistik faaliyetlerinin düzenlenmesidir. Burada dağıtım noktaları, taşıma sıklığı, taşıma türü, taşıma aracının kullandığı yakıt türü, taşıyıcı büyüklüğü ve müşteriye olan mesafeler dikkate alınmalıdır.

Yeşil dağıtım faaliyetlerinin içerisine; birim ürün taşıma başına CO2 emisyonu, gürültü kirliliği, intermodal taşıma (karayollarının taşıma yükünün diğer taşıma modlarına aktarılması) oranı, depolama alanlarının çevreye etkisi, depo içinde ve açık alanlarda elektrikli forklift kullanımı, depolarda ısınmanın ve soğutmanın karbon türevleri dışındaki kaynaklarla (rüzgar, güneş enerjisi, jeotermal enerji, yer altı ısıtması vb.) yapılması, şehir içi dağıtımlarda fosil yakıt kullanmayan araçların kullanılması, atık malzemelerin değerlendirme istasyonlarına taşınması gibi konular girmektedir (Güner 2010).

**D-Yeşil Pazarlama:** Ekolojik pazarlama, çevresel pazarlama, sürdürülebilir pazarlama ve yeşilci pazarlama gibi değişik isimlerle de anılmaktadır. Yeşil pazarlama kavramı ilk olarak Amerikan Pazarlama Birliğinin 1975 yılında düzenlediği ekolojik pazarlama konulu bir seminerde tartışılmış ve literatürdeki yerini bulmuştur (Henion ve Kinnear 1976).

Yeşil pazarlama, tüketicilerin ihtiyaç ve isteklerini yerine getirirken işletmenin de hedeflerine ulaşmasını sağlayacak doğa ile dost ürünlerin üretilmesini, fiyatlandırılmasını, dağıtılmasını ve tutundurulmasını içeren ve ürünün kullanım sonrasını da kapsayan pazarlama faaliyetleridir (Keleş 2007).

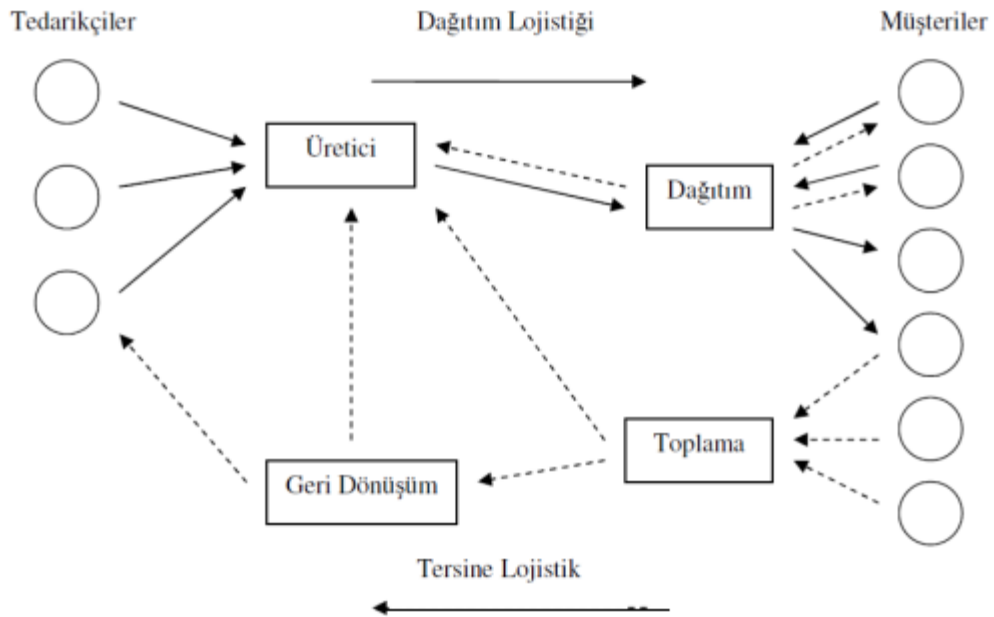
Sonuç olarak sosyal pazarlama kavramının bir boyutu olan yeşil pazarlama, çevre ile ilgili kaygılar dikkate alınarak oluşturulmuş, ürünleri satın almayı tercih eden tüketiciler için mal ve hizmetleri üretme, fiyatlandırma,

dağıtma ve tutundurma faaliyetlerinin içinde bulunduğu kapsamlı bir süreci içermektedir.

Çalışmamızda da perakendecinin yapmaya çalıştığı yeşil kriterler sayesinde yeşil pazarlama faaliyetlerini yürütmektir.

**E-Yeşil Paketleme:** Paketleme faaliyetlerinin çevreye duyarlı olacak şekilde geri dönüşümlü malzemelerden yapılmasıdır. Burada paket boyutu ve şekli de dikkate alınmalıdır. İyi bir paketleme dağıtım faaliyetlerinde de sefer sayısının azaltılması ile çevresel katma değer sağlamaktadır.

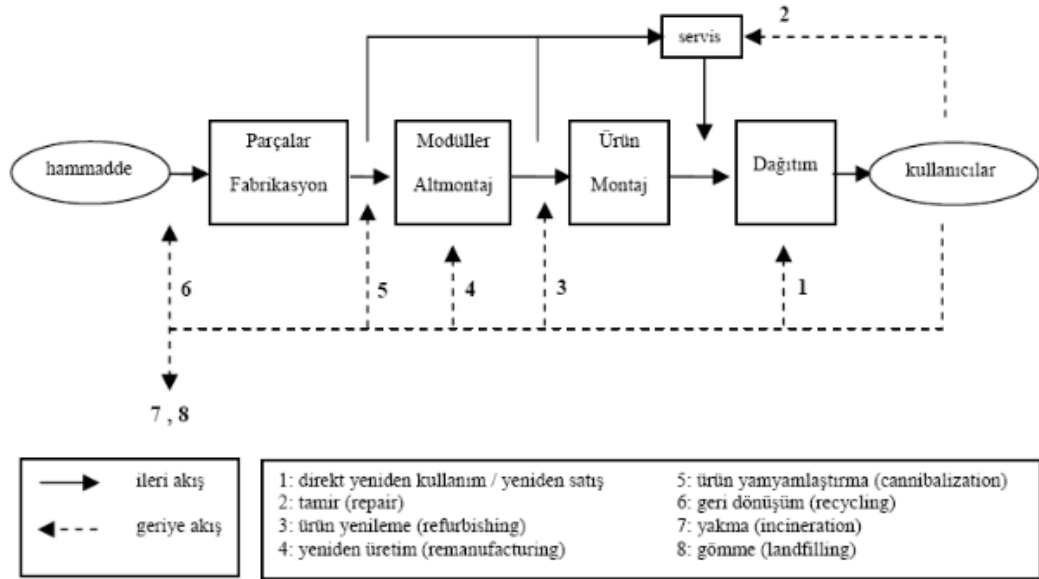
**F-Tersine Lojistik:** Üreticilerden nihai kullanıcı yönünde gerçekleşen dağıtım işleminin aksine; müşterilerden ürünlerin toplanması ve geri dönüşüm gibi işlemler sonucunda üretici yönünde gerçekleşen tüm lojistik faaliyetlerini kapsayan süreçtir. Sürecin şekilsel gösterimi Şekil 3.3'de yer almaktadır.



Şekil 3.3: Dağıtım lojistiği ve tersine lojistik (Fleischmann ve diğ. 1997)

Tersine lojistik; geri dönüşüm, yeniden üretim, yeniden kullanım, demontaj ve bertaraf etme gibi faaliyetleri içermekte, ürün ve parçaların belirli bir program çerçevesinde işletme tarafından kabul edilmesini sağlamaktadır. Bu faaliyetler bertaraf etme dışında yukarıda anlatılmaktadır. Bertaraf etme, ürünün kendisinde ya da üretimi esnasında oluşan tehlikeli atıkların uygun teknoloji ile

çevreye zarar vermeden yok edilme işlemleridir. Tersine lojistik faaliyetleri ile süreçler Şekil 3.4'te gösterilmektedir.



Şekil 3.4: Ürün geri dönüşüm süreçleri (Thierry ve diğ. 1995)

### 3.4 Yeşil Tedarikçi Seçim ve Değerlendirme Kriterleri

Çalışmada, yeşil tedarikçi seçim ve değerlendirme kriterleri çevresel etkilere dayalı ve bütünsel değerlendirme kriterleri olarak iki başlıkta incelenmektedir. Çevresel etkilere dayalı değerlendirme kriterleri başlığı altında çalışmada kullanılan kriterlerin belirlenmesinde yol gösteren farklı çalışmalarda kullanılan seçim ve değerlendirme kriterleri hakkında bilgiler verilmiştir. Bütünsel değerlendirme kriterleri başlığı altında ise çevresel kriterlerin dışında tedarikçi seçiminde kullanılan genel kriterler açıklanmıştır.

#### 3.4.1 Çevresel Etkilere Dayalı Değerlendirme Kriterleri

Yeşil tedarikçi seçimi, tedarikçi seçiminde kullanılan genel kriterlerin yanı sıra çevreye duyarlılığı sağlamak adına çevresel kriterlerin eklenmesi ile gerçekleştirilir. Dolayısı ile çevresel kriterlerin belirlenebilmesi adına literatürde

yer alan çalışmalarda kullanılan kriterlerin incelenerek en uygun kriter havuzunun belirlenmesi gerekmektedir.

İncelenen çalışmaların çoğunda ISO 14000, ISO 14001 ve ya çevresel yönetim sertifikası varlığı kriteri ile eko etiket varlığı mevcuttur. Buna göre; ISO 14000 çevre yönetim sistemi standartları, merkezi İsviçre'nin Genava kentinde bulunan Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından 1996 yılında dünya çapında endüstrilerin çevre yönetim programlarının standardizasyonu amacıyla formüle edilen bir dizi ilke ve standartlar serisidir. ISO 14000 serisinin denetlenen ve sertifika verilen tek standardı da ISO 14001'dir. Standartlar serisinin amacı, işletmelerin çevre ile ilgili yönetim stratejilerine ışık tutarak, çevreye zararlı malzemeleri azaltmak, üretim prosesini ve atık miktarlarını azaltacak yönde planlamaktır (Akatay ve Aslan 2008).

Eko-etiket ise, temel olarak bir ürün yada hizmetin yaşam döngüsü göz önüne alındığında çevresel açıdan tercih edilebilirliğini belirleyen işarettir. Gerek sektöre özel gerekse genel birçok eko-etiket çeşidi mevcuttur. Etiketlerin amacı, çevrenin korunması, çevreci fikirler ve buluşlar geliştirmeye teşvik etmek ve tüketiciyi çevre sorunları konusunda bilinçlendirmektir.

İncelenen çalışmalar arasındaki Humphreys ve diğ. (2003) tedarikçi seçim sürecinde çevresel faktörlerin bütünlüğü için bir sistem geliştirmişlerdir. Kriterlerin ve tedarikçilerin verilerinin girildiği ekranlar ile veritabanı ve matematiksel çözümlerin sunulduğu bu sistem ile kısa sürede sonuçlar üretmişlerdir. Değerlendirme kriterlerini nicel çevresel kriterler ve nitel çevresel kriterler şeklinde iki ana başlıkta değerlendirmişlerdir. Nicel çevresel kriterler olarak katı atık, kimyasal atık, hava emisyonu, sıvı atık yok etme, enerji, çevre dostu malzeme satın almak, çevre dostu teknoloji satın almak, ürünün yeniden tasarlanması, ekip eğitimi ve geri dönüşüm dikkate alınmıştır. Nitel çevresel kriterler olarak yönetim yetenekleri, yeşil görünüm, çevre için dizayn, çevre yönetim sistemleri ve çevresel yetenekler ana başlıkları altında kriterler dikkate alınmıştır.

Chiou ve diğ. (2008) çalışmasında Çin'deki elektronik endüstrisi için Amerikan, Japon ve Taiwan tedarikçileri arasında temel kriterler için en iyi

performans karşılaştırmasını yapmışlardır. Burada altı ana kriter ve bunların her biri için alt kriterler dahilinde bulanık analitik hiyerarşi sürecini kullanmışlardır. Ana kriterlerden yeşil yeterlilikler, çevresel yönetim sistemleri, çevresel performans ve kurumsal sosyal sorumluluk kriterlerini çevreye duyarlılığı sağlamak adına kullanmışlardır.

Yang ve Wu (2008) çalışmasında kalite, fiyat, tedarikçilerin yetenekleri, servis, çevresel koruma ile yönetim sistemleri ve kredi itibarı ana kriterlerine göre alt hiyerarşi faktörlerinin ağırlıklandırılmasında öznelliğe izin vermeyen ağırlandırmaya dayalı geliştirilmiş bir metod kullanarak yeşil tedarikçi seçimini bir firma için uygulamışlardır. Çevresel koruma ana kriterinin alt kriterleri; ISO 14001 sertifikası, ürünün yeşil tasarımı, temiz teknolojinin geçerliliği ve çevresel yeterliliğidir.

Yan (2009) yeşil tedarikçi değerlendirme sisteminde objektifliği ve verimliliği arttırmada AHP ve genetik algoritma yöntemini kullanmıştır. Aynı zamanda yeşil tedarikçi değerlendirmede dinamik değişim göstergeleri için bir optimizasyon programı geliştirmiştir. Çalışmada kullanılan ana kriterler çevre, kalite, operasyonel kapasite, fiyat ve servistir. Çevre ana kriterinin alt kriterleri; hammadde kullanımı, atık imha düzenlemesi, kirlilik kontrolüdür.

Wen ve Chi (2010) yeşil tedarikçi seçimi probleminde çevresel, geleneksel ve ortaklık konularını içeren bir kriter setini göz önünde bulundurmuşlardır. Değerlendirmede bütünleşik bir model oluşturmak adına AHP /ANP ve veri zarflama yöntemlerini ve Lingo programını kullanmışlardır. Çevresel konuda yeşil yönetim sistemi, tedarikçinin yeşil imajı ve yeşil ürün performansı kriterlerini dikkate almışlardır.

Hong-jun ve Bin (2010) Çin'deki üretici firmalara dayalı yeşil tedarikçi seçim endeksleri sistemini tasarlamışlardır. SPSS ile faktör analizi sayesinde yeşil tedarikçi seçimi için ana faktörleri belirlemişlerdir. Ana faktörler, tedarik zinciri yönetimi, eko-tasarım, operasyon yönetimi, dış çevresel yönetim ve çevresel kimliktir.



Taghaboni-Dutta ve diğ. (2010), yeşil ürün yaşam döngüsü yönetim sistemi çerçevesinde bütünleşik yeşil elemanların bilgi platformunu oluşturmuşlardır. Yeşil tasarım için pazarlama konularında kalite, maliyet ve zamanı geliştirmek adına XML dosya dönüşümünü kullanmışlardır. Buna göre ana kriterleri; çevre için tasarım, yaşam döngüsü analizi, toplam kalite çevresel yönetimi, yeşil tedarik zinciri yönetimi, ISO 14000 EMS gereklilikleridir.

Lin ve diğ. (2010), tedarik zincirinde karbon yayılımını azaltma amacıyla tedarikçi değerlendirme ve seçiminde TOPSİS yöntemini kullanmışlardır. Tedarikçilerin değerlendirilmesinde kalite, fiyat, yeterlilik, servis ve karbon gibi atık yönetimi kriterlerini dikkate almışlardır. Çevresel kriter olarak atık yönetimi ana başlığı altındaki alt kriterler; ürünlerin karbon salınımı, ürünlerin atıkları, atıkların üreticiden uzaklığı, taşıma atıkları ve karbon salınım azaltımı farkındalığı, politikası ve davranışlarıdır.

Tseng ve Chiu (2010), uygun çevresel ve çevresel olmayan yeşil tedarikçi seçim yönetimi kriterlerini tanımlamışlar ve seçim modelini bulanık mantık yöntemiyle geliştirilmişlerdir. Modelde belirsiz kriterleri tahmin etmede hiyerarşik ve bulanık bir ölçüm yapısını oluşturmuşlardır. Yeşil tedarikçi seçim yönetimi kriterleri olarak 18 kriter belirlemişlerdir. Bunlar; teslimat güvenilirliği, tedarikçinin karlılığı, tedarikçi ilişkileri yakınlığı, müşteri ihtiyaçlarını karşılamak, ürün uygunluk kalitesi, tedarikçinin esnekliği, iç hizmet kalitesi, yeşil tasarım, yeşil satın alma, yaşam döngüsü değerlendirmesi, ISO 14000, yeşil iç üretim planı, firmanın yönetim desteği etkisi, temiz üretim, tedarikçilerin ihtiyaçlarına daha fazla yanıt verme sorumluluğu, bilgiye dayalı bir çevre yönetim sistemi gereksinimleri, patent sayısına bağlı olarak yeteneği (son 3 yıl ortalaması) ve yeşil ürünlerdir.

Thongchattu ve Siripokapirom (2010), AHP ile yeşil tedarik zincirinde tedarikçi seçim modelini oluşturmuş ve hata limitinin azaltılmasında sinir ağı tekniğiyle karar vermişlerdir. Çalışmalarında, seçim kriterleri olarak malzeme fiyatı, malzeme kalitesi, firma güvenilirliği, çevre ve ISO 14000 dikkate alınmıştır. Çevre ve ISO 14000 ana kriterinin altında çevresel alt kriterler olarak; çevresel performans değerlendirme, çevresel etiketleme, çevresel denetim, yaşam döngüsü değerlendirmesi ve ISO 14000 sertifikası ele alınmıştır.

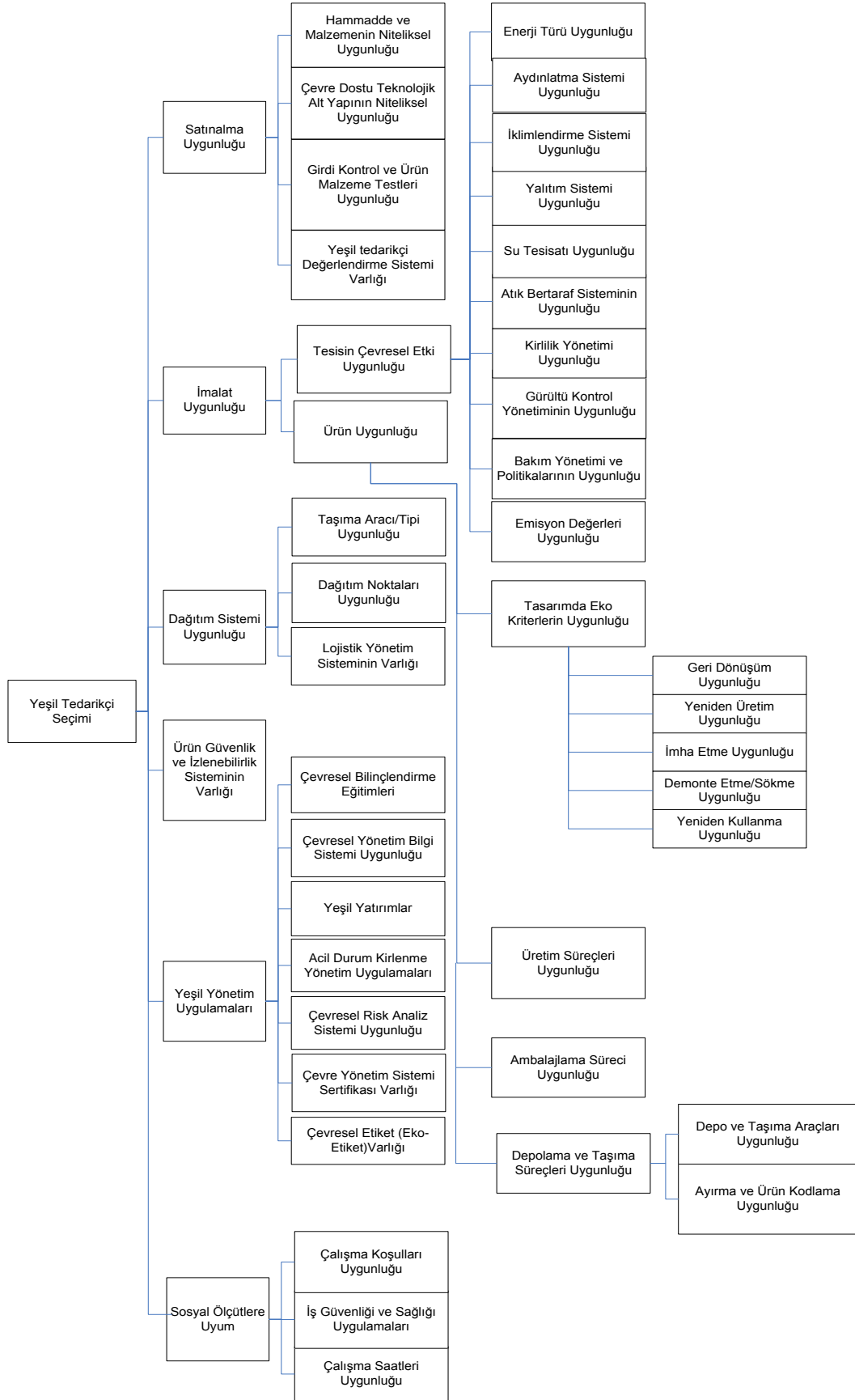
Hu ve diğ. (2010) çok kriterli karar verme metodları ile iklim değişikliğinde karbon yönetimini ele alan uygun tedarikçilerin seçiminde bütünleşik bir yaklaşım sunmuşlardır. Kriterler arasındaki ilişkileri DEMATEL yani deneme ve değerlendirme laboratuvarı karar verme tekniği ile belirlemişlerdir. Kriterleri planlama, uygulama ve değerlendirme aşamalarına göre gruplamışlardır.

Yeh ve Chuang (2011) yeşil paydaş seçimindeki dört amaç olan maliyet, zaman, ürün kalitesi ve yeşil değerlendirme puanını sağlamak için optimum matematiksel planlama modeli geliştirmiştir. Pareto optimal çözüm setini bulmada iki çok amaçlı genetik algoritma kullanmıştır. Değerlendirme kriterleri olarak yeşil prensipler, üretim maliyeti, üretim zamanı, taşıma maliyeti, taşıma zamanı, ortalama ürün kalitesini kullanmışlardır. Yeşil prensipler başlığı altında yeşil imaj, ürün geri dönüşümü, yeşil tasarım, yeşil tedarik zinciri yönetimi, kirliliğin zarar maliyeti ve çevresel performans değerlendirmesi kriterlerini dikkate almışlardır.

Yukarıda anlatılan seçim ve değerlendirme kriterlerinin incelenmesi sonucunda en kapsamlı olarak Güngör ve diğ. (2010) çalışmalarında kullandıkları kriterler görünmektedir. Bu nedenle çalışmamızda yeşil beklentiler olarak bu kriterler dikkate alınmıştır. Ancak çalışmadaki üretim süreçleri uygunluğu kriterinin alt dallarındaki kriterler, tekstil firmasına uygun bir yapı taşıdığından dikkate alınmamıştır. Şekil 3.5’de görülen ana çevresel kriterler altı kategoride sınıflandırılmıştır.

**Satın Alma Uygunluğu:** Satın alma, hammadde ve malzemenin niteliksel uygunluğunu, çevre dostu teknolojik alt yapının niteliksel uygunluğunu, girdi kontrol ve ürün malzeme testleri uygunluğunu ve yeşil tedarikçi değerlendirme sisteminin varlığını kapsar (Lee ve diğ. 2009).

**İmalat Uygunluğu:** İmalat uygunluğu tesisin çevresel etki uygunluğunu ve ürün uygunluğunu kapsamaktadır.



Şekil 3.5: Güngör ve diğ. (2010)'e göre çevresel kriterler

Tesisin çevresel etki uygunluğu, enerji türü, aydınlatma sistemi, iklimlendirme sistemi, yalıtım sistemi, su tesisat sistemi, atık bertaraf sistemi, kirlilik yönetimi, gürültü kontrol yönetimi, bakım yönetimi ve politikalarının uygunluğu alt kriterleri ile ilişkilendirilmektedir (Handfield ve diğ. 2002; Humphreys ve diğ. 2003).

Ürün uygunluğu, tasarımda eko kriterlerin uygunluğu ve üretim süreçlerinin uygunluğunu kapsamaktadır. Eko tasarım kriterlerinin temelinde çevre üzerinde olumsuz etkileri azaltma yer almaktadır. Girdilerin alımından nihai ürün haline getirilene kadar kullanılan malzemelerin niteliklerinin ve üretim yöntemlerinin çevreye duyarlı olarak tasarlanmasını içerir (Bai ve Sarkis 2010).

**Dağıtım Sistemi Uygunluğu:** Dağıtım sistemi uygunluğu taşıma aracı uygunluğunu, dağıtım noktaları uygunluğunu ve lojistik yönetim sistemi varlığını kapsamaktadır. Taşıma aracı uygunluğu kullanılacak aracın yakıt miktarını, yakıt türünü ve aracın boyutunu kapsar. Taşıma aracının minimum düzeyde yakıt kullanması ve yakıtın çevreye daha az zarar vermesi istenmektedir. Aracın boyutu da taşınacak ürün miktarına uygun olmalıdır. Aracın büyük olması gereksiz yere enerji kullanımına sebep olacak ve çevreye daha fazla zarar verecektir. Dağıtım noktalarının yakınlığı temin sürelerini de kısaltacaktır. Bu da daha esnek plan yapımına olanak sağlamaktadır. Dağıtım noktalarının yakın olması yakıt tüketimini de azaltmaktadır. Yakıt tüketiminin azaltılmasıyla çevreye daha az zarar verilecektir. Dağıtım sisteminin etkin bir şekilde yürütülebilmesi gerekli planlama faaliyetlerini içermektedir. Planlama faaliyetlerinde kullanılan yazılımın başarısı lojistik yönetim sisteminin yeşilliğini önemli derecede etkilemektedir. Bu sistemin amacı en az seferde, en fazla ürünü, en kısa sürede, en az enerji tüketimi ve en az çevre kirliliği ile müşterilerine ulaştırmaktır.

**Ürün Güvenlik ve İzlenebilirlik Sisteminin Varlığı:** Üretim güvenlik ve izlenebilirlik sistemi ise hammaddenin tedariki ile başlayıp ürünün müşteriye teslimine kadar tüm süreçlerde kontrol edilmesi ve izlenmesini ifade etmektedir. Eğer bir süreçte hata varsa o hatanın diğer süreçlere aktarılmadan engellenmesi veya müşteriden gelen bir şikayetin izleme sistemi sayesinde kaynağının bulunarak düzeltilmesi amaçlanmaktadır. Bu sayede hata en kısa sürede bulunarak

gereksiz hammadde kullanımının ve gereksiz oluşacak atıkların önlenmesi sağlanacaktır.

**Yeşil Yönetim Uygulamaları:** Yeşil yönetim uygulamaları çevresel bilinçlendirme eğitimlerini, çevresel yönetim bilgi sistemi uygunluğu, yeşil yatırımları, acil durum yönetim sisteminin varlığını, çevresel risk analizi uygulamalarını, çevresel yönetim sertifikası varlığını ve çevresel (eko) etiket varlığını kapsamaktadır (Humphreys ve diğ. 2003). Çevresel bilinçlendirme eğitimi tedarik zincirindeki tüm aktörler, çalışanlar, müşteriler, ortaklar vd. için geçerli olmalıdır. Müşterilerle iletişim aktif bir şekilde sağlanmalıdır. Yeşil pazarlama, yeşil etiket veya sertifikaları ile müşteride artı bir bilinçlendirme sağlanmalıdır. Çevresel yönetim bilgi sistemi, her türlü verinin sistematik olarak tutulduğu bir veritabanının varlığını belirtmektedir. Bu sayede firmanın çevresellikte izlediği yol kısa sürede göz önüne serilebilecek ve eksiklikler tespit edilerek firmanın izlemesi gereken yol haritası çizilebilecektir.

Tedarikçinin çevre bilincinin yanında, müşterinin isteklerine uygun gerekli yatırım yapıp üretimi gerçekleştirebilecek finansal güce sahip olması önemlidir. Tedarikçi, kendi faaliyet alanına göre yeni ürünlere bütçe ayırmalıdır. Sistemlerinin sürekli geliştirilmesi faaliyetlerinde çevresel faktörleri göz önünde bulundurmalıdır. Çevresel çıktıları pozitif duruma getirebilmek için araştırmalara bütçe ayırmalıdır. Ayrıca gerçekleştirilen yeşil uygulamaların fiyata yansımaları ve fiyat dengesinin kurulması gerekir.

Acil durum kirlenme yönetimi için çevre standardında yer aldığı gibi herhangi bir acil durumda yapılması gereken işlemlerle ilgili yeni işlemler ve senaryolar hazırlanmalı ve çalışanlar uygulama için eğitilmelidir. Olabilecek her senaryo için acil durum tedbirleri hazırlanmalıdır. Süreçlerin her adımında çevreye zarar verebilecek etkilerin belirlenerek detaylı şekilde incelenmesi ve yorumlanması gerekmektedir. Riskler, kullanılan maddelerden, işlemlerden, teknolojiden, çalışanlardan vb. sebeplerden kaynaklanmaktadır. Yapılan risk analizi çalışmaları sonucunda çevreye ve insan sağlığına verilecek zararlar önlenmiş olacaktır.

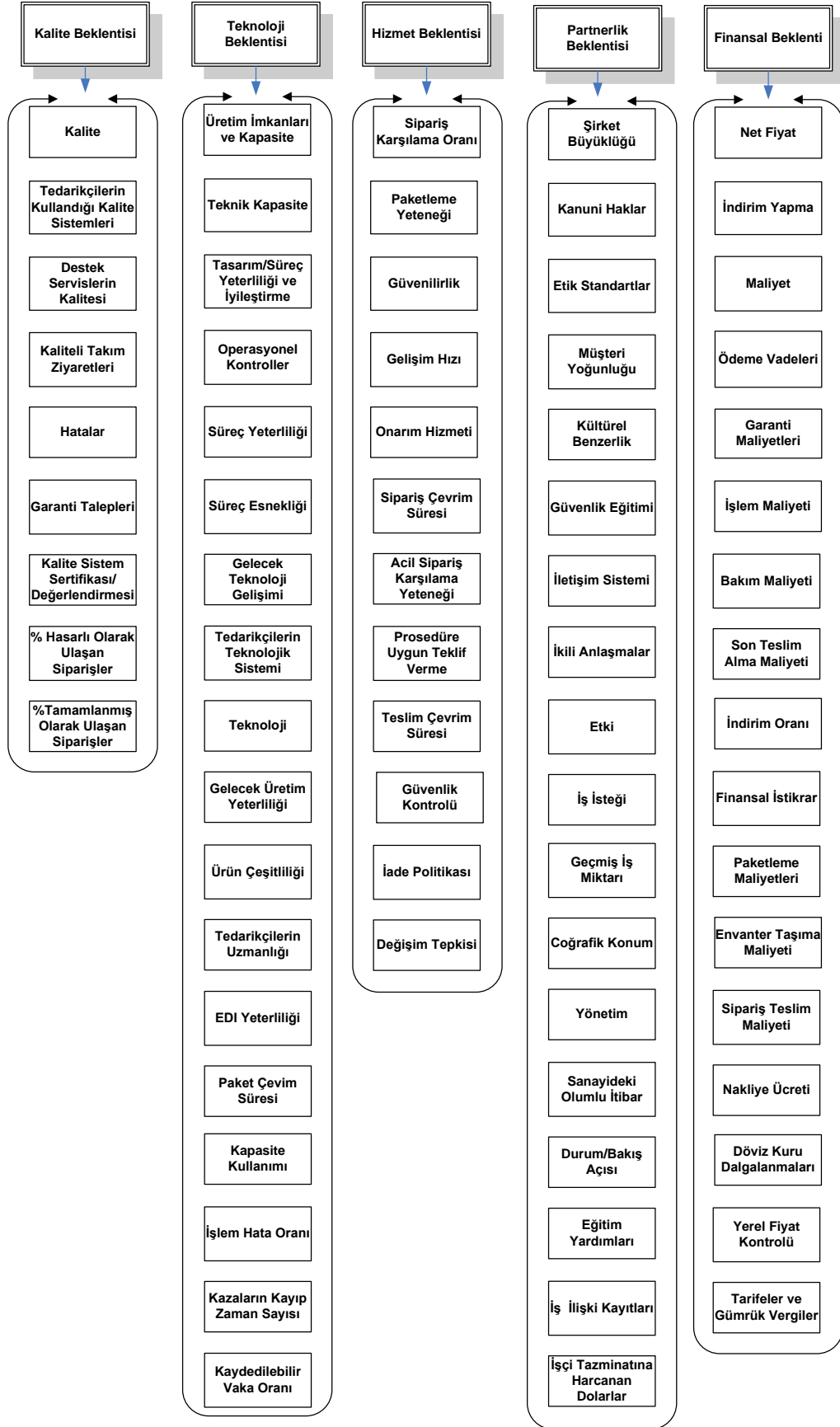
Çevre yönetim sertifikalarının varlığı işletmenin her yönüyle çevre faktörlerini sistematik olarak göz önüne aldığını ve yönettiğini göstermektedir. Çevre etiketi, ürünün diğer ürünlerle karşılaştırıldığında çevreye daha az zararlı olduğu kabul edildiğinde verilmektedir.

**Sosyal Ölçütlere Uyum:** Sosyal ölçütler; çalışma koşulları, iş güvenliği ve sağlığı şartlarını ve çalışma süreleri vb. kriterleri kapsamaktadır. Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konularında eğitilmeleri yasalarda gerekli görülmektedir. İş güvenliği ve sağlığı konularında bilgilendirme yapıldığı sürece çalışanların bu konuları önemsenmesi sağlanarak sağlıkları korunmuş olacaktır. Ayrıca bu eğitimler çok amaçlı olarak kalite konularını da içerecek şekilde düzenlendiği takdirde hatalar minimuma indirilerek atık ürün miktarı azaltılmaktadır.

Çalışma saatleri ulusal yasal yönetmeliklere uygun olmalıdır. Çalışma saatlerindeki limit aşımı nedeni ile çalışanlarda yorgunluk ve zamanla rahatsızlıklar oluşmaktadır. Ayrıca dikkat dağınıklığından dolayı çevre, kalite ve güvenlik şartlarını bozucu, hata yapmaya daha elverişli bir ortam oluşmaktadır.

### **3.4.2 Tedarikçi Seçiminde Bütünsel Değerlendirme Kriterleri**

Çevresel kriterlerin yanı sıra tedarikçi seçim problemlerinde kullanılan genel kriterlerin de yeşil tedarikçi seçim probleminde değerlendirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla çalışmamızda kullanılan diğer beklenti kriterleri olarak Shaik ve Abdul-Kader (2011) çalışması dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Kriterler, Şekil 3.6'da gösterildiği gibi beş ana kategoride incelenmektedir.



Şekil 3.6: Shaik ve Abdul-Kader (2011)'e göre diğer beklenti kriterleri

**Kalite Beklentisi:** Kalite, tedarikçilerin kullandığı kalite sistemleri, destek servislerinin kalitesi, kaliteli takım ziyaretleri, hatalar, garanti talepleri, kalite sistem sertifikası varlığı, hasarlı olarak ulaşan % siparişler ve tamamlanmış olarak ulaşan % siparişlerden oluşmaktadır.

Kalite, bir ürünün satın alınabilmesi adına barındırması gereken değerdir. Kimse değersiz bir ürünü satın alıp kullanmak istemez. Dolayısıyla ürün kalitesi önemli bir etkidir. Ürünün kaliteli olabilmesi için sadece üretim sistemlerinin kalitesi değil aynı zamanda tedarikçilerin de kaliteli malzeme temin etmesi ve destek servislerinin de kaliteli olması gerekmektedir. Kaliteli takım ziyaretleri tedarikçiler ile satıcıların ve üreticilerin birbirlerinden kalite anlayışlarındaki beklentilerini belirtebilmeleri, birbirlerinin kalite anlayışlarını benimseyebilmeleri adına gereklidir.

Hatalar, ürünün istenen özellikler dışında kalması sonucu oluşmaktadır. Bu nedenle hataların belirlenerek giderilmesi gerekmektedir. Garanti talepleri, ürünün istenen özellikte ve miktarda, istenen tarihlerde temin edilmesi adına dikkate alınmalıdır. Tedarikçi seçiminde de bu talepleri yerine getirme durumları değerlendirilmektedir. Kalite belgeleri, gerek tedarikçilerin gerekse perakendeci ve üreticilerin sahip olması gereken belgelerdir. Bu belgeler sayesinde üretim ve hizmetteki yeterlilik kanıtlanmış ve seçim işlemlerinde öncelik sağlanmış olacaktır.

Hasarlı olarak ulaşan % sipariş miktarı ile tamamlanmış olarak ulaşan % sipariş miktarları tedarikçinin sipariş hazırlamasındaki yeterliliğinin sayısal olarak göz önüne serildiği çıktılardır.

**Teknoloji Beklentisi:** Üretim imkanları ve kapasite, teknik kapasite, tasarım/süreç yeterliliği ve iyileştirme, operasyonel kontroller, süreç yeterliliği, süreç esnekliği, gelecek teknoloji gelişimi, tedarikçilerin teknolojik sistemi, teknoloji, gelecek üretim yeterliliği, ürün çeşitliliği, tedarikçilerin uzmanlığı, EDI yeterliliği, paket çevrim süresi, kapasite kullanımı, işlem hata oranı, kazaların kayıp zaman sayısı ve kaydedilebilir vaka oranından oluşmaktadır.



Buradaki alt kriterler, tedarikçinin, üretim sistemlerinin kapasitesi, teknolojisi, yeterliliklerinin ve gelecek teknolojik değişimlere açık olup olmadığı, ürün çeşitliliği ve yeterli esnekliğe sahip olup olmadığı ile ilgili genel değerlendirildiği kriterlerdir.

Paket çevrim süresi, bir birim ürünün üretilebildiği süredir. Kapasite kullanımı, mevcut kapasitenin yüzde kaçını üretim için sarfettiğini göstermektedir. İşlem hata oranı, toplam işlem sayısı içerisindeki hatalı işlem sayısını ifade etmektedir. Kazaların kayıp zaman sayısı, kazalar sonucu meydana gelen kayıp süredir. Kaydedilebilir vaka oranı ise, meydana gelen olaylardan yüzde kaçının kayıt altına alınabildiğini ifade etmektedir. Bu veriler, sayısal değerler olup karar vermeyi kolaylaştırmaktadırlar.

**Hizmet Beklentisi:** Sipariş karşılama oranı, paketleme yeteneği, güvenilirlik, gelişim hızı, onarım hizmeti, sipariş çevrim süresi, acil sipariş karşılama yeteneği, prosedüre uygun teklif verme, teslim çevrim süresi, güvenlik kontrolü, iade politikası ve değişim tepkisinden oluşmaktadır.

Sipariş karşılama oranı, verilen siparişin yüzde kaçının zamanında karşılanabildiğini belirtmektedir. Paketleme yeteneği, gerek tüm siparişin gerekse birim ürünün kusursuz ulaşımı adına gerçekleştirilen paket kalitesinin değerlendirildiği kriterdir. Güvenilirlik, tedarikçinin ürün güvenilirliği ile hizmet ve sözleşme güvenilirliği açısından önemlidir. Gelişim hızı, günümüz çağındaki teknolojik gelişim ve değişimlere ayak uydurabilme yeteneğinin ölçütüdür. Onarım hizmeti, ürün ile ilgili herhangi bir sorun meydana geldiğinde tedarikçinin o ürünün onarım servisinin kalitesini göstermektedir. Sipariş çevrim süresi, bir birim siparişin tamamlanma süresini ifade etmektedir. Acil sipariş karşılama yeteneği, yetiştirilmesi öncelik taşıyan siparişler için tedarikçinin gösterdiği sipariş karşılama yeteneğidir. Prosedüre uygun teklif verme, fiyat tekliflerinin kanun ve prosedürler çerçevesinde hazırlanma uygunluğunu ifade etmektedir. Teslim çevrim süresi, bir birim teslimat için siparişlerin tamamının hazırlanarak teslim edildiği süredir. Güvenlik kontrolü, tedarikçinin içinde bulunduğu gerek firma içi gerek ise teslimat için kullanılan araç ve ekipmanların güvenilirliğinin kontrollü bir şekilde izlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması anlamına gelmektedir. İade politikası, ürün iadelerinde firmanın izlediği protokolü ifade

etmektedir. Değişim tepkisi, tedarikçinin siparişlerle ilgili herhangi bir değişim karşısında gösterdiği tepkidir.

**Partnerlik Beklentisi:** Tedarikçi ile uyumlu bir çalışmanın sağlanabilmesi adına önemli bir kriterdir. Şirket büyüklüğü, kanuni haklar, etik standartlar, müşteri yoğunluğu, kültürel benzerlik, güvenlik eğitimi, iletişim sistemi, ikili anlaşmalar, etki, iş isteği, geçmiş iş miktarı, coğrafik konum, yönetim, sanayideki olumlu itibar, eğitim yardımları, iş ilişki kayıtları, işçi tazminatına harcanan dolarlar partnerlik beklentisi kriterinin alt kriterlerini oluşturmaktadır. Tüm kriterler, tedarikçi firmanın coğrafik, kültürel ve demografik özellikler çerçevesinde uyumu ve çalışılabilirliği ile ilgili karar vermede kullanılan genel kriterlerdir.

**Finansal Beklenti:** Tedarikçi seçiminde maliyet ve fiyat ile ilgili konuların değerlendirildiği kriterdir. Net fiyat, indirim yapma, maliyet, ödeme vadeleri, garanti maliyetleri, işlem maliyeti, bakım maliyeti, son teslim alma maliyeti, indirim oranı, finansal istikrar, paketleme maliyetleri, envanter taşıma maliyetleri, sipariş teslim maliyeti, nakliye ücreti, döviz kuru dalgalanmaları, yerel fiyat kontrolü, tarifeler ve gümrük vergiler finansal beklentinin alt kriterlerini oluşturmaktadır. Tüm kriterler, siparişin son fiyatının belirlenmesinde kullanılan alt maliyet kalemleri ile ilgili kriterlerdir. Burada ödeme vadeleri ve finansal istikrar kavramları, sipariş maliyetlendirmesinden ziyade firmanın tedarikçi ile çalışabilmesi adına değerlendirdiği kriterlerdir. Ödeme vadelerinin tedarikçi ile uyumlu çalışabilme adına firmanın düzenini bozmayacak şekilde benzer olması beklenmektedir. Finansal istikrar ise tedarikçinin finansal alanda duruşunu ve potansiyelini göstermektedir. Bu nedenle istikrarlı firmalar ile çalışılması gereklidir.

### 3.5 Müşteri Segmentasyonu

Müşteri segmentasyonu, müşterilerin istek, ihtiyaç ve davranışlarının esas alınmasıyla pazarın benzer karakteristikler taşıyan müşteri gruplarına bölünmesidir. Müşteri segmentasyonu ile şirketler geniş ve heterojen pazarları küçük gruplara ayırarak, müşteriye bireysel istek ve ihtiyaçlarına cevap veren

ürün ve hizmet sunar, müşteri grupları bazında ürün önerileri oluşturur ve pazarlama programları geliştirirler (Hwang ve diğ. 2004).

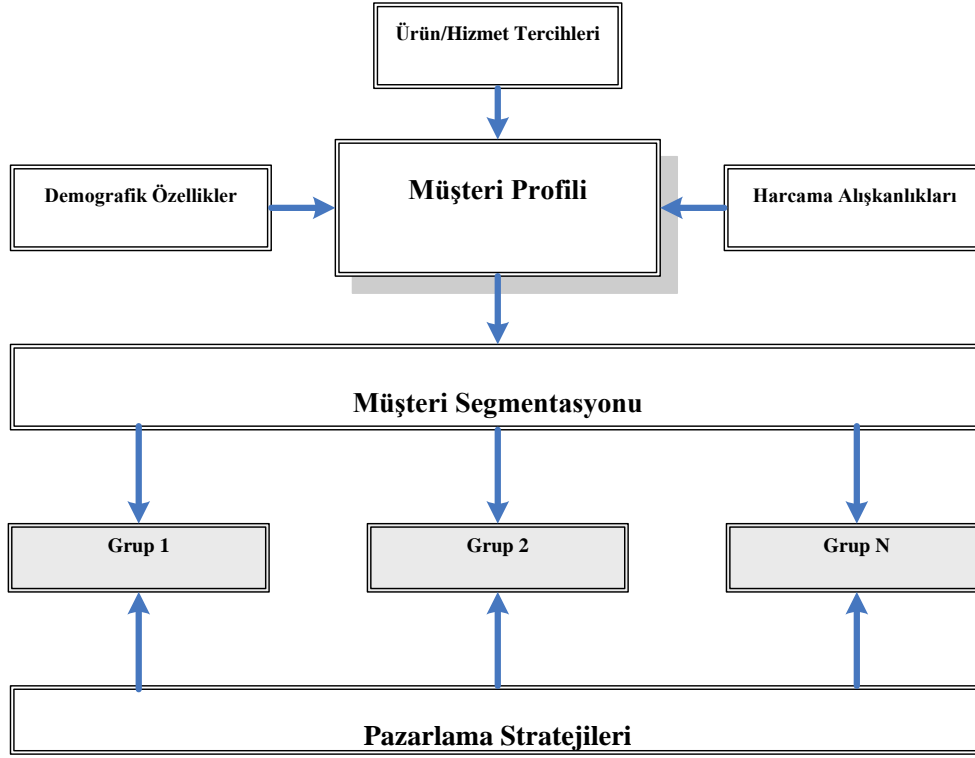
Müşteriler; coğrafi, demografik, psikografik ve davranışa dayalı özelliklerine göre gruplandırılırlar (Akbulut 2006).

Coğrafi segmentasyon, pazarı şehir, bölge, ülke gibi coğrafi birimlere ayırır. Günümüzde birçok şirket; reklam, promosyon ve satış faaliyetlerini farklı özellikler gösteren coğrafi birimlerin ihtiyaçları ile uyumlu hale getirmeye çalışmaktadır.

Demografik segmentasyon; müşterileri yaş, cinsiyet, aile büyüklüğü, gelir, meslek, tahsil gibi kriterleri baz alarak gruplandırır.

Psikografik segmentasyon; müşterileri sosyal sınıf, yaşam tarzı ve kişilik özelliklerine dayalı olarak gruplandırır.

Davranışa dayalı segmentasyon ise müşterileri ürünü kullanma, kendisine sunulan önerilere cevap verme, satın alma sıklığı, satın alma miktarı gibi kriterlere dayalı olarak gruplandırmaktadır. Şekil 3.7'de görüldüğü üzere ilk adım olarak müşteri profili belirlenmelidir. Müşteri profilinin belirlenebilmesi adına da öncelikle müşterilere demografik özellikleri, harcama alışkanlıkları, ürün ve ya hizmet tercihleri, alışveriş sıklıkları gibi sorularla değerlendirme yapılması gerekmektedir.



Şekil 3.7: Müşteri segmentasyonu (Akbulut 2006)

### 3.6 Yeşil Pazarlamadaki Müşteri Segmentasyonu

Çoğu işletme, müşteriler arasında yeşil ürünlere ve konulara güçlü ve büyüyen bir eğilim olduğuna inansa da pratik uygulamalar bunun daha uzun bir zaman alacağını göstermektedir (Neff 2012). Buna rağmen pazarda müşterilerin yeşil ürün tercihlerinde farklılıklar yer almaktadır. Dolayısı ile müşterilerin segmentlere ayrılması ve her segmentin beklentileri dahilinde ihtiyaçlarının karşılanması önem kazanmaktadır.

Marius ve diğ. (2008), Romanya'daki giyim endüstrisindeki müşteri segmentasyonunda yaş, gelir düzeyi, eğitim düzeyi ve cinsiyeti dikkate alarak müşterilerin satın alma eğilimlerini belirlemiştir. Farklı çalışmalarda da müşteri segmentasyonu benzer demografik özellikler dikkate alınarak belirlenmiştir. Pankaew ve Tobe (2010), benzer kriterler dahilinde anket çalışması ile yeşil müşterileri betimlemiştir. Buna göre yeşil müşteriler;

- Orta yaşlı

- İyi eğitimli
- Politik olarak sol görüşe sahip
- Orta gelirli
- Bayan olarak tanımlanmaktadır.

### **3.7 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminde Müşteri Segmentasyonunun Önemi**

Ekonomide, tüketicilerin harcama kararları çevre sorunları tarafından etkilenir. Harris interaktif, 2009 yazından 30 Mayıs 2012 tarihine kadar Amerikan vatandaşlarının çevre dostu ve ya yeşillik ile ilgili tutumlarını incelemiştir (TheHarrisPoll 2012). Burada satın alma kararlarında çevresel konulara dikkat eden olarak 18-24 yaş aralığında ve genç yetişkinler görülmektedir.

Harris interaktif tarafından yapılan 12 ile 19 Mart 2012 tarihleri arasında 18 yaş ve üzeri 2451 Amerikan vatandaşının katıldığı online anket sonuçları Tablo 3.2’de mevcuttur (TheHarrisPoll 2012). Çalışmada, katılanların dörtte biri (%26) ürün ya da hizmet alımında çevresel konuların cinsiyet, coğrafya, eğitim ve gelir arasındaki tutarlılık çerçevesinde çok veya son derece önemli olduğunu söylemektedirler. Bu oran yıllar içerisinde değişmiştir. Oran, 2010 yılında %27 iken 2012 yılında aynı oranda kalmıştır. Bu sayı daha genç olan 18-24 yaş aralığında yaklaşık olarak üçte biri (%31) olarak bir artış olmuştur. Oran, 2010 yılında %24, 2012 yılında ise %22’dir. Veriler, Tablo 3.3’de gösterilmektedir (TheHarrisPoll 2012).

Tablo 3.2: Çevresel konuların satın alma davranışlarındaki etkileri (Tüm yetişkinler için) (TheHarrisPoll 2012)

	2009 Toplam %	2010 Toplam %	2012 Toplam %
<b>Son Derece/Çok Önemli (Net)</b>	26	27	26
Son Derece Önemli	7	7	6
Çok Önemli	19	20	19
<b>Kısmen</b>	30	26	29
<b>Biraz Önemli/ Önemli Denilemez(Net)</b>	44	48	45
Biraz Önemli	28	30	27
Önemli Denilemez	16	18	18

Tablo 3.3: Çevresel konuların satın alma davranışlarındaki etkileri (18-24 yaş grubu aralığı için) (TheHarrisPoll 2012)

	2009 Toplam %	2010 Toplam %	2012 Toplam %
<b>Son Derece/Çok Önemli (Net)</b>	22	24	31
Son Derece Önemli	7	5	8
Çok Önemli	16	18	23
<b>Kısmen</b>	31	30	31
<b>Biraz Önemli/ Önemli Denilemez(Net)</b>	47	47	37
Biraz Önemli	28	28	21
Önemli Denilemez	19	19	16

Amerikalılarda Tablo 3.4’de de görüldüğü üzere yeşil ürün ve hizmet arayışı 2009 yılında %76, 2010 yılında %78 olan bu oran hafif bir artış ile %79 olarak devam etmektedir (TheHarrisPoll 2012). Fakat 2009 yılında katılımcıların %32’si, 2010 yılında %28’i, 2012 yılında ise bu rakam 2009 verilerine yaklaşılarak %31’i yeşil ürün için ekstra ödeme yapacaklarını söylemektedirler.

Yine 18-24 yaş grubu aralığındaki katılımcıların 2009’da %25’i, 2010’da %27’si ve 2012 yılında ise %32’si yeşil ürün için ekstra ödeme yapabileceklerini söylemektedirler. Ve tüm katılımcıların sadece %4’ü maliyeti ne olursa olsun yeşil ürün ve hizmet (bu oran 2009 ve 2010 yıllarında %3) alacağını söylerken bu oran 18-24 yaş grubu aralığında %11 seviyelerindedir (2009 ve 2010 yıllarında seviye %3). Aynı zamanda bu en genç yaş gurubunun yaklaşık yarısı %51’i yeşil için ekstra ödeme yapmayacağını söylemektedir. Veriler, Tablo 3.5’de gösterilmektedir (TheHarrisPoll 2012).

Tablo 3.4: Tüm yetişkinler için yeşil ürün ve hizmet tutumları  
(TheHarrisPoll 2012)

	2009 Toplam %	2010 Toplam %	2012 Toplam %
<b>Yeşil Ürün Tercih Ederim(NET)</b>	76	78	79
<b>Fazladan Ödeme Yapmaya Razi Olurum</b>	32	28	31
Yeşil ürünü tercih ederim, ek maliyet önemli değildir.	3	3	4
Çok fazla ödemem gerekse bile yeşil ürün tercih ederim.	2	2	2
Biraz fazla ödemem gerekse bile yeşil ürün tercih ederim.	26	23	24
<b>Fazladan Ödeme Yapmaya Razi Değilim(NET)</b>	45	49	49
Aynı ücrette olduğu takdirde yeşil ürünü tercih ederim.	29	32	30
<b>Para Tasarruf Edersem Tercih Ederim</b>	16	17	19
En azından biraz tasarruf yapmak adına yeşil ürünleri tercih ederim.	9	9	9
Çok fazla tasarruf yapmak adına yeşil ürünleri tercih ederim.	7	8	10
Tasarrufları veya maliyetleri umursamadan yeşil ürünleri tercih etmem.	21	22	21

Tablo 3.5: 18-24 yaş grubu aralığındaki yeşil ürün ve hizmet tutumları  
(TheHarrisPoll 2012)

	2009 Toplam %	2010 Toplam %	2012 Toplam %
<b>Yeşil Ürün Tercih Ederim(NET)</b>	76	85	86
<b>Fazladan Ödeme Yapmaya Razi Olurum</b>	25	27	35
Yeşil ürünü tercih ederim, ek maliyet önemli değildir.	3	3	11
Çok fazla ödemem gerekse bile yeşil ürün tercih ederim.	3	0	1
Biraz fazla ödemem gerekse bile yeşil ürün tercih ederim.	20	24	23
<b>Fazladan Ödeme Yapmaya Razi Değilim(NET)</b>	51	58	51
Aynı ücrette olduğu takdirde yeşil ürünü tercih ederim.	33	41	29
<b>Para Tasarruf Edersem Tercih Ederim</b>	18	17	22
En azından biraz tasarruf yapmak adına yeşil ürünleri tercih ederim.	12	9	11
Çok fazla tasarruf yapmak adına yeşil ürünleri tercih ederim.	6	7	12
Tasarrufları veya maliyetleri umursamadan yeşil ürünleri tercih etmem.	24	15	14

Bu verilerden de anlaşılacağı üzere satın alma davranışlarında müşterilere göre farklılıklar gözlemlenmektedir. Dolayısı ile yeşil ürün tercihlerinin belirlenebilmesi ve uygun ürün üretimi ile pazarlama faaliyetlerinin yürütülebilmesi adına müşterilerin segmentlere ayrılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda satın alma davranışları da dikkate alınarak yeşil, tutarsız ve kırmızı olmak üzere üç tip müşteri profili yer almaktadır.

Çalışmamızdaki müşteri segmentasyonunda yeşil müşteri, yeşil ürün için ekstra ödeme yapmaktan çekinmeyen müşteri tipidir. Tutarsız müşteri, yeşil ürünü ekstra maliyete gerek kalmadan klasik ürün ile aynı fiyat özelliğinde alabileceğine inanan müşteri tipidir. Kırmızı müşteri ise yeşil ürün almak ile ilgilenmeyen ve bu kriter için ek fiyat ödeyemeyecek olan müşteri tipidir. Çalışmada bu müşteri tipleri dahilinde segmentlerin yeşillik beklentileri oluşturularak uygun müşteriye uygun ürün üretimi ve pazarlaması ile müşteri ve firmaların memnuniyeti artırılması amaçlanmış ve çözüm modeli oluşturularak bu amaç dahilinde çözüm gerçekleştirilmiştir.



## 4. YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ AĞ TASARIMI İÇİN ÇÖZÜM MODELİ

Bu çalışmada ele alınan problem, perakendecilerin ve müşterilerin tedarikçilerden beklentilerini dikkate alarak tedarikçi ağlarının yeniden tasarlanmasıdır. Bu kapsamda müşterilerin yeşil beklenti düzeyleri ve perakendecilerin genel beklenti düzeyleri belirlenerek tedarik zincirinin tasarımında üreticiler, taşıyıcılar ve dağıtım merkezleri bu beklenti düzeylerini karşılayabilmelerine göre değerlendirilmiştir. Bu problem, hedef programlama yaklaşımı kullanılarak karar verme durumunu etkileyen çeşitli amaçları eş zamanlı dikkate alarak modellenmiştir.

Çözüm modeli, dört farklı seviye içeren genel bir tedarik zinciri ağı için geliştirilmiştir. İlk seviye, müşteri segmentlerinin yeşil beklentilerine dayalı farklı yeşillik etiketleri altında farklı fiyatlara sahip çeşitli ürünleri ( $i$ ) satan mağazadır ( $c$ ). Bu mağazalara ek olarak, tedarikçilerden gelen hatalı ürün yüzdelere göre tüm etiketlerdeki ikinci kalite ürünlerin satıldığı bir outlet mağazası mevcuttur. İkinci seviye, tedarikçi ve mağazalar arasında ürünlerin dağıtıldığı dağıtım merkezleridir ( $d$ ). Üçüncü seviye tedarikçi, dağıtım merkezleri ve mağazalar arasındaki ürünleri sevk eden taşıyıcılardır ( $t$ ). Son seviye, işletme özelliklerine göre farklı yeşillik etiketlerindeki ürünleri üretebilen tedarikçilerdir ( $s$ ). Burada parça üretim maliyetleri veya farklı yeşillik etiketlerindeki ürünlerin satış fiyatları ile onların parça stok ve taşıma maliyetlerinin birbirinden farklılığına dikkat edilmelidir.

Bu modelde, her bir müşteri segmenti ve perakendeci yeşillik değerlendirmesinde çeşitli kriterleri ( $r$ ) içeren beklenti seviyelerine sahiptir. Diğer tarafta her bir üretici, taşıyıcı ve dağıtım merkezi bu kriterlere göre bir değerlendirme sonucuna sahiptir. Önerilen model, müşterilerin, perakendecilerin ve ağ kısıtlarının beklentileri ile uygun ürünün uygun müşteriye dağıtımında toplam faydayı maksimum yapmayı amaçlamaktadır. Hesaplanan toplam fayda,

toplam gelir, toplam maliyet, toplam pazar cezası, toplam pazar ödülü ve toplam yok satma maliyetini içermektedir.

#### 4.1 Modelde Kullanılan Kısıt ve Parametreler

Çalışmamız gerçek dünyadaki yeşil tedarik zincirlerinin tasarımı ile ilgilendiğinden dolayı bazı varsayımların yapılması, kritik öneme sahip faktörlerin daha iyi incelenmesi açısından gereklidir. Bu çalışmada, aşağıdaki varsayımlarda bulunulmuştur.

- Tüm sistem ve parametreler deterministik ve bilinmektedir.
- Yok satma ve beklenti düzeylerinin altındaki satışlara izin verilmekte fakat cezalandırılmaktadır.
- Segmentler ve ürünler arasındaki ilişki tanımlanmıştır.
- Mağaza, perakendeci ve depo yönetim giderleri dikkate alınmamıştır.
- Tüm ürün tipi birimleri aynı kabul edilmiştir.
- Atık üretim olmayan ikinci kalite ürünler dikkate alınmaktadır.
- Tüm ikinci kalite ürünler talep edilmekte ve outlet mağazasında satılmaktadır.
- Bir dönem dikkate alınmıştır.
- Segmentlerin ve perakendecilerin beklenti düzeyi ölçekleri ile işletmelerin değerlendirme puan ölçekleri tanımlıdır.
- Müşteri segmentlerinin, üçüncü parti sosyal analizciler tarafından oluşturulduğu varsayılmıştır.
- Segmentlerin ve perakendecilerin beklentilerinin, üçüncü parti pazar analizcileri tarafından puanlandırıldığı varsayılmıştır.
- Tedarikçilerin, taşıyıcıların ve dağıtım merkezlerinin derecelendirilmesi üçüncü parti değerlendiriciler tarafından yapılmıştır.

Yukarıdaki tanımlara göre ele alınan problemde aşağıdaki notasyonlar kullanılarak bir hedef programlama modeli formüle edilmiştir.

Modelde kullanılan indisler, parametreler, karar değişkenleri, hedef programlama modeli ve kısıtlar aşağıda yer almaktadır.

### ***İndisler ve Kümeler***

$i \in I$	Ürünler kümesi
$s \in S$	Tedarikçiler kümesi
$d \in D$	Dağıtım merkezleri kümesi
$c \in C$	Mağazalar kümesi
$t \in T$	Taşıyıcılar kümesi
$r \in R$	Kriterler kümesi (1 yeşilliği temsil etmektedir)

### ***Model Parametreleri***

$e_i$	$i$ . ürünün satış fiyatı
$g_i$	$i$ . ürünün ikinci kalite satış fiyatı
$q_i^s$	$i$ . ürün için $s$ . tedarikçinin birim üretim maliyeti
$h^t$	$t$ . taşıyıcının birim taşıma maliyeti
$k^d$	$d$ . dağıtım merkezinin birim depolama maliyeti
$f^s$	$s$ . tedarikçinin hatalı üretim yüzdesi
$se_i$	$i$ . ürün için ilgili segmentin yeşil beklenti düzeyi
$re_r$	$r$ . kriter için perakendecinin beklenti düzeyi
$sl_r^s$	$r$ . kriter için $s$ . tedarikçinin değerlendirme düzeyi
$tl_r^t$	$r$ . kriter için $t$ . taşıyıcının değerlendirme düzeyi
$dl_r^d$	$r$ . kriter için $d$ . dağıtım merkezinin değerlendirme düzeyi
$y^s$	$s$ . tedarikçinin üretim kapasitesi
$z^d$	$d$ . dağıtım merkezinin depolama kapasitesi
$v^t$	$t$ . taşıyıcının taşıma kapasitesi
$a_c^d$	$c$ . mağaza ve $d$ . dağıtım merkezi arasındaki mesafe
$b^{ds}$	$d$ . dağıtım merkezi ve $s$ . tedarikçi arasındaki mesafe
$e^d$	$d$ . dağıtım merkezi ve outlet mağaza arasındaki mesafe
$de_{ci}$	$c$ . mağazanın $i$ . ürün talebi
$pm^s$	$s$ . tedarikçinin minimum üretim miktarı

$tm^t$	$t$ . taşıyıcının minimum taşıma miktarı
$\alpha_i$	$i$ . ürünün artan yeşilliğine karşılık gelen pazar bonus faktörü
$\beta_r$	$r$ . kriterin kararlılık faktörü
$l_i$	$i$ . ürün için yok satma maliyeti

### **Karar Değişkenleri**

$nps_{ci}^{tds-}$	Segmentlerin beklentilerinin altında kalan tedarikçiler için artık değişkeni
$nps_{ci}^{tds+}$	Segmentlerin beklentilerini aşan tedarikçiler için artık değişkeni
$nrs_{cir}^{tds-}$	Perakendeci beklentilerinin altında kalan tedarikçiler için artık değişkeni
$nrs_{cir}^{tds+}$	Perakendeci beklentilerini aşan tedarikçiler için artık değişkeni
$npt_{ci}^{tds-}$	Segmentlerin beklentilerinin altında kalan taşıyıcılar için artık değişkeni
$npt_{ci}^{tds+}$	Segmentlerin beklentilerini aşan taşıyıcılar için artık değişkeni
$nrt_{cir}^{tds-}$	Perakendeci beklentilerinin altında kalan taşıyıcılar için artık değişkeni
$nrt_{cir}^{tds+}$	Perakendeci beklentilerini aşan taşıyıcılar için artık değişkeni
$npd_{ci}^{tds-}$	Segmentlerin beklentilerinin altında kalan dağıtım merkezleri için artık değişkeni
$npd_{ci}^{tds+}$	Segmentlerin beklentilerini aşan dağıtım merkezleri için artık değişkeni
$nrd_{cir}^{tds-}$	Perakendeci beklentilerinin altında kalan dağıtım merkezleri için artık değişkeni
$nrd_{cir}^{tds+}$	Perakendeci beklentilerini aşan dağıtım merkezleri için artık değişkeni
$U_{ci}^{tds}$	$c$ . mağazanın $i$ . ürün için $s$ . tedarikçiden $d$ . dağıtım merkezini ve $t$ . taşıyıcıyı kullanması ile oluşan operasyon miktarı
$X_{ci}^{tds}$	1: Eğer $c$ . mağazanın $i$ . ürünü $s$ . tedarikçiden $d$ . dağıtım merkezi ve $t$ . taşıyıcıyı kullanması durumunda; 0: diğer durumlarda.
$ys_{ci}$	$i$ . ürünün $c$ . mağaza talebini yok satma miktarı
$TR$	Toplam gelir
$TC$	Toplam maliyet
$ML$	Segment beklentilerinin altında kalan ürünlerin toplam pazar cezası
$GU$	Fazla yeşil ürünlerden gelen toplam pazar bonusu
$LS$	Toplam yok satma maliyeti

## 4.2 Matematiksel Model Yapısı

### Hedef Programlama Modeli

$$\text{enbüyükle } (TR - TC - ML + GU - LS) \quad (4.1)$$

### Kısıtlar

$$TR = \sum_c \sum_i \sum_t \sum_d \sum_s U_{ci}^{tds} \left( (1 - f^s) e_i + f^s g_i \right) \quad (4.2)$$

$$TC = \sum_c \sum_i \sum_t \sum_d \sum_s U_{ci}^{tds} \left( q_i^s + k^d + b^{ds} h^t + (1 - f^s) a_c^d h^t + f^s o^d h^t \right) \quad (4.3)$$

$$ML = \sum_c \sum_i \sum_t \sum_d \sum_s \sum_r \left( \beta_1 \left( nps_{ci}^{tds-} + npt_{ci}^{tds-} + npd_{ci}^{tds-} \right) + \beta_r \left( nrs_{cir}^{tds-} + nrt_{cir}^{tds-} + nrd_{cir}^{tds-} \right) \right) \quad (4.4)$$

$$GU = \sum_c \sum_i \sum_t \sum_d \sum_s \alpha_i \left( nps_{ci}^{tds+} + npt_{ci}^{tds+} + npd_{ci}^{tds+} \right) \quad (4.5)$$

$$LS = \sum_c \sum_i y_{ci}^s l_i \quad (4.6)$$

$$\sum_t \sum_d \sum_s U_{ci}^{tds} (1 - f^s) + y_{ci}^s = de_{ci} \quad \forall c \in C, i \in I \quad (4.7)$$

$$U_{ci}^{tds} \geq X_{ci}^{tds} \quad \forall c \in C, i \in I, t \in T, d \in D, s \in S \quad (4.8)$$

$$U_{ci}^{tds} \leq X_{ci}^{tds} M \quad \forall c \in C, i \in I, t \in T, d \in D, s \in S \quad (4.9)$$

$$\sum_s U_{ci}^{tds} \leq y^s \quad \forall c \in C, i \in I, t \in T, d \in D \quad (4.10)$$

$$\sum_d U_{ci}^{tds} \leq z^d \quad \forall c \in C, i \in I, t \in T, s \in S \quad (4.11)$$

$$\sum_t U_{ci}^{tds} \leq v^t \quad \forall c \in C, i \in I, d \in D, s \in S \quad (4.12)$$

$$\sum_c \sum_t \sum_d (U_{ci}^{tds} - X_{ci}^{tds} pm^s) \geq 0 \quad \forall i \in I, s \in S \quad (4.13)$$

$$\sum_c \sum_i \sum_d \sum_s (U_{ci}^{tds} - X_{ci}^{tds} tm^t) \geq 0 \quad \forall t \in T \quad (4.14)$$

$$X_{ci}^{tds} sl_1^s + nps_{ci}^{tds-} - nps_{ci}^{tds+} = X_{ci}^{tds} se_i \quad \forall c \in C, i \in I, t \in T, d \in D, s \in S \quad (4.15)$$

$$X_{ci}^{tds} tl_1^t + npt_{ci}^{tds-} - npt_{ci}^{tds+} = X_{ci}^{tds} se_i \quad \forall c \in C, i \in I, t \in T, d \in D, s \in S \quad (4.16)$$

$$X_{ci}^{tds} dl_1^d + npd_{ci}^{tds-} - npd_{ci}^{tds+} = X_{ci}^{tds} se_i \quad \forall c \in C, i \in I, t \in T, d \in D, s \in S \quad (4.17)$$

$$X_{ci}^{tds} sl_r^s + nrs_{cir}^{tds-} - nrs_{cir}^{tds+} = X_{ci}^{tds} re_r \quad \forall c \in C, i \in I, t \in T, d \in D, s \in S, r \in R \quad (4.18)$$

$$X_{ci}^{tds} tl_r^t + nrt_{cir}^{tds-} - nrt_{cir}^{tds+} = X_{ci}^{tds} re_r \quad \forall c \in C, i \in I, t \in T, d \in D, s \in S, r \in R \quad (4.19)$$

$$X_{ci}^{tds} dl_r^d + nrd_{cir}^{tds-} - nrd_{cir}^{tds+} = X_{ci}^{tds} re_r \quad \forall c \in C, i \in I, t \in T, d \in D, s \in S, r \in R \quad (4.20)$$

$$\begin{aligned} X_{ci}^{tds} \in [0, 1], nps_{ci}^{tds-}, nps_{ci}^{tds+}, nrs_{cir}^{tds-}, nrs_{cir}^{tds+}, \\ npt_{ci}^{tds-}, npt_{ci}^{tds+}, nrt_{cir}^{tds-}, nrt_{cir}^{tds+}, npd_{ci}^{tds-}, npd_{cir}^{tds+}, \\ nrd_{cir}^{tds-}, nrd_{cir}^{tds+}, U_{ci}^{tds}, ys_{ci} \geq 0 \end{aligned} \quad \forall c \in C, i \in I, t \in T, d \in D, s \in S, \quad (4.21)$$

Amaç fonksiyonu (4.1), yeşil tedarik zinciri ağ tasarımında gelir, maliyet, pazar ödül ve cezaları ile elde bulundurmama maliyetlerinin toplamını dikkate alarak toplam faydanın maksimizasyonudur.

Denklem (4.2), birinci ve ikinci kalite ürün satışlarından elde edilen toplam geliri hesaplar. Denklem (4.3), toplam üretim, depolama ve dağıtım ile ilgili maliyetleri hesaplar. Denklem (4.4) müşteri segmentleri ve perakendecilerin beklentileri altında kalan dağıtım merkezi, tedarikçi ve taşıyıcıların kullanımı neticesinde ürünlerin toplam pazar cezalarını hesaplar. Tedarikçi, taşıyıcı ya da dağıtım merkezi kriterleri değerlendirmeleri müşteri ve perakendeci beklentilerinin altında kaldığında ilgili kriter için olumsuz artık değişkeni kararlılık faktörü ( $\beta_r$ ) ile çarpılır. Eğer ilgili kriter segment veya müşteri için kritik öneme sahip değilse bu faktör, kritik kriterler ile karşılaştırıldığında daha küçük olacaktır. Denklem (4.5) ürünlerin, müşterilerin yeşil beklenti düzeylerinin

üzerinde olması durumundaki toplam pazar ödülünü hesaplar. Tedarikçi, taşıyıcı veya dağıtım merkezinin yeşil değerlendirmesi müşteri beklentilerinden fazla olduğu durumda olumlu artık değişken sosyal pazar bonus faktörü ( $\alpha_i$ ) ile çarpılır. Denklem (4.6) tedarikçi, taşıyıcı ve ya dağıtım merkezi kapasitesinin yetersizliği ve ya beklentileri karşılayamayan ürünler nedeniyle satış fırsatlarının kaçırıldığı durumlardaki toplam yok satma maliyetlerini hesaplar. Modelde, pazar cezası, ürünün yok satma maliyetinden daha düşük olduğu sürece beklenti altında kalan ürünler pazar cezası olarak seçilebilmektedir. Denklem (4.7), (4.8) ve (4.9) tedarikçilerin hatalı üretim oranı ve yok satma maliyetlerini içeren üretim ve talep kısıtlarıdır. Denklem (4.10), (4.11) ve (4.12) sırasıyla tedarikçilerin, taşıyıcıların ve dağıtım merkezlerinin kapasite kısıtlarıdır. Kısıt (4.13), her tedarikçinin bir üründen minimum kabul edilebilir üretim miktarlarını tanımlar. Kısıt (4.14), taşıyıcıların kabul edilebilir toplam taşıma miktarlarını tanımlar. Kısıt (4.15), (4.16) ve (4.17) sırasıyla müşterilerin yeşil beklentilerine göre tedarikçileri, taşıyıcıları ve dağıtım merkezlerini değerlendirir. Kısıt (4.18), (4.19) ve (4.20) sırasıyla perakendeci beklentilerine göre tedarikçileri, taşıyıcıları ve dağıtım merkezlerini değerlendirir. Son olarak kısıt (4.21) değişken alanları tanımlar.

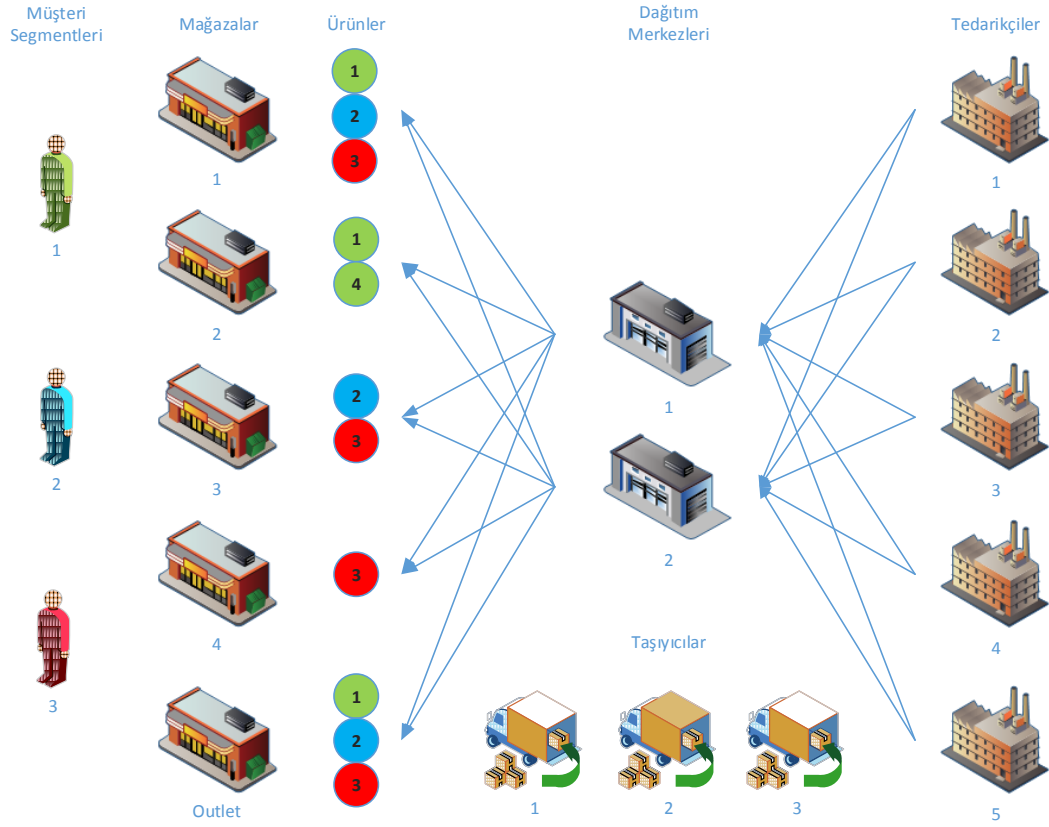
## 5. ÇÖZÜM MODELİNİN UYGULANMASI

Bu bölümde, önerilen modelin sayısal sonuçları, problemin varlığını kanıtlamak adına örnek verilerle oluşturulmuş çözüm modeli için sunulmuştur. Bu nedenle müşterilerin segmentleri, segmentlerin ve perakendecilerin beklentileri ve tedarikçilerin, taşıyıcıların ve dağıtım merkezlerinin değerlendirmeleri örnek çalışmada gerçek yaşamdaki problemler gibi sistematik olarak yansıtılmış ve entegre edilmiştir. Buradaki örnek uygulama, gerçek yaşamdaki optimal çözüm yerine önerilen tedarik zinciri uygulamalarındaki müşteri segment entegrasyonunun önemini göstermeyi amaçlar. Bu bölüm ayrıca perakendecilerin tedarik zinciri karar vericilerine daha iyi yardım edebilmek adına farklı yeşil kararlılık faktörleri, talepler ve kapasiteler gibi çeşitli senaryoları ele alır.

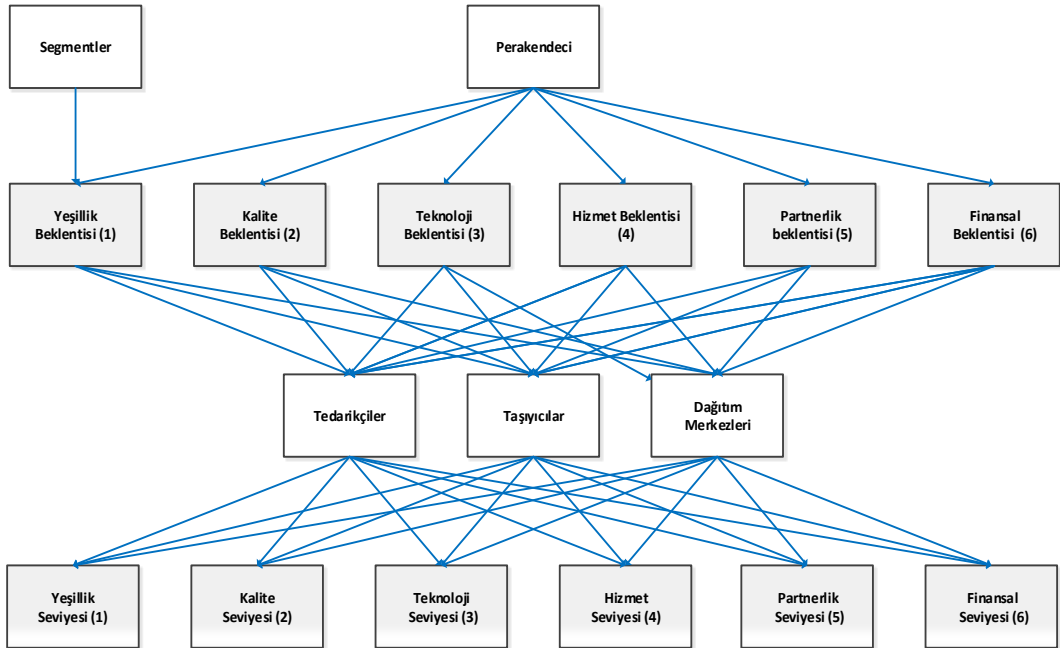
### 5.1 Örnek Uygulama

Örnek ağ, üç müşteri segmenti ile ilgilenen dört tip ürün satan, dört müşteri mağazasından meydana gelmektedir. Bu ürünler, segmentler ve perakendecilerle ilişkili beklentilerine göre beş farklı üreticiden iki dağıtım merkezi ve üç taşıyıcı alternatifleri ile tedarik edilebilmektedir. Müşteri mağazalarına ek olarak tüm ikinci kalite ürünlerin satışının yapılabildiği bir outlet mağaza yer almaktadır. Dağıtım merkezleri, ürünlerin tedarikçilerden mağazalara taşıyıcı alternatiflerinin kullanımı ile depolama ve sevkiyatından sorumludur. Şekil 5.1'de ilgili örnek yeşil tedarik zinciri ağı gösterilmektedir. Ayrıca Şekil 5.2'de segmentler ve perakendecinin, tedarikçiler ve taşıyıcılar arasındaki beklentilerin ilişkisi yer almaktadır.





Şekil 5.1: Örnek yeşil tedarik zinciri ağı



Şekil 5.2: Segmentler/Perakendeci ve Tedarikçiler/Taşıyıcılar/Dağıtım Merkezleri arasındaki beklenti ilişkileri

Müşteri segmentleri ve ürünler arasındaki ilişki Tablo 5.1'de gösterilmiştir. Ayrıca Tablo 5.1'de bu ürünler için segmentlerin yeşil beklenti düzeyleri gösterilmektedir. Her bir yeşil beklenti seviyesi müşterilerin satın alma

davranışlarındaki markaların yeşilliğe verdikleri önem çerçevesinde 1’den 7’ye kadar ölçeklendirilmiştir. Bu beklenti skalasında 1 seviyesi, ilgili müşteri için ilgili kriterin “tamamen kritik olmadığı” ve 7 seviyesi ise “son derece kritik” olduğu anlamına gelmektedir. Arada kalan seviyeler bu ölçeklendirme skalası dahilinde değişmektedir. Tablo 5.2’de perakendecinin tedarikçilerden, taşıyıcılardan ve dağıtım merkezlerinden kriter beklentilerini 1 ile 7 arasındaki ölçeklendirmesi gösterilmektedir. Çalışmada kullanılan kriterler, Shaik ve Abdul-Kader (2011) ve Güngör ve diğ. (2010) çalışmalarına göre tanımlanmıştır. Tablo 5.3’de aday işletmelerin tedarikçiler, taşıyıcılar ve dağıtım merkezleri de dahil olmak üzere 1’den 7’ ye kadar kriter değerlendirme oranları gösterilmektedir. Bu değerlendirme skalasında 1 seviyesi, değerlendirilen işletmenin ilgili kriter oranı için “çok düşük” ve 7 seviyesi ise “çok yüksek” olduğu anlamına gelmektedir. Arada kalan seviyeler bu ölçeklendirme skalası dahilinde değişmektedir. Burada müşteri segmentasyonunun, segmentlerin ve perakendecinin beklentilerinin ve tedarikçilerin, taşıyıcıların ve dağıtım merkezlerinin puanlandırılmasının 3. Parti analizciler tarafından yapıldığı unutulmamalıdır. Bu nedenle bu çalışma kapsamında tedarikçilerin ve müşterilerin nasıl puanlandırıldığı hakkında detaylara yer verilmemektedir. Dolayısı ile segmentlerin ve perakendecinin beklenti ölçekleri ile işletmelerin değerlendirme ölçekleri aynı kabul edilmiştir. Tablo 5.4’de sosyal pazar faktörlerinin ve kararlılık faktörlerinin seviyeleri gösterilmektedir. Önceki bölümde açıklandığı gibi bu faktör müşteri segmentleri ve perakendeci için ilgili kriterin önemini belirler. İlgili kriter faktörü düşük olduğunda ilgili kısıt zayıf bir kısıt gibi davranır, ilgili kriterin kararlılık faktörü yüksek olduğunda ise ilgili kısıt zor bir kısıt olarak davranış gösterir.

Tablo 5.1: Ürün ve Segmentler ile Yeşil Beklenti Düzeyleri Arasındaki İlişki

Segmentler	$se_1$	$se_2$	$se_3$	$se_4$
1	6			6
2		4		
3			2	

Tablo 5.2: Perakendecinin Beklenti Kriterleri

$r$	<i>Beklenti</i>	$re_r$
1	<b>Yeşillik*</b>	3
2	<b>Kalite</b>	5
3	<b>Teknoloji</b>	4
4	<b>Servis</b>	4
5	<b>Partnerlik</b>	5
6	<b>Finansal</b>	4

\*Genellikle yasalar ile tanımlanır.

Tablo 5.3: Tedarikçiler, taşıyıcılar ve dağıtım merkezlerinin kriter değerlendirme oranları

$r$	$sl_r^1$	$sl_r^2$	$sl_r^3$	$sl_r^4$	$sl_r^5$	$tl_r^1$	$tl_r^2$	$tl_r^3$	$dl_r^1$	$dl_r^2$
<b>1</b>	5	6	6	4	2	5	3	6	5	7
<b>2</b>	5	5	6	3	4	3	3	3	6	5
<b>3</b>	4	5	4	5	4	4	3	4	5	7
<b>4</b>	4	4	3	4	6	4	5	5	4	5
<b>5</b>	3	3	5	3	2	4	3	5	4	6
<b>6</b>	6	5	5	5	5	3	3	5	5	5

Tablo 5.4: Sosyal Pazar faktörleri ve kararlılık faktör değerlerinin seviyeleri

<b>Faktörler</b>	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$\beta_6$
<b>Seviyeler</b>	5	2	0	5	10	8	8	7	5	5

Farklı tip ürünler farklı segment müşterilerine aynı mağazadan (reyon mağazası) satılabildiği gibi bir mağazada (marka mağazaları) ilgili segmentler için ürünlerde satılabilmektedir. Bu çalışmada Tablo 5.5'te verilen ilgili ürün taleplerine sahip üç alışveriş mağazası ve bir marka mağazası mevcuttur. Tablo 5.5'te ilgili ürünlerin birinci ve ikinci kalite satış fiyatları ile yok satma maliyetlerini gösterilmektedir. Tablo 5.6, tedarikçilerin üretim maliyetleri, maksimum üretim kapasitesi, minimum üretim miktarı ve hatalı üretim oranlarını içeren üretim oranlarını göstermektedir. Bu tablodaki, bazı tedarikçiler teknik nedenlerden dolayı bazı ürünleri üretememektedirler. Bu tedarikçilerin bazıları da çoğu ürünü yüksek üretim maliyetleri ile üretebilmektedirler. Çalışmada farklı ürünlerin birim kapasite gereksinimleri aynı olarak kabul edilmiştir. Minimum üretim miktarı, seçilen tedarikçinin üretebileceği en az üretim miktarını ifade etmektedir. Hatalı üretim oranı, işletmenin ikinci kalite üretim oranları hakkında

bilgi vermektedir. Seçilen üreticilerin üretim miktarları bu oran göz önüne alınarak arttırılmalıdır.

Tablo 5.5: Müşteri mağaza talepleri ve ürünlerin ekonomik değerleri

$i$	$de_{1i}$	$de_{2i}$	$de_{3i}$	$de_{4i}$	$e_i$	$g_i$	$l_i$
1	100	100	0	0	30	9	15
2	200	0	200	0	15	8	8
3	300	0	300	500	20	5	10
4	0	50	0	0	40	14	20

Tablo 5.6: Tedarikçilerin üretim değerleri

$s$	$q_1^s$	$q_2^s$	$q_3^s$	$q_4^s$	$y^s$	$pm^s$	$f^s$
1	10	6	4	13	1000	50	0.03
2	-	10	4	-	400	50	0.05
3	8	6	4	10	200	50	0.06
4	-	3	8	-	700	50	0.07
5	-	-	4	-	500	50	0.08

Taşımada, farklı ürünlerin birim kapasite ihtiyaçlarının aynı olduğu varsayılmaktadır. Taşıyıcı alternatiflerinin birim taşıma maliyetleri, maksimum taşıma kapasiteleri ve minimum taşıma miktarları Tablo 5.7’de verilmektedir. Tablo 5.8’de mağazalar ve dağıtım merkezleri arasındaki mesafe matrisi ve tedarikçilerin kapasiteleri ile dağıtım merkezlerinin depolama maliyetleri gösterilmektedir.

Tablo 5.7: Taşıyıcıların dağıtım değerleri

$t$	$v^t$	$h^t$	$tm^t$
1	500	0.005	200
2	1500	0.002	200
3	500	0.008	50

Tablo 5.8: Dağıtım merkezlerinin depolama değerleri ile mesafe matrisi

$d$	$b^{d1}$	$b^{d2}$	$b^{d3}$	$b^{d4}$	$b^{d5}$	$a_1^d$	$a_2^d$	$a_3^d$	$a_4^d$	$e^d$	$z^d$	$k^d$
1	476	66	1012	626	182	173	503	314	158	582	1000	0.2
2	222	358	782	514	136	287	332	257	449	296	1000	0.5

## 5.2 Sayısal Sonuçlar

Tedarikçi ağının hedef programlama modeli, 21620 değişken ve 11108 kısıt içermektedir. Tüm deneyler, 8 GB RAM, 2.5 GHz işlemci Intel Xeon üzerinde ILOG CPLEX çözücüsü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında maliyetler, gelirler, bonuslar ve cezalar para birimi olarak, mesafeler uzunluk birimi olarak, talepler, kapasiteler, üretim, taşıma ve depolama miktarları ise ağırlık birimi olarak ifade edilmiştir. Örnek uygulamadaki önerilen model çözüldüğünde, toplam gelir, toplam maliyet, toplam pazar cezası, toplam yok satma ve toplam pazar bonusunu içeren toplam fayda 24,795.33 olarak bulunmuştur. Tablo 5.9'da amaç fonksiyonunun toplam fayda değeri, müşteri ve perakendeci beklentileri dahilinde tedarikçilerin seçiminde kullanılan kararlılık faktör değerlerinin performans ölçütleri ile birlikte gösterilmektedir. Tablo 5.9'da da görüldüğü üzere toplam kazanç 25,268.02, toplam gelir 36,670.56 ve toplam maliyet 11,402.54 olarak hesaplanmıştır. Birinci kalite ürün satışının toplam gelir üzerindeki getirisi %98.15 iken ikinci kalite ürünün getirisi %1.85'tir. Tüm maliyetlerin %5.88'i stoklama maliyeti, %19.54'ü taşıma maliyeti ve %74.58'i üretim maliyetleri tarafından oluşturulmaktadır. Yok satma maliyeti 3.04 olarak hesaplanmıştır buda perakendecinin stok tercih etmediği anlamına gelmektedir. Müşterilerin ve perakendecinin beklentilerinin karşılanmaması neticesinde alınan toplam pazar cezası 612 olarak hesaplanmıştır. Son olarak fazla yeşillik sonucu kazanılan toplam pazar bonusu 142'dir.

Tablo 5.9: Performans ölçütleri

Toplam Fayda	24,795.33
Toplam kar	25.268,02
Toplam gelir	36.670,56
Birinci kalite ürün geliri	35,994.00
İkinci kalite ürün geliri	676.56
Toplam Maliyet	11402.54
Üretim maliyeti	8504.40
Depolama maliyeti	671.30
Taşıma maliyeti	2227.19
Yok satma maliyeti	3.04
Toplam pazar cezası	612.00
Toplam pazar bonusu	142.00

Tablo 5.10 ve Tablo 5.11, düşük kararlılık faktör değerleri altında farklı tedarik kanallarından gerçekleştirilen mağazaların taleplerini göstermektedir. Dört mağazanın üç ürün için sekiz adet talebi dokuz adet sipariş ile tedarik edilmiştir. 4. mağazanın 3. ürün için talebi kapasite kısıtı nedeniyle iki farklı kanaldan tedarik edilmiştir. Tablo 5.11’de ayrıca tüm mağazaların ürün talepleri düşük kararlılık nedeniyle tedarik edilmeyen 1. mağazanın 2. üründen olan 0,38 birimlik talebinin hatalı üretim oranları dışında nasıl tamamlandığı gösterilmektedir.

Tablo 5.10: Sipariş miktarlarının karşılanma yolları

Sipariş	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>t</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	$U^{tds}_{ci}$
A	1	1	2	2	1	103,09
B	1	2	2	2	4	214,65
C	1	3	1	1	2	315,79
D	2	1	2	2	3	106,38
E	2	4	2	2	1	51,55
F	3	2	2	2	4	215,05
G	3	3	2	2	1	309,28
H	4	3	1	1	2	84,21
I	4	3	2	1	5	456,52

Tablo 5.11: Mağazaların talep karşılamaları

<i>c</i>	<i>i</i>	$de_{ci}$	$\sum U^{tds}_{ci}$
1	1	100	103,09
1	2	200	214,65
1	3	300	315,78
2	1	100	106,38
2	4	50	51,55
3	2	200	215,05
3	3	300	309,28
4	3	500	84,22+456,52

Tablo 5.12, tüm tedarikçilerin kapasite kullanım detayları ile birlikte maksimum ve minimum üretim miktarlarını göstermektedir. 2. tedarikçi ve 1. dağıtım merkezi dışında tüm tedarikçiler kapasitelerinin altında çalışmaktadır. Diğer taraftan 3. taşıyıcı, muhtemelen yüksek birim taşıma maliyeti ve ya düşük kararlılık faktör değeri nedeniyle modelde kullanılmamıştır. Tablo 5.13’de müşterilerin ve perakendecinin, tüm tedarikçilerin siparişlerindeki yeşillik memnuniyetleri gösterilmektedir. Sipariş isimleri, bu tabloda tedarikçi kanallarına göre isimlendirilmiştir. Örneğin; 1. mağaza 1. ürün talebi, 1. tedarikçi, 2. dağıtım merkezi ve 2. taşıyıcı üzerinden karşılanmaktadır. Bu tabloda tedarikçi kanalının

değerlendirme puanı, ilgili müşteri segment ve perakendecinin beklentileri altında kalırsa sipariş ismi kalın olarak gösterilmektedir. Örneğin; 1. ürün için müşterinin yeşillik beklentisi 6 seviyesinde ve perakendecinin beklentisi de 3 seviyesinde olduğunda yeşillik seviyesi 5 olan 1. tedarikçi ve 3 seviyesinde olan 2. taşıyıcı tarafından bu sipariş karşılanmıştır. Bu nedenle sipariş A 1. tedarikçi ve 2. taşıyıcı için koyu olarak gösterilmiştir. Bunun anlamı, bu ürünlerin müşterilerin ve perakendecinin beklentilerini karşılayamayan tedarikçi kanalları tarafından karşılanmasının, düşük kararlılık faktörleri sayesinde siparişi karşılayabilen tedarikçi kanallarından daha mantıklı olduğudur. Bu tabloda müşterilerin ve perakendecinin beklentilerinin karşılanmaması durumundaki yeşil ceza miktarı 14'dür. Bu değer, pazar ceza maliyetinin 140 birim olmasına sebep olmaktadır. Sonuç olarak, beklentilerin karşılanmaması durumundaki ceza maliyeti, düşük yeşil kararlılık faktörü ile uygun olmayan tedarikçi üzerinden talebin karşılanması sonucunda kazanılan kazançtan daha düşüktür.

Tablo 5.12: Tesislerin kapasite kullanımları

	$y^s/z^d/v^t$	$pm^s/-/tm^t$	$\sum U^{ds}_{ei}$	
<i>s1</i>	1000	50	463,92	(103,09+51,55+309,28)
<i>s2</i>	400	50	400	(315,78+84,22)
<i>s3</i>	200	50	106,38	(106,38)
<i>s4</i>	700	50	429,7	(214,65+215,05)
<i>s5</i>	500	50	456,52	(456,52)
<i>d1</i>	1000	-	856,52	(315,78+84,22+456,52)
<i>d2</i>	1000	-	1000	(103,09+214,65+106,38+51,55+215,05+309,28)
<i>t1</i>	500	200	400	(315,78+84,22)
<i>t2</i>	1500	200	1456,52	(103,09+214,65+106,38+51,55+215,05+309,28+456,5)
<i>t3</i>	500	50	-	-

Tablo 5.13: Tüm tedarikçiler için perakendeci ve müşterilerin yeşillik memnuniyetleri (sipariş sırasına göre)

		<i>c1</i>	<i>c1</i>	<i>c1</i>	<i>c2</i>	<i>c2</i>	<i>c3</i>	<i>c3</i>	<i>c4</i>
	$s^f / t^f / d^f$	<i>i1</i>	<i>i2</i>	<i>i3</i>	<i>i1</i>	<i>i4</i>	<i>i2</i>	<i>i3</i>	<i>i3</i>
<i>se<sub>i</sub></i>	-	6	4	2	6	6	4	2	2
<i>re<sub>i</sub></i>		3	3	3	3	3	3	3	3
<i>s1</i>	5	A				E		G	
<i>s2</i>	6			C					H
<i>s3</i>	6				D				
<i>s4</i>	4		B				F		
<i>s5</i>	2								I
<i>t1</i>	5			C					H
<i>t2</i>	3	A	B		D	E	F	G	I
<i>t3</i>	6								
<i>d1</i>	5			C					H,I
<i>d2</i>	7	A	B		D	E	F	G	

Alternatif olarak önerilen model, müşteri ve perakendeci beklentileri için sert kısıtlamalar içeren yüksek yeşillik kararlılık faktörü ile çözülmüştür. Tablo 5.14’de alternatif senaryo için sosyal pazar faktörleri ve kararlılık faktörleri gösterilmektedir.

Tablo 5.14: Alternatif senaryo için sosyal pazar faktörleri ve kararlılık faktörlerinin değerleri

	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$B_6$
<b>Faktörler</b>	5	2	0	5	2500	8	8	7	5	5

Yeni durum için yeniden ILOG CPLEX çözücü ile çözüm bulunduğu toplam fayda 20,218.42 olarak bulunmuştur. Tablo 5.15’te performans ölçütleri ile birlikte amaç fonksiyonunun toplam fayda değeri, müşteri ve perakendeci beklentileri dahilinde tedarikçilerin seçimini kısıtlayan yüksek kararlılık faktör değerleri altında gösterilmektedir. Aynı zamanda Tablo 5.15’te toplam kazanç 21,605.42, toplam gelir 34,200.20 ve toplam maliyet 12,594.74 olarak gösterilmektedir. Yok satma maliyeti 1180 olarak hesaplanmıştır. Bu da perakendecinin, müşterilerin taleplerini düşük karlılık dolayısı ile karşılamayı tercih etmediği anlamına gelmektedir. Müşterilerin ve perakendecinin beklentilerinin karşılanmaması sonucunda alınan toplam pazar cezası 361 olarak hesaplanmıştır. Burada diğer kriterler için kararlılık faktörünün hala düşük olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle pazar cezası hala mevcuttur. Son olarak fazla yeşillik puanı sonucundaki toplam pazar bonusu 154’dür.



Tablo 5.15: Performans ölçütleri

Toplam Fayda	20,218.42
Toplam kar	21,605.42
Toplam gelir	34,200.20
Birinci kalite ürün geliri	33,640.00
İkinci kalite ürün geliri	560.20
Toplam Maliyet	12,594.78
Üretim maliyeti	7,459.40
Depolama maliyeti	636.29
Taşıma maliyeti	4,499.09
Yok satma maliyeti	1,180.00
Toplam pazar cezası	361.00
Toplam pazar bonusu	154.00

Tablo 5.16 ve Tablo 5.17’de mağazaların taleplerinin, yüksek kararlılık faktör değerleri altında farklı tedarik kanalları tarafından nasıl karşılandıklarını göstermektedir. 2. mağazanın müşteri talepleri hariç tüm mağazaların talepleri, hatalı üretim oranları dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Yüksek ceza maliyetine neden olan yüksek kararlılık faktör değeri nedeniyle modele göre 2. mağaza için 1. üründen 12 birimlik, 4. üründen 50 birimlik talep karşılanmamaktadır.

Tablo 5.16: Sipariş miktarlarının karşılanma yolları

Sipariş	$c$	$i$	$t$	$d$	$s$	$U_{ci}^{tds}$
A	1	1	3	2	3	106,39
B	1	2	1	2	4	215,05
C	1	3	2	1	1	309,28
D	2	1	3	2	3	93,62
E	3	2	1	2	4	215,05
F	3	3	2	2	1	309,28
G	4	3	2	1	1	123,71
H	4	3	2	1	2	400,00

Tablo 5.17: Mağazaların talep karşılamaları

$c$	$i$	$de_{ci}$	$U_{ci}^{tds}$
1	1	100	106,39
1	2	200	215,05
1	3	300	309,28
2	1	100	<b>93,62</b>
2	4	50	-
3	2	200	215,05
3	3	300	309,28
4	3	500	123,71+400

Tablo 5.18, tüm tedarikçilerin kapasite kullanım detayları ile birlikte maksimum ve minimum üretim miktarlarını göstermektedir. 2. tedarikçi ve 3. tedarikçi dışındaki tüm tedarikçiler, kapasitelerinin altında çalışmaktadır. Öte yandan 5. tedarikçi ilk modelde (düşük faktör) yüksek oranda kullanırken yeni modelde (yüksek faktör) düşük değerlendirme puanları sebebi ile tercih edilmemektedir. Benzer şekilde 3. taşıyıcı yüksek taşıma maliyetleri nedeniyle ilk modelde kullanılmazken gerekli yüksek yeşillik beklentilerinde kullanılmaya başlanmıştır. Tüm tedarikçiler için müşterilerin ve perakendecinin yeşillik memnuniyetleri sipariş sırasına göre Tablo 5.19’da gösterilmektedir.

Tablo 5.18: Tedarikçilerin, dağıtım merkezlerinin ve taşıyıcıların kapasite kullanımları

	$y^s/z^d/v^t$	$pm^s/-$	$\sum U^{ids}_{ci}$	
<i>s1</i>	1000	50	742,27	(309,28+309,28+123,71)
<i>s2</i>	400	50	400	(400)
<i>s3</i>	200	50	200	(106,39+93,61)
<i>s4</i>	700	50	430,1	(215,05+215,05)
<i>s5</i>	500	50	-	-
<i>d1</i>	1000	-	832,99	(309,28+123,71+400)
<i>d2</i>	1000	-	939,38	(215,05+106,39+93,61+215,05+309,28)
<i>t1</i>	500	200	430,1	(215,05+215,05)
<i>t2</i>	1500	200	1142,27	(309,28+309,28+123,71+400)
<i>t3</i>	500	50	200	(106,39+93,61)

Tablo 5.19: Tedarikçiler ve taşıyıcılar için müşterilerin ve perakendecinin yeşillik memnuniyetleri (sipariş sırasına göre)

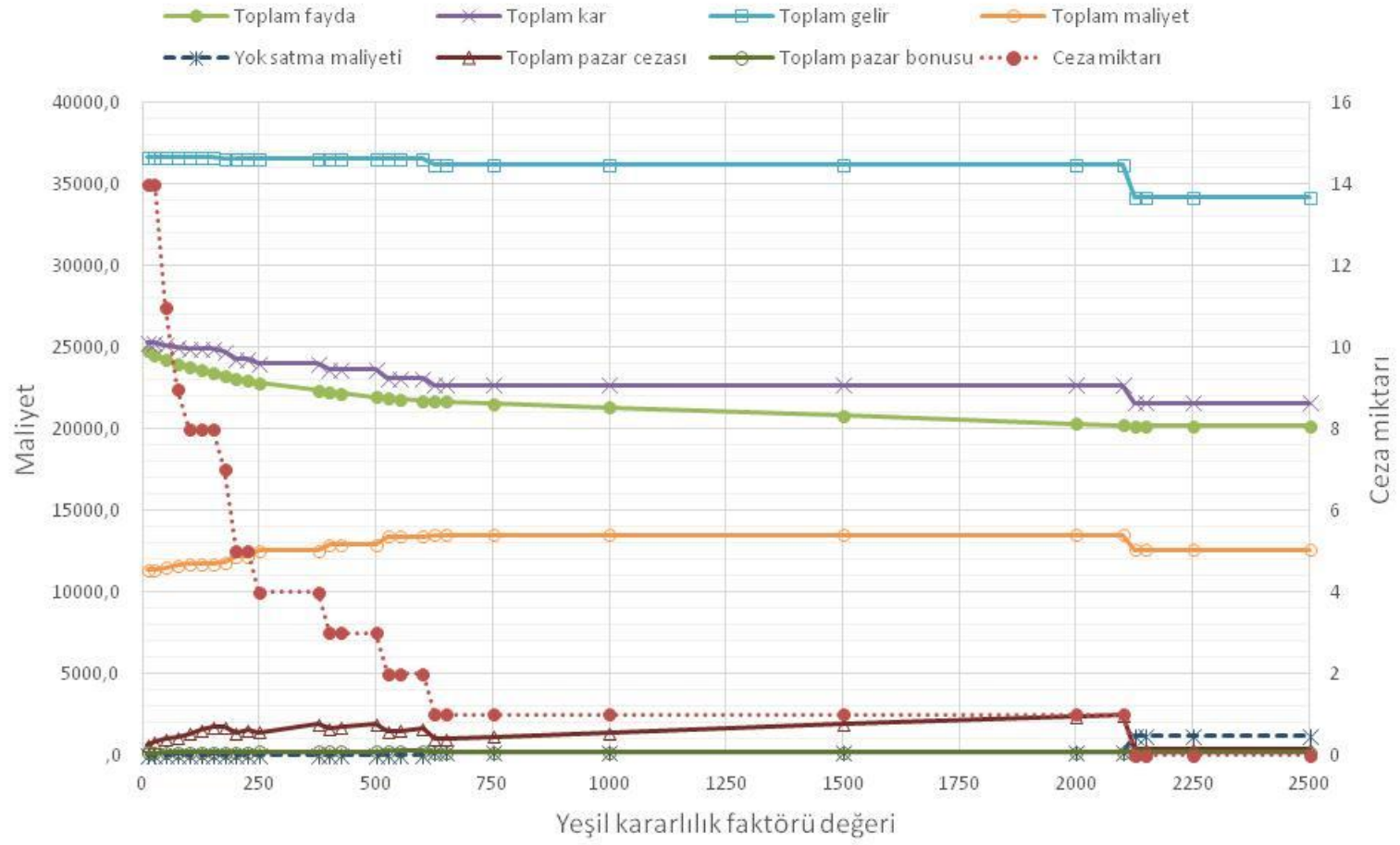
	$c1$	$c1$	$c1$	$c2$	$c2$	$c3$	$c3$	$c4$
$s^f_i/t^t_i/d^d_i$	$i1$	$i2$	$i3$	$i1$	$i4$	$i2$	$i3$	$i3$
<i>se<sub>i</sub></i>	-	6	4	2	6	6	4	2
<i>re<sub>1</sub></i>		3	3	3	3	3	3	3
<i>s1</i>	5			C			F	G
<i>s2</i>	6							H
<i>s3</i>	6	A			D			
<i>s4</i>	4		B			E		
<i>s5</i>	2							
<i>t1</i>	5		B			E		
<i>t2</i>	3			C			F	G,H
<i>t3</i>	6	A			D			
<i>d1</i>	5			C				G,H
<i>d2</i>	7	A	B		D	E	F	

Tablo 5.19’a göre, mağazaların tüm talepleri müşterilerin ve perakendecinin yeşillik beklentilerini karşılayan tedarikçi kanalları tarafından

sağlanmıştır. Çünkü beklentileri karşılayabilen tedarikçi kanalları, yüksek yeşil kararlılık faktörü nedeniyle düşük işletme maliyetlerinden daha makuldur. Bu tabloda, müşterilerin ve perakendecinin karşılanamayan yeşillik beklentilerinden doğan yeşil ceza miktarı sıfırdır. Buda pazar ceza maliyetine neden olmamaktadır. Bu nedenle toplam pazar cezası, sadece perakendecinin beklentilerinin altında kalan ilgili diğer kriterler için oluşmaktadır.

Senaryolar incelendiğinde iki durum arasında oldukça keskin sonuçlar üretilmektedir. Düşük kararlılık faktörleri altında, ürün tedarik maliyetleri düşmüş ancak, müşteri beklentileri sadece ekstra maliyet unsuru olmadığı durumlarda dikkate alınabilmiştir. Yüksek kararlılık faktörleri altında ise müşterilerin tüm beklentileri karşılanmış ancak; ürün tedarik maliyetleri oldukça yükselmiştir. Bu nedenle farklı müşteri segmentleri ve perakendeci beklentileri karşılanırken, maliyet unsurlarının nasıl değiştiğinin iyi analiz edilmesi önem kazanmaktadır. Bu yüzden farklı yeşillik kararlılık faktörleri için duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 5.3’de farklı kararlılık faktörleri altında model parametrelerinin nasıl değiştiği gösterilmektedir.

Yeşil kararlılık faktörlerindeki artış ağın toplam maliyetini arttırmaktadır. Çünkü toplam pazar cezası değerinden gelen model etkileri ve alternatif seçimler daha pahalıdır; fakat tedarikçi kanallarının beklentilerinden daha azdır. Öte yandan kritik faktörün artışı, müşterilerin ve perakendecinin beklentilerinin karşılanmamasından doğan toplam pazar cezasını etkiler. Ceza miktarı, yeşil ceza maliyeti etkisini minimum yapabilmek adına faktörün artışı ile 14’den sıfıra düşer. Bu nedenle kararlılık faktörü artmıştır; fakat toplam pazar cezası aynı oranda artmamıştır. Faktör artışı mağazaların satış miktarları aynı oldukça ağın gelirini etkilemez. Modelde yok satma durumu tercih edildiğinde toplam satış miktarı nedeniyle ağın toplam geliri düşmektedir. Bu durum kararlılık faktör değeri 2225 olduğunda açık bir şekilde görülmektedir. Bu değer sonrasında model sadece müşterilerin ve perakendecinin yeşil beklentilerine göre seçim yapmaktadır. Benzer bir şekilde bu değer, ağın yok satma maliyetini son derece etkiler. Toplam maliyet ve toplam gelir durumunda paralel olarak sadece satış ve üretim gelirleri ile depolama ve taşıma maliyetlerinden doğan ağın kazancı azalmaktadır.



Şekil 5.3: Farklı yeşil kararlılık faktörleri altında parametrelerin değişimi

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sosyal bilincin ve çevre anlayışının gelişmesiyle global alanda firmaların da çevre bilincine yönelmeleri zorunlu hale gelmektedir. Bu zorunluluk, doğal kaynakların tükenmeye başlaması, sosyal sorumluluk bilinci ile müşterilerin yeşil ürünleri talep etmeleri, ilgili yasal düzenlemeler ve çevreye duyarlılık konusunun genel rekabet faktörleri arasında yer almaya başlaması neticesinde oluşmaktadır. Tüm bu zorunluluklarla birlikte firmaların daha az kirleten üretim sistemleri tasarlamak, atıklarını azaltmak ve çevresel riskleri yönetmek amacıyla tedarik zincirini müşteri beklentilerini de dikkate alarak çevreye daha duyarlı bir yapıya dönüştürmek adına yeniden tasarımları gerekmektedir. Müşteri beklentilerini belirleyebilmek için müşterilerin satın alma istekleri, yeşillik ve fiyat beklentileri dikkate alınarak yeşillik açısından derecelendirilen ürünlere göre müşteri gruplarına ayrılmasının toplam yeşil ürün piyasasını genişleteceği bu çalışma sonucunda ortaya konulmaktadır.

Bu çalışmada, müşteriler, yeşil ürünler için daha fazla harcama yapmaya razı olan yeşil müşteriler, yeşil ürünleri klasik ürünlerle aynı veya az bir fark ödeyerek almayı kabul eden tutarsız müşteriler ve yeşil ürünleri dikkate almayan kırmızı müşteriler olmak üzere pazar tüketim tutumlarına göre üç segmentte sınıflandırılmışlardır. Çalışmada müşteri segmentlerinin yeşillik beklentilerini ve perakendecinin genel beklentilerini dikkate alarak tedarikçileri, üreticiyi, taşıyıcıları ve dağıtım merkezlerini kapsayan tedarikçi ağının yeniden tasarlanması amaçlanmıştır.

Bu çalışma ile birlikte yeşilliğe önem veren perakendeci ve müşteriler için tedarikçi seçimlerinde yapmaları gerekenler ile ilgili yol gösterilmeye çalışılmıştır. Literatürde ilk kez hem müşteri segmentlerine hem de perakendeci beklentilerine uygun tedarik zinciri ağ tasarımı, kararlılık indeksleri kullanılarak pazar ceza ve pazar bonus puanları ile birlikte gerçekleştirilmiştir. Sadece birinci kalite ürünler değil aynı zamanda ikinci kalite ürünler de outlet mağazasında satılmak üzere ağda yer almaktadır.

Çalışmada, uygun müşteriye uygun ürünün ulaştırılması amaçlanarak fayda maksimizasyonu üzerinden bir hedef programlama modeli önerilmiştir. Modelde, müşterilerin ve perakendecinin yeşillik beklentilerinin üzerinde puana sahip ürünler için pazar bonusu, beklentilerin altındaki ürünler için de pazar cezası miktarları hesaplanmıştır. Ayrıca modelde toplam fayda, toplam gelir, toplam gider ve toplam yok satmalar da hesaplanmıştır. Model, 21620 değişken ve 11108 kısıt içermektedir. Deneyler, 8GB RAM, 2.5 GHz işlemci Intel Xeon üzerinde ILOG CPLEX çözücüsü kullanılarak hesaplanmıştır. Önerilen model ile birlikte farklı senaryolar dahilinde hesaplamalar gerçekleştirilerek kararlılık faktörlerinin durumları ve en uygun çözüm irdelenmiştir.

Sonuçta önemli olan müşteri beklentilerini dikkate alarak doğru ürünü ilgili müşteriye ulaştırmak olduğu düşünülür ise tedarik ağı tasarımının gerçekleştirilmesi için senaryolardaki müşteri satınalma davranışlarının iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Müşteri beklentileri ve yeşil üretim maliyetleri arasındaki denge firmaların pazar koşulları göz önüne alınarak oluşturulmalıdır. Bu sayede piyasanın farklı müşteri segmentlerinin, yeşil ürünlerin derecelerine göre uygulanacak esnek fiyat politikaları ile yeşil ürün satın alma eğilimlerinde artış sağlanmış olacaktır.

Bundan sonraki çalışmalarda, kriter ve tedarikçi değerlendirilmelerinin gerçek verilerden yararlanılarak yapılması ve modelin metasezgisel yaklaşımlar kullanılarak genişletilmesi hedeflenmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

Aikens, C. H., "Facility location models for distribution planning", *European Journal of Operational Research*, 22, (3), 263-279, (1985).

Akatay, A., Aslan, Ş., "Yeşil Yönetim ve İşletmeleri ISO 14001 Sertifikası Almaya Yönelten Faktörler", *DEÜ SBE Dergisi*, 10, (1), 313-339, (2008).

Akbulut, S., "Veri Madenciliği Teknikleri ile Bir Kozmetik Markanın Ayrılan Müşteri Analizi ve Müşteri Segmentasyonu", Yüksek Lisans Tezi, Danışman: C. Gencer, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2006).

Altıparmak, F., Gen, M., Lin, L., Paksoy, T., "A genetic algorithm approach for multi-objective optimization of supply chain networks", *Computers & Industrial Engineering*, 51, 196-215, (2006).

Amiri, A., "Designing a distribution network in a supply chain system: Formulation and efficient solution procedure", *European Journal of Operational Research*, 171, (2), 567-576, (2006).

Bai, C., Sarkis, J., "Green supplier development: analytical evaluation using rough set theory", *Journal of Cleaner Production*, 18, (12), 1200-1210, (2010).

Beamon, B., "Supply chain design and analysis: models and methods", *International Journal of Production Economics*, 55, (3), 281-294, (1998).

BearingPoint, "2008 Supply Chain Monitor: How mature is the Green Supply Chain?", [http://www.escpeurope.eu/uploads/media/Supply\\_Chain\\_Observatory\\_2008.pdf](http://www.escpeurope.eu/uploads/media/Supply_Chain_Observatory_2008.pdf), Alındığı tarih: 10.06.2014.

Bojarski, A., Lainez, J., Espuna, A., Puigjaner, L., "Incorporating environmental impacts and regulations in a holistic supply chains modeling: An LCA approach", *Computers Chemical Engineering*, 33, (10), 1747-1759, (2009).

Bouzemrak, Y., Allaoui, H., Goncalves, G., Bouchriha, H. *A Multi-Objective Green Supply Chain Network Design*. 4th International Conference on Logistics, Hammamet/Tunisia., Year, May 31, June 1-3 2011.

Büyüközkan, G., Vardaloğlu, Z., "Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi", Lojistik Dergisi 8, 66-73, (2008).

Çapan, A., "An analytic model proposal for environmentally concious supply chain management", Yüksek Lisans Tezi, Danışman: G. B. Feyzioğlu, Galatasaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2008).

Charnes, A., Cooper, W. W., Ferguson, R. O., "Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming", Management Science, 1, (2), 138-151, (1955).

Che, Z. H., "Using fuzzy analytic hierarchy process and particle swarm optimisation for balanced and defective supply chain problems considering WEEE/RoHS directives", International Journal of Production Research, 48, 3355-3381, (2010).

Chiou, C. Y., Hsu, C. W., Hwang, W. Y. *Comparative Investigation on Green Supplier Selection of the American, Japanese and Taiwanese Electronics Industry in China*. Industrial Engineering and Engineering Management, 2008. IEEM 2008. IEEE International Conference on, Singapore, 2008, 8-11 Dec. 2008.

Cordeau, J. F., Pasin, F., Solomon, M. M., "An integrated model for logistics network design", Annals of Operations Research, 144, (1), 59-82, (2006).

Cruz, J., Matsypura, D., "Supply chain networks with corporate social responsibility through integrated environmental decision-making", International Journal of Production Research, 47 (3), 621-648, (2009).

Dan-li, D., Zhen, F., Hong-yan, Z. *Research on the Price Negotiation Mechanism of Green Supply Chain of Manufacturing Industry from the Angle of Customer Behavior*. International Conference on Management Science & Engineering, Rome, Italy, 2011.

Darnall, N., Jolley, G. J., Handfield, R., "Environmental management systems and green supply chain management: Complements for sustainability?", Business Strategy and the Environment, 17, (1), 30-45, (2008).

Daskin, M., Snyder, L., Berger, R. Facility location in supply chain design *Logistics Systems: Design and Optimization* (pp. 39-65.). New York: Springer, (2005).



Dowie, T., "Green Design", World Class Design to Manufacture, 1, (4), 32 - 38, (1994).

Elhedhli, S., Merrick, R., "Green supply chain network design to reduce carbon emissions", Transportation Research Part D, 17, 370-379, (2012).

Erpolat, S., "Üretim Planlamasında Hedef Programlama Ve Bulanık Hedef Programlama Yöntemlerinin Karşılaştırılması", Öneri Dergisi, 9, (34), 233-246, (2010).

Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Dekker, R., van der Laan, E., van Nunen, J. A. E. E., Van Wassenhove, L. N., "Quantitative models for reverse logistics: A review", European Journal of Operational Research, 103, (1), 1-17, (1997).

GfK, "Yeşil Tüketim Araştırması 2012", [http://www.surdurulebilirlikakademisi.com/site/?page\\_id=619](http://www.surdurulebilirlikakademisi.com/site/?page_id=619), Alındığı tarih: 04.06.2014.

Gilg, A., Barr, S., Ford, N., "Green consumption or sustainable lifestyles? Identifying the sustainable consumer", Futures, 37, 481-504, (2005).

Govindan, K., Rajendran, S., Sarkis, J., Murugesan, P., "Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review", Journal of Cleaner Production, 1-18, (2013).

Green, K., Morton, B., New, S., "Greening Organizations", Organization & Environment, 13 No:2, 206-225, (2000).

Guillén-Gosálbez, G., Grossmann, I., "Optimal design and planning of sustainable chemical supply chains under uncertainty", AIChE Journal, 55, (1), 99-121, (2009).

Güner, S., "Kobi'lerde Yeşil Tedarik Zinciri Algılaması", Yüksek Lisans Tezi, Danışman: E. Coşkun, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya, (2010).

Güner, S., Coşkun, E. *The Role Of Customer Choices In Green Supply Chain Management-An Ampirical Study In Sakarya Region.* VIII. International Logistics & Supply Chain Congress Istanbul, Turkey, 2010.

Güngör, A., Coskun, S., Koçu, G. *Tekstil Endüstrisinde Tedarikçi Seçimine Yönelik Çevresel Etki Performans Kriterlerinin Modellenmesi*. 10. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, Girne, Kıbrıs, Year, 16 – 18 Eylül 2010.

Gungor, A., Gupta, S. M., "Disassembly sequence planning for products with defective parts in product recovery", *Computers & Industrial Engineering*, 35, (1–2), 161-164, (1998).

Gungor, A., Gupta, S. M., "Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey", *Computers & Industrial Engineering*, 36, (4), 811-853, (1999).

Gungor, A., Gupta, S. M., "A solution approach to the disassembly line balancing problem in the presence of task failures", *International Journal of Production Research*, 39, (7), 1427-1467, (2001).

Gupta, S. M., Taleb, K. N., "Scheduling disassembly", *International Journal of Production Research*, 32, (8), 1857-1866, (1994).

Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R., Melnyk, S. A., "Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process", *European Journal of Operational Research*, 141, (1), 70-87, (2002).

Henion, K. E., Kinnear, T. C. *Ecological Marketing*. American Marketing Association, Chicago, USA, 1976.

Hervani, A. A., Helms, M. M., Sarkis, J., "Performance measurement for green supply chain management", *Benchmarking: An International Journal*, 12, (4), 330 - 353, (2005).

Ho, J. C., Shalishali, M. K., Tseng, T.-L., Ang, D. S., "Opportunities in Green Supply Chain Management", *The Coastal Business Journal*, 8, (1), 18-31, (2009).

Hong-jun, L., Bin, L. *A research on supplier assessment indices system of green purchasing*. 2010 International Conference on E Business and E-Government, Guangzhou, 2010, 7-9 May 2010.

Hu, A. H., Hsu, C.-W., Chen, S.-H. *Incorporating carbon management into supplier selection in the green supply chain: Evidence from an electronics manufacturer in Taiwan*. Proceedings of 16th Annual International Sustainable Development Research Conference, Hong Kong, Year.

Hugo, A., Pistikopoulos, E. N., "Environmentally conscious long-range planning and design of supply chain networks", *Journal of Cleaner Production*, 13, (15), 1471-1491, (2005).

Hugo, A., Rutter, P., Pistikopoulos, S., Amorelli, A., Zoia, G., "Hydrogen infrastructures strategic planning using multi-objective optimization", *International Journal of Hydrogen Energy*, 30, (15), 1523-1534, (2005).

Humphreys, P. K., Wong, Y. K., Chan, F. T. S., "Integrating environmental criteria into the supplier selection process", *Journal of Material Processing Technology*, 138, 349-356, (2003).

Hwang, H., Jung, T., Suh, E., "An LTV model and customer segmentation based on customer value: a case study on the wireless telecommunication industry", *Expert Systems with Applications*, 26, (2), 181-188, (2004).

Ilgin, M. A., Gupta, S. M., "Environmentally conscious manufacturing and product recovery (ECMPRO): A review of the state of the art", *Journal of Environmental Management*, 91, (3), 563-591, (2010).

Keleş, C., "Yeşil Pazarlama Tüketicilerin Yeşil Ürünleri Tüketme Davranışları ve Yeşil Ürünlerin Tüketiminde Kültürün Etkisi İle İlgili Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Danışman: S. Çabuk, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, (2007).

Klose, A., Drexl, A., "Facility location models for distribution system design", *European Journal of Operational Research*, 162, (1), 4-29, (2005).

Lee, A. H. I., Kang, H.-Y., Hsu, C.-F., Hung, H.-C., "A green supplier model for high-tech industry", *Expert System with Applications*, 36, 7917-7927, (2009).

Li, T., Ma, C. S., Liu, X. C., Yang, X. *Value Research of Option Mechanism in a Green Supply Chain Considering Strategic Customer Behavior*. International Conference of Logistics Engineering and Management, Chengdu, China, 2012.

Lin, Y.-h., Zhao, X.-f., Zhao, X.-m. *Supplier evaluation and selection under the context of reducing carbon emissions across a supply chain*. Industrial Engineering and Engineering Management (IE&EM), 2010 IEEE 17Th International Conference on, Xiamen, 2010, 29-31 Oct. 2010.

Mainieri, T., Barnett, E. G., Valdero, T. R., Unipan, J. B., Oskamp, S., "Green Buying: The Influence of Environmental Concern on Consumer Behavior", *The Journal of Social Psychology* 137(2), 189-204, (1997).

Marius, B., Monica, B., Smaranda, C., "The Segmentation Of The Romanian Clothing Market", *Annals of the University of Oradea, Economic Science Series*, 17, (4), 764-770, (2008).

Martel, A. The design of production-distribution networks: A mathematical programming approach. In J. Geunes, Pardalos, P. (Ed.), *Supply Chain Optimization* (pp. 265-306): Springer, (2005).

Melnyk, S. A., Narasimhan, R., DeCampos, H. A., "Supply chain design: issues, challenges, frameworks and solutions", *International Journal of Production Research*, (2013).

Melo, M. T., Nickel, S., Saldanha-da-Gama, F., "Facility location and supply chain management-a review", *European Journal of Operational Research*, 196, (2), 401-412, (2009).

Nagurney, A., Liu, Z., Woolley, T., "Sustainable supply chain and transportation networks", *International Journal of Sustainable Transportation*, 1, (1), 29-51, (2007).

Neff, J., "As More Marketers Go Green, Fewer Consumers Willing to Pay For It", <http://adage.com/article/news/marketers-green-fewer-consumers-pay/237377/>, Alındığı tarih: 08.07.2014.

Olivares-Benitez, E., Rios-Mercado, R. Z., Gonzalez-Velarde, J. L., "A metaheuristic algorithm to solve the selection of transportation channels in supply chain design", *International Journal Production Economics*, 145, 161-172, (2013).

Paksoy, T., Özceylan, E., "Environmentally conscious optimization of supply chain networks", *Journal of the Operational Research Society*, (2013).

Paksoy, T., Ozceylan, E., Weber, G.-W. *A multi objective model for optimization of a green supply chain network*. 3rd Global Conference on Power Control and Optimization, Queensland, Australia, Year, 2-4 February 2010.

Paksoy, T., Pehlivan, N. Y., Özceylan, E., "Fuzzy Multi-Objective Optimization of a Green Supply Chain Network with Risk Management that

Includes Environmental Hazards", Human and Ecological Risk Assessment, 18, 1120-1151, (2012).

Pan, S., Ballot, E., Fontane, F., "The reduction of greenhouse gas emissions from freight transport by pooling supply chains", International Journal of Production Economics, 143, (1), 86-94, (2013).

Pankaew, P., Tobe, M., "Consumer Buying Behavior in a Green Supply Chain Management Context – A Study in the Dutch Electronics Industry", Master, Danışman: J. Larsson & H. V. Fridriksson, Jönköping University Business Administration, (2010).

Ramudhin, A., Chaabane, A., Kharoune, M., Paquet, M. *Carbon Market Sensitive Green Supply Chain Network Design*. The IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore, Year, 8-11 December 2008.

Sahin, G., Sural, H., "A review of hierarchical facility location models", Computers and Operations Research, 34, (8), 2310-2331, (2007).

Sarkis, J., "A strategic decision framework for green supply chain management", Journal of Cleaner Production, 11, (4), 397-409, (2003).

Sarkis, J., Zhu, Q., Lai, K.-H., "An organizational theoretic review of green supply chain management literature", International Journal Production Economics, 130, 1-15, (2011).

Seuring, S., "A review of modeling approaches for sustainable supply chain management", Decision Support Systems, 54, 1513-1520, (2013).

Shaik, M., Abdul-Kader, W., "Green supplier selection generic framework: a multi-attribute utility theory approach", International Journal of Sustainable Engineering, 4:01, 37-56, (2011).

Solér, C., Bergström, K., Shanahan, H., "Green supply chains and the missing link between environmental information and practice", Business Strategy and the Environment, 19, (1), 14-25, (2010).

Srivastava, S. K., "Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review", International Journal of Management Reviews, 9, (1), 53-80, (2007).

Taghaboni-Dutta, F., Trappey, A. J. C., Trappey, C. V., "An XML based supply chain integration hub for green product lifecycle management", *Expert Systems with Applications*, 37, (11), 7319-7328, (2010).

Taleb, K. N., Gupta, S. M., "Disassembly of multiple product structures", *Computers & Industrial Engineering*, 32, (4), 949-961, (1997).

TheHarrisPoll, "Green Still Follows Green: The Environment Retains Influence on Spending", 1-4, (2012).

Thierry, M. C., Salomon, M., Jo, J. V. N., Luk, L. V. W., "Strategic issues in product recovery management", *California management review*, 37, (2), 114-135, (1995).

Thongchattu, C., Siripokapirom, S. *Green supplier selection consensus by neural network*. 2nd International Conference on Mechanical and Electronics Engineering (ICMEE 2010) Kyoto, 2010, 1-3 Aug. 2010.

Tseng, M.-L., Chiu, A. S. F., "Evaluating firm's green supply chain management in linguistic preferences", *Journal of Cleaner Production*, xxx, 1-10, (2010).

Vachon, S., Klassen, R. D., "Extending green practices across the supply chain: The impact of upstream and downstream integration", *International Journal of Operations & Production Management*, 26 No: 7, 795-821, (2006).

Vidal, C. J., Goetschalckx, M., "Strategic production-distribution models: a critical review with emphasis on global supply chain models", *European Journal of Operational Research*, 98, (1), 1-18, (1997).

Wang, F., Lai, X., Shi, N., "A multi-objective optimization for green supply chain network design", *Decision Support Systems*, 51, 262-269, (2011).

Wen, U. P., Chi, J. M. *Developing Green Supplier Selection Procedure: A DEA Approach*. Industrial Engineering and Engineering Management (IE&EM), 2010 IEEE 17th International Conference on, Xiamen, 2010, 29-31 Oct. 2010.

Yan, G. *Research on green supplier' evaluation based on AHP & genetic algorithm*. 2009 International Conference on Signal Processing Systems, Washington, DC, USA, 2009.

Yang, Y.-Z., Wu, L.-Y. *Extension method for green supplier selection*. Networking and Mobile Computing, 2008. WiCOM'08. 4th International Conference on, Dalian, Year, 12-14 Oct. 2008.

Yeh, W.-C., Chuang, M.-C., "Using multi-objective genetic algorithm for partner selection in green supply chain problems", *Expert System with Applications*, 38, 4244-4253, (2011).

## ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad	Leyla ÖZGÜR POLAT
Doğum Yeri ve Tarihi	Bulgaristan 01/07/1986
Lisans	Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü
Elektronik Posta	lozgur@pau.edu.tr
İletişim Adresi	Pamukkale Üniversitesi Rektörlüğü Bilgi İşlem Daire Başkanlığı Kınıklı Kampüsü / Pamukkale / Denizli

### Yayın Listesi

- **Özgür Polat, L.**, Coskun, S., Polat, O., Güngör, A. (2014) "Green Supply Chain Network Design Considering Expectations of Customers and Retailer", 2nd Annual International Conference on Industrial, Systems and Design Engineering, 23-26 June 2014, Athens, Greece
- Coşkun, S., Kaya N., Güngör A., **Özgür Polat L.**, (2014) "Bulanık Ortamda Satış Gelirlerinin Belirlenmesine Yönelik Çoklu Regresyon Tahmin Model Önerisi Ve Bir Tekstil İşletmesine Uygulanması", 15th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics, 22-25 May 2014, Isparta, Turkey.
- Coşkun, S., Karatepe T., **Özgür Polat L.**, (2014) "Kobi'lerde Bütünsel Süreç Geliştirme Yaklaşımının İncelenmesi Ve Geliştirme Maliyetlerinin Optimizasyonuna Yönelik Bir Model Önerisi", 15th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics, 22-25 May 2014, Isparta, Turkey.
- Baysal, I., Mutlu Ö., **Özgür Polat L.**, Polat O., (2014) "Yalın Araçlarla Bir Hastanenin Randevu Sisteminin Yeniden



Düzenlenmesi”, 15th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics, 22-25 May 2014, Isparta, Turkey.

- Coşkun, S., **Özgür Polat L.**, Polat O., Güngör A., (2013) “A multi-objective goal programming for green supplier transportation network design based on customer segmentation” 3th International Conference on Logistics and Maritime Systems, 12-14 September, Singapore, Singapore.
- **Özgür, L.**, Coşkun S., Güngör A., Polat O., (2012) “Green supplier network design based on customer segmentation” 25th European Conference on Operational Research, Vilnius, Lithuania, 8-11 July , Vilnius, Lithuania.
- **Özgür L.**, Işli D.Ö., Güngör A., (2011) "Çok kriterli karar verme teknikleri ile otobüs terminal konumunun belirlenmesi: Denizli örneği", 12th International Symposium on Econometrics Operations Research and Statistics, 26-28 May, Denizli, Turkey.
- Coşkun S., Güngör A., **Özgür L.**, (2011)"Global perakende zincirlerinin ev tekstili ürünleri tedarikçilerini seçme ve değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve tedarikçilerin seçilme performanslarını artırmaya yönelik fayda maliyet optimizasyonu modeli", 31. Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresi, 05-07 Temmuz, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.