

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



**TOPLAM MALİYETİ VE KARBON EMİSYONUNU AZALTMAYA**  
**YÖNELİK BİR TEDARİK ZİNCİRİ MODELİ VE BİR UYGULAMA**

**ESMA NUR AYDIN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jüri Üyeleri :** **Prof. Dr. Gülşen AYDIN KESKİN** (Tez Danışmanı)  
**Prof. Dr. İbrahim KÜÇÜKKOÇ**  
**Dr. Öğr. Üyesi Murat ÇOLAK**

**BALIKESİR, ARALIK - 2025**

## ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Toplam Maliyeti ve Karbon Emisyonunu Azaltmaya Yönelik Bir Tedarik Zinciri Modeli ve Bir Uygulama**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

**Esmâ Nur Aydın**

## ÖZET

**TOPLAM MALİYETİ VE KARBON EMİSYONUNU AZALTMAYA YÖNELİK  
BİR TEDARİK ZİNCİRİ MODELİ VE BİR UYGULAMA  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ESMA NUR AYDIN  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÜLŞEN AYDIN KESKİN)**

**BALIKESİR, ARALIK - 2025**

Bu tez çalışmasında, bir tekstil işletmesinde tedarik zinciri yönetimi süreçlerinde maliyet ve karbon emisyonlarını eş zamanlı olarak minimize eden bir matematiksel model geliştirilmiştir. İşletmenin güncel durumunda hammadde tedariki, üretim planlama, stok yönetimi ve sevkiyat süreçleri birbirinden bağımsız bir biçimde yürütülmektedir. İşletmedeki bu durum yüksek maliyetlere ve çevresel olumsuzluklara yol açmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı tedarik, üretim, stoklama ve sevkiyat kararlarını ele alarak toplam maliyetleri ve karbon ayak izini en aza indirmektir. Amaç doğrultusunda Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama (MILP) modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model hammadde alım miktarları, ürün üretim planlamaları, müşteri talebine yönelik sevkiyat kararları ve stok seviyeleri gibi karar değişkenlerini dikkate alarak üretim kapasitesi, depo kapasitesi, güvenlik stokları, maksimum stok seviyeleri ve müşteri depolama kapasitesi gibi kısıtlar altında çözüm üretmektedir. Python ve Gurobi çözücüsü kullanılarak çözülmüş olan model gerçekçi bir veri setiyle test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, önerilen modelin toplam tedarik zinciri maliyetlerini ve karbon emisyonlarını azalttığını ve daha sürdürülebilir esnek bir planlama yöntemi sunduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, işletmelerin çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle ekonomik performanslarını birlikte minimize etmelerine yardımcı olacak bir matematiksel model sunmaktır. Bunun yanında literatüre karbon ayak izini dikkate alan tedarik zinciri modelleri bakımından katkı sağlamayı hedeflemektedir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Karbon ayak izi, karma tamsayılı doğrusal programlama, maliyet minimizasyonu, sürdürülebilirlik, tedarik zinciri optimizasyonu

Bilim Kod / Kodları: 90628,90621

Sayfa Sayısı: 121

## **ABSTRACT**

### **A SUPPLY CHAIN MODEL AND AN APPLICATION TO REDUCE TOTAL COST AND CARBON EMISSION**

**MSC THESIS**

**ESMA NUR AYDIN**

**BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**INDUSTRIAL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR: PROF. DR. GÜLŞEN AYDIN KESKİN )**

**BALIKESİR, DECEMBER - 2025**

In this thesis study, a mathematical model has been developed to simultaneously minimize costs and carbon emissions in the supply chain management processes of a textile company. In the current operational structure of the company, raw material procurement, production planning, inventory management, and distribution processes are carried out independently. This fragmented approach leads to high costs and adverse environmental impacts. The main objective of this study is to minimize total costs and the carbon footprint by jointly considering procurement, production, inventory, and distribution decisions. For this purpose, a Mixed-Integer Linear Programming (MILP) model has been developed. The proposed model incorporates decision variables such as raw material purchasing quantities, product production plans, shipment decisions to meet customer demand, and inventory levels, and it generates solutions under constraints including production capacity, warehouse capacity, safety stock requirements, maximum inventory levels, and customer storage capacity. The model has been solved using Python and the Gurobi optimizer and tested with a realistic dataset. The results indicate that the proposed model effectively reduces both total supply chain costs and carbon emissions, offering a more sustainable and flexible planning approach. The aim of this study is to provide a mathematical model that helps companies simultaneously optimize their economic performance and environmental sustainability objectives. In addition, the study seeks to contribute to the literature on supply chain models that explicitly consider carbon footprint.

**KEYWORDS:** Carbon footprint, cost minimization, mixed integer linear programming, supply chain optimization, sustainability

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ .....	iv
TABLO LİSTESİ.....	v
SEMBOL LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. TEDARİK ZİNCİRİ .....	3
2.1 Tedarik Zinciri Yapısı Ve Çeşitleri.....	7
2.2 Tedarik Zinciri Yönetimi .....	10
2.3 Tedarik Zinciri Yönetimi Amaçları .....	14
2.4 Tedarik Zinciri Yönetimi Optimizasyon Yöntemlerinde Temel Modeller.....	15
3. YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ .....	18
3.1 Yeşil Tedarik Zinciri Faaliyetleri .....	20
3.2 Sürdürülebilirlik Kavramı .....	23
3.3 Sürdürülebilir Tedarik Zinciri.....	26
3.4 Karbon Ayakizi.....	28
3.5 Sürdürülebilirlik Ve Karbon Ayakizi İlişkisi.....	30
4. LİTERATÜR TARAMASI.....	32
5. PROBLEM TANIMI VE GELİŞTİRİLEN MATEMATİKSEL MODEL .....	43
5.1 Problem Tanımı .....	43
5.2 Çalışmanın Amacı.....	44
5.3 Çalışmanın Kapsamı .....	45
5.4 Matematiksel Model .....	46
5.5 Örnek Uygulama.....	51
5.6 Veri Setleri Uygulaması.....	58
6. UYGULAMA.....	64
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	71
8. KAYNAKLAR .....	73
EKLER .....	78
ÖZGEÇMİŞ .....	122

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1: Tedarik zinciri yönetiminde ilişki kanalları.....	4
Şekil 2.2: Genel tedarik zinciri yapısı.....	8
Şekil 2.3: Temel tedarik zinciri.....	9
Şekil 2.4: Genişletilmiş tedarik zinciri.....	9
Şekil 2.5: Nihai tedarik zinciri .....	10
Şekil 2.6: Tedarik zinciri ağ yapısı .....	13
Şekil 3.1:Sürdürülebilir bileşenler .....	26
Şekil 5.1:Örnek problem maliyet bileşenleri yüzde grafiği .....	57
Şekil 5.2:Örnek problem karbon emisyon bileşenleri yüzde grafiği .....	58
Şekil 5.3:Küçük boyutlu veri setleri çözüm süresi karşılaştırma grafiği .....	63
Şekil 5.4: Orta boyutlu veri setleri çözüm süresi karşılaştırma grafiği.....	63
Şekil 5.5: Büyük boyutlu veri setleri çözüm süresi karşılaştırma grafiği .....	63
Şekil 6.1: Uygulama maliyet bileşenleri yüzde grafiği.....	68
Şekil 6.2: Uygulama karbon emisyon bileşenleri yüzde grafiği.. ..	68
Şekil 6.3: Senaryolar karşılaştırma grafiği.....	70

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 4.1:</b> Tedarik zinciri optimizasyonu ile ilgili literatürdeki yaklaşımlar karşılaştırma tablosu .....	32
<b>Tablo 5.1:</b> Referans model ve geliştirilen model karşılaştırma tablosu.....	46
<b>Tablo 5.2:</b> Talep veri değerleri .....	52
<b>Tablo 5.3:</b> Maliyet veri değerleri.....	52
<b>Tablo 5.4:</b> Hammade veri değerleri.....	53
<b>Tablo 5.5:</b> Nihai ürün veri değerleri.....	53
<b>Tablo 5.6:</b> Diğer veri değerleri.....	53
<b>Tablo 5.7:</b> Kullanım oranı veri değerleri.....	53
<b>Tablo 5.8:</b> Örnek problem sonuç raporu.....	54
<b>Tablo 5.9:</b> Örnek problem maliyet bileşenleri.....	57
<b>Tablo 5.10:</b> Örnek problem karbon emisyon bileşenleri.....	57
<b>Tablo 5.11:</b> Örnek problem amaç fonksiyonu bileşenleri.....	57
<b>Tablo 5.12:</b> Veri setleri uygulama tablosu.....	59
<b>Tablo 6.1:</b> Uygulama çözüm sonuç tablosu.....	64
<b>Tablo 6.2:</b> Uygulama maliyet bileşenleri.....	67
<b>Tablo 6.3:</b> Uygulama karbon emisyon bileşenleri.....	67
<b>Tablo 6.4:</b> Uygulama amaç fonksiyonu bileşenleri.....	67
<b>Tablo 6.5:</b> Farklı katsayılar ile uygulama çözüm sonuç tablosu.....	69
<b>Tablo 6.6:</b> Farklı katsayılar ile uygulama maliyet bileşenleri.....	69
<b>Tablo 6.7:</b> Farklı katsayılar ile uygulama karbon emisyon bileşenleri.....	69
<b>Tablo 6.8:</b> Farklı katsayılar ile uygulama amaç fonksiyonu bileşenleri.....	69

## SEMBOL LİSTESİ

<b>BM:</b>	Birleşmiş Milletler
<b>CLSC:</b>	Kapalı Döngü Tedarik Zinciri
<b>CNLP:</b>	Kısıtlı Doğrusal Olmayan Klasik Programlama
<b>CO<sub>2</sub>:</b>	Karbondioksit
<b>COA:</b>	Guguk Kuşu Algoritması
<b>FGP:</b>	Bulanık Hedef Programlama
<b>GA:</b>	Genetik Algoritma
<b>GP:</b>	Hedef Programlama
<b>IoT:</b>	Nesnelerin İnterneti
<b>LP:</b>	Doğrusal Programlama
<b>MILP:</b>	Karma Tamsayı Doğrusal Programlama
<b>MINLP:</b>	Karma Tamsayı Doğrusal Olmayan Programlama
<b>MIP:</b>	Karma Tamsayı Programlama
<b>MO-LFP:</b>	Çok Amaçlı Doğrusal Kesirli Programlama
<b>MODA:</b>	Çok Amaçlı Yusufçuk Algoritması
<b>MO-MILP:</b>	Çok Amaçlı Karma Tamsayı Doğrusal Programlama
<b>MO-MINLP:</b>	Çok Amaçlı Karma Tamsayı Doğrusal Olmayan Programlama
<b>MOP:</b>	Çok Amaçlı Programlama
<b>MT-TOLP:</b>	Orta Vadeli Üç Hedefli Doğrusal Programlama
<b>NSGA-II:</b>	Baskın Olmayan Sıralamalı Genetik Algoritma II
<b>RSC:</b>	Tersine Tedarik Zinciri
<b>TS-MILP:</b>	İki Aşamalı Karma Tamsayı Doğrusal Programlama
<b>TS-SMIP:</b>	İki Aşamalı Stokastik Karma Tamsayı Programlama
<b>TSSP:</b>	İki Aşamalı Stokastik Programlama
<b>TZ:</b>	Tedarik Zinciri
<b>TZY:</b>	Tedarik Zinciri Yönetimi

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Günümüzde tedarik zinciri yönetimi yalnızca maliyet odaklı değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik hedeflerini de gözeten bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Bu tez çalışmasında, çok dönemli ve çok ürünlü bir üretim işletmesinin tedarik zinciri süreçlerinde toplam maliyet ve karbon emisyonlarını birlikte minimize etmeyi amaçlayan bir optimizasyon modeli geliştirilmiştir.

Çalışmada, hammadde tedariki, üretim, stok ve dağıtım kararları bütünleşik bir yapıda ele alınmış; model Python programlama dili ve Gurobi çözücüsü kullanılarak gerçek veriler üzerinde uygulanmıştır. Elde edilen sonuçların hem akademik literatüre katkı sağlaması hem de uygulayıcılar için yol gösterici olması amaçlanmaktadır.

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi, deneyim ve yönlendirmeleriyle bana yol gösteren, her aşamada sabırla destek olan değerli danışmanım Prof. Dr. Gülşen Aydın Keskin'e,

Bu çalışmanın uygulanmasında, geliştirilen modele katkı sağlayan çalışma arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca yanımda olan bugünlere gelmemde büyük emek ve fedakarlıkları olan, desteklerini her daim yanımda hissettiğim aileme özellikle canım annem Kelime Aydoğan ve canım babam Battal Aydoğan'a,

Karşıma çıkan her zorlukta yanımda olan, tez sürecim boyunca sabrı, anlayışı ve desteği ile bana güç veren sevgili eşim Hasan Aydın'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

**Bahkesir, 2025**

**Esmâ Nur Aydın**

# 1.GİRİŞ

Günümüzde işletmelerin hedeflerine ulaşabilmesi için tek başına maliyet odaklı yaklaşımlar yeterli olmamaktadır. Bu sebeple artan çevresel sorunlar nedeniyle işletmeler, sebep oldukları çevresel sorunları en aza indirmeyi amaçlayan yeni stratejiler geliştirmektedirler. Bu durumda, tedarik zinciri yönetiminin ekonomik performansın yanı sıra çevresel sürdürülebilirliğini de göz önünde bulundurması gerekmektedir. Tedarik zinciri, bir ürünün hammadde alımından son kullanıcıya ulaşmasına kadar geçen tüm süreçleri kapsayan bir yapıdır. Bu tedarik zincirindeki süreçlerin etkili bir şekilde yönetilmesi işletmelere maliyet avantajı sağlamak ve aynı zamanda çevre üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Ancak geleneksel tedarik zinciri modelleri genellikle maliyet faktörüne odaklanmakta ve çevresel faktörler çok fazla dikkate alınmamaktadır. Bu durumda, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak da zorlaşmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model tedarik, üretim, stok ve sevkiyat süreçlerini ele alarak, işletmenin karbon emisyonlarını ve maliyetlerini düşürmeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda çalışma tedarik zinciri yönetimi ile ilgili literatürdeki boşlukları gidermek ve sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi alanına katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Bu tez çalışması, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi alanına önemli bir katkı sunmayı hedeflemekte ve işletmelerin çevresel sürdürülebilirlik ile ekonomik performanslarını aynı anda optimize etmelerine yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda karbon ayak izini de dikkate alan tedarik zinciri modelleri konusunda literatüre yeni bir bakış açısı kazandırmayı hedeflemektedir.

Bu tez çalışmasının, ikinci bölümünde, tedarik zinciri ve tedarik zinciri yönetimi kavramları açıklanarak, amacı, gelişimi ve süreçleri aktarılmıştır.

Üçüncü bölümde, yeşil tedarik zinciri kavramı ve çevresel sürdürülebilirliğin tedarik zincirine entegrasyonu ele alınmış ardından yeşil tedarik zinciri uygulamalarının işletmelere sağladığı ekonomik ve çevresel faydalardan bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde, tedarik zinciri ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Bunun için, tedarik zinciri optimizasyonu ve sürdürülebilirlik konularındaki önceki araştırmalar incelenmiş; maliyet minimizasyonu, tedarik zinciri entegrasyonu ve karbon emisyonlarının azaltılması gibi temel konularda yapılan çalışmalar incelenmiştir. Literatür taraması, tezin araştırma alanına katkı sağlayacak teorik temellerin belirlenmesine olanak tanımıştır.

Tezin beşinci ve altıncı bölümünde, uygulama kısmı yer almaktadır. Bu bölümlerde öncelikle problemin tanımı, amacı ve kapsamı açıklanmıştır. Daha sonrasında kurulmuş olan matematiksel model açıklanmış, kullanılacak veriler belirlenmiş ve veri setleri oluşturulmuştur. Geliştirilen matematiksel model, uygulama aşamasında gerçek veri seti üzerinde test edilmiş ve elde edilen sonuçlar bu doğrultuda raporlanmıştır.

Sonuç bölümünde ise, elde edilen sonuçlar ve gelecekteki çalışmalar için öneriler sunulmuştur. Tez çalışmasının sonunda, modelin sağladığı başarılar özetlenmiş ve modelin kullanım alanlarına dair görüşler paylaşılmıştır.

## 2.TEDARİK ZİNCİRİ

Tedarik zinciri (TZ), tedarikçilerden lojistik hizmet sağlayıcılarına, üreticilerden distribütörlere ve toptancılara kadar geniş bir yelpazede yer alan işletmeler arasında gerçekleşen malzeme, ürün ve bilgi akışının kesintisiz ve uyumlu bir şekilde yönetildiği karmaşık bir ağ yapısıdır. Bu ağ, hammaddelerin temin edilmesinden başlayarak, ürünlerin işlenmesi, depolanması ve son tüketiciye ulaşmasına kadar olan tüm aşamaları kapsamaktadır. Bu sebeple, tedarik zinciri, işletmelerin etkin bir şekilde iş birliği yaparak değer yaratmalarını ve müşteri taleplerine zamanında cevap vermelerini sağlayan dinamik bir sistem olarak tanımlanabilmektedir (Vardar, 2025).

Bir TZ; ürünlerin, tedarikçiler, üreticiler, toptancılar, dağıtımıcılar, perakendeciler ve nihai olarak tüketiciler arasındaki hareketini sağlayan ilişkiler ve bağlantılar bütünü olarak tanımlanmaktadır. 1990 yılları ile birlikte işletmeler, tedarik zincirinin bir üyesi olacak biçimde işletme faaliyetlerini geliştirme yollarını araştırmaya başlamışlardır (Özbay, 2008). Hammadde ve parçaları tedarik etmek, bu hammadde ve parçaları nihai ürünlere dönüştürmek, bu ürünlere değer katmak, bu ürünleri perakendecilere veya müşterilere dağıtmak ve tanıtmak, çeşitli ticari işletmeler arasında bilgi alışverişini kolaylaştırmak için birbiri ile ilişkili bir dizi iş süreçlerini senkronize eden entegre bir sisteme TZ denir (Zhou et al., 2002).

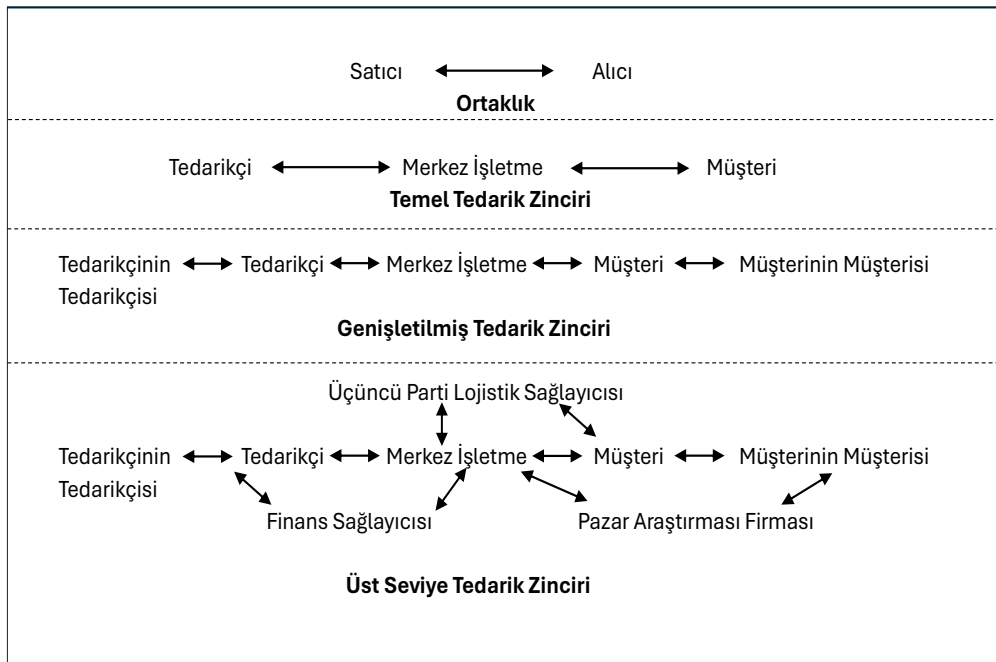
Basit bir ifadeyle TZ, doğru ürünü, doğru yere, zamanında ve uygun bir maliyetle ulaştırmayı amaçlamaktadır. Ancak, bu kadar önemli olmasına rağmen, verimli tedarik zinciri koordinasyonu çok kolay bir şey değildir. Zayıf tedarik zinciri yönetiminin birçok kötü örneği bulunmaktadır. Tedarik zinciri yöneticilerinin karşılaştığı temel sorular; “Elde ne kadar stok bulundurulmalı?”, “Sipariş ne zaman geçilmeli?”, “Müşterilerin talebi karşılanabilecek mi?” gibi soruların cevapları oldukça zordur. Tedarik zincirinin çeşitli aşamaları arasındaki zayıf koordinasyon, envanter veya kapasite tahsisindeki verimsizlikler çok yaygındır (Xanthopoulos et al., 2024).

TZ, bir ürünün hammaddeden son tüketiciye kadar geçirdiği tüm faaliyetleri içermektedir. Bu faaliyetler; hammadde ve malzeme tedariki, üretim ve montaj, depolama ve stok izleme, sipariş girişi ve sipariş yönetimi, dağıtım, müşteriye teslimat ve bu faaliyetlerin tümünü gözlemek ve denetlemek için gerekli tüm bilgi sistemlerini içermektedir. TZ faaliyetleri,

birçok farklı kaynaklarda birçok farklı şekilde tanımlanmıştır. Tedarik zinciri yönetimi (TZY); depo yönetimi, lojistik yönetimi, envanter-stok yönetimi, müşteri hizmetleri, talep tahmini, paketleme ve elleçleme, sipariş yönetimi, tersine lojistik, bilgi yönetimi ve gümrükleme faaliyetlerinden oluşmaktadır. TZY'nin asıl amacı, en düşük maliyetle en fazla değeri katmaktır. Diğer bir deyişle tedarik zinciri verimliliğini sağlamak temel amaçtır (Kapıcı ve Yücel, 2021).

Yine başka bir tanıma göre TZ, üç veya daha fazla işletmenin tedarik kaynağından müşteriye doğru ürün, hizmet, finans ve bilgi yolu ile birbirine direkt olarak bağlı olması şeklinde ifade edilmiştir.

Yukarıda yapılan tanıma göre tedarik zincirini; “Temel Tedarik Zinciri”, “Genişletilmiş Tedarik Zinciri” ve “Üst Seviye Tedarik Zinciri” olmak üzere üçe ayırmak mümkündür. Bu durum Şekil 2.1’de gösterilmektedir.



**Şekil 2.1:** Tedarik zinciri yönetiminde ilişki kanalları

Bir işletmede tedarik zinciri; hammadde üreticileri, hammadde ve yarı mamullerin işlenmiş ürüne dönüştürülmesi yani üretim aşamasında tedarik işleriyle uğraşanlar ile mamullerin dağıtım kanalları yoluyla son kullanıcıya kadar ulaştırılması sırasında değer yaratan öğelerin bütünü olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım son kullanıcı açısından ise, bir ürün veya hizmet

için talepleri yerine getirmek üzere gereken değeri meydana getiren aşamaların veya ögelerin bütünü olarak yapılabilmektedir (Elagöz, 2008).

Tedarik zinciri doğrudan veya dolaylı olarak müşteri talebini karşılamamanın her aşamasını kapsamaktadır. Yalnızca üreticiler veya tedarikçiler değil, aynı zamanda nakliyeciler, perakendeciler ve müşteriler de bu zincire dâhildir (Meindl et al., 2001).

Bir işletmenin tedarik zinciri, hammaddelerin üreticilerinden başlayarak, bu hammaddeleri ve yarı mamulleri işlenmiş ürünlere dönüştüren imalatçılar, tedarik süreçlerini yöneten lojistik firmaları ve nihayetinde bitmiş ürünleri dağıtım kanalları aracılığıyla nihai tüketiciye ulaştıran perakendecilerden oluşan karmaşık bir yapıdır. Bu süreçte yer alan her bir unsur, tedarik zincirinin etkin ve verimli bir şekilde işlenmesi için hayati bir rol oynamaktadır. Hammaddelerin temininden başlayan bu zincir, ürünlerin üretim aşamasından geçerek, dağıtım ve lojistik süreçlerine kadar uzanmaktadır. Dağıtım kanalları, ürünlerin doğru zamanda ve doğru koşullarda nihai tüketiciye ulaşmasını sağlamak için büyük bir özen göstermektedir. Tedarik zincirinin bu karmaşık yapısı, işletmelerin rekabet gücünü artırmak ve müşteri memnuniyetini sağlamak adına stratejik bir öneme sahiptir. Bu nedenle, tedarik zinciri yönetiminde yer alan tüm bileşenlerin uyum içinde çalışması, işletmenin başarısı için kritik bir gereklilik olmaktadır (Vardar, 2025).

Bir tedarik zinciri; tedarikçiler, imalatçılar, dağıtıcılar, toptancılar, perakendeciler gibi çeşitli iş aktörlerinden oluşan bir ağda, hammadde temininden ürünlerin son tüketicilere dağıtım ve pazarlanmasına kadarki tüm iş süreçlerinin birlikte uyum içinde hareketini sağlamak üzere, malların ve bilginin akışını yöneten bütünleşik bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Bu iş ağının ögelerinin, sayılarının ve yerlerinin tespiti, birbirleri arasındaki fiziksel akışın miktarının belirlenmesi gibi alt problemleri içeren ağ tasarımı problemi tedarik zinciri yönetimi içinde stratejik bir öneme sahiptir (Paksoy, 2005).

Bir tedarik zincirinin çevikliği, tüm tedarik zincirinin ve bireysel üyelerinin, müşteri taleplerindeki sürekli değişen dinamiklere ve dalgalanmalara etkili bir şekilde yanıt vererek, ağ içerisinde hızlı bir şekilde uyum sağlama ve senkronize etme kolektif yeteneği ile karakterize edilmektedir. Bu uyarlanabilirlik, tedarik zincirinin operasyonlarını, süreçlerini ve kaynaklarını müşteri ihtiyaçlarını zamanında karşılayacak şekilde verimli bir şekilde ayarlayabilmesini sağlamakta ve böylece genel yanıt verebilirliği ve müşteri memnuniyetini

artırmaktadır. Tedarik zinciri ağındaki kesintisiz koordinasyon ve uyum, kuruluşların belirsizlikler ve aksaklıklar ile başa çıkmalarına olanak tanımakta ve sonuçta pazarda rekabet avantajı sağlamaktadır (Karki et al., 2024).

Her tedarik zincirinin amacı, yaratılan toplam değeri maksimize etmek olmalıdır. Bir tedarik zincirinin oluşturduğu değer (aynı zamanda tedarik zincirinin fazlası olarak da bilinir), tedarik zincirinin tamamının istediğini karşılamak için katlandığı maliyetler ile nihai ürünün sahip olduğu değer arasındaki farktır.

Nihai ürünü değeri, her müşteri için değişebilmekte ve müşteri ödemek için istekli olduğu azami miktar ile tahmin edilmektedir. Ürünün değeri ile fiyat arasındaki fark tüketici rantı olarak müşteriye kalmaktadır. Tedarik zinciri fazlasının geri kalanı tedarik zinciri karlılığı haline gelmektedir, müşteri ve tedarik zinciri boyunca tüm maliyetler ile elde edilen gelir arasındaki farktır (Meindl et al., 2001).

Tedarik zinciri, ürünlerin doğru miktarlarda üretilip, doğru bölgelere ve doğru zamanda dağıtılmasını sağlayarak tatmin edici hizmet düzeyine ulaşmak amacıyla, tedarikçiler, imalatçılar, depolar ve mağazalar arasında etkin bir şekilde entegrasyon sağlayan kapsamlı bir yaklaşımlar bütünü olarak tanımlanmaktadır. Bu sistem, maliyetleri minimuma indirmeyi hedefleyerek, ürünlerin hammaddeden nihai tüketiciye ulaşana kadar olan sürecini optimize etmektedir. Tedarik zinciri yönetimi, her bir aşamada koordinasyonu ve verimliliği artırarak, müşteri memnuniyetini en üst düzeye çıkarmak için stratejik planlama ve operasyonel uygulamaların harmanlandığı dinamik bir süreçtir. Böylece, tedarik zinciri, işletmelerin rekabet avantajı elde etmelerine ve piyasa gereksinimlerine hızlı ve etkili bir şekilde yanıt vermelerine olanak tanımaktadır (Vardar, 2025).

Tedarik zincirinde yaratılan değer, ürünün tüketiciye sağladığı fayda ile bu faydanın sağlanması için yapılan harcamalar arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır. Tedarik zincirinin temel amacı, bu değeri en üst düzeye çıkarmaktır. Bu bağlamda tedarik zincirinin öne çıkan özellikleri şu şekildedir:

Tedarik zinciri;

- Tedarikçilerden başlayarak müşterilere kadar devam eden süreçlerdir.
- Çok sayıda tarafın katılımını ve iş birliğini zorunlu kılmaktadır.

- İçinde yer alan tüm aktörler arasında sürekli bir etkileşim gerektirmektedir.
- Her aşaması birbiriyle sıkı bir şekilde entegredir.
- İşletmenin tüm fonksiyonlarının uyum içinde çalışmasını gerektirmektedir.

Tedarik zincirinde faaliyet gösteren işletmelerin karşılıklı olarak fayda sağlamaları, müşteri isteklerinin hızla karşılanması, siparişlerin zamanında ve eksiksiz olarak yerine getirilmesi, iade oranlarının az olması gibi faktörlere bağlıdır. İşletmelerin bu hedeflere ulaşabilmek için odaklanmaları gereken dört temel fonksiyon vardır:

1. Üretim Süreçlerinin Yönetimi
2. Envanter Kontrolü ve Stok Yönetimi
3. Malzeme ve Ürünlerin Taşınması
4. İşletmenin Yer Seçimi ve Konumlandırma (Çakıroğlu, 2025).

## **2.1 Tedarik Zinciri Yapısı ve Çeşitleri**

Tedarik zincirini oluşturan tüm süreçler; kaynak ve tedarik, üretim planlama, sipariş süreci, envanter yönetimi, nakliyat, depolama ve müşteri hizmetlerini içermektedir. Daha da önemlisi, bu aynı zamanda, tüm aktivitelerin gözlenmesi için gereken bilgi sistemlerini de kapsamaktadır. Tedarik zincirinin karşılaştığı temel problemler şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Malzemelerin ve parçaların artan envanteri
- Sınırlı malzemelerin ve kaynakların hızlı dağıtımının artan maliyetleri
- Gereksiz malzemelerin ve parçaların geri dönüşünün veya stoklanmasının artan maliyeti
- Envanterdeki kullanılmayan parçaların ve malzemelerin artan maliyeti

Tedarik zinciri tedarikçilerden nihai tüketicilere giden malzemelerin, parçaların ve ürünlerin planlanması, koordinasyonu ve kontrolü ile ilgili diğer faaliyetler dizisinin bağlantılı yapısıdır. Tedarik zincirinin 4 temel özelliği vardır:

1. Tedarik zinciri bütünlüktür.
2. Stratejik karar verme ile doğrudan bağlantılıdır.

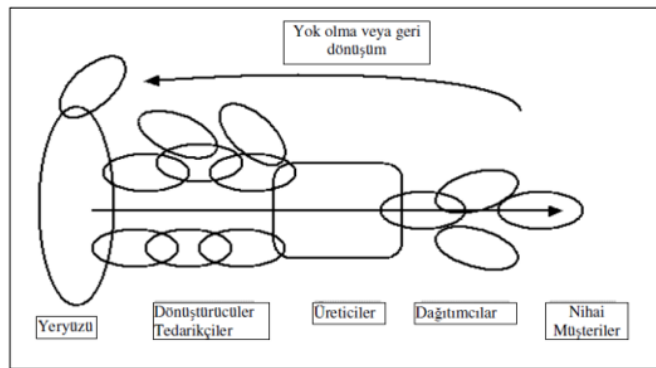
3. Tedarik zinciri üzerindeki envanterler arasındaki dengesizlikleri tespit etme ve uygun çözümler getirme ana konularıdır.
4. Zincir boyunca sistem entegre edilmiştir.

Üretimden satışa giden süreçte tedarik zincirinin yapısını oluşturmak için alınması gereken kararlar dört ana başlık altında toplanabilir (Özbay, 2008):

1. Kaynak Temin Etme Sırasında Alınacak Kararlar
2. Üretim Sırasında Alınacak Kararlar
3. Stokla İlgili Alınacak Kararlar
4. Taşıma ile İlgili Alınacak Kararlar

Literatürde çok sayıda çalışmada tedarik zinciri hakkında onlarca tanım yapılmaktadır. En genel anlamıyla tedarik zinciri bir ağ yapısındadır. Bu ağ yapısında çeşitli aktörler yer almaktadır. Üretici firma, firmaların ürünlerini temin ettikleri tedarikçiler, firmaların bitmiş ürünlerini depolayan stok firmaları, yine bitmiş ürünlerin müşterilere gönderilmesini sağlayan dağıtıcı firmalar, bu firmaların sahipleri, çalışanları ve müşteriler temel düzeyde bu aktörler arasında sayılabilmektedir.

Tedarik zincirinde zincir genellikle hammadde veya malzeme temini ile başlamaktadır. Bu faaliyetten sonra tedarikçi firmalar veya dönüştürücü firmalar üretime girdi oluşturan tüm malzemeleri üreticiye sağlamaktadır. Üreticiler üretim faaliyetini bitirdikten sonra müşteriye sunacakları bitmiş ürünleri dağıtıcılar vasıtasıyla satıcı firmalara ulaştırmaktadırlar. Son olarak toptan veya perakende satıcılar aracılığıyla ürünler müşterilere aktarılır. Şekil 2.2’de en genel ifade edilmiş hali ile tedarik zinciri yapısı verilmiştir.



**Şekil 2.2:** Genel tedarik zinciri yapısı

Yalın tedarik zinciri, bir tedarik zincirinde yer alan ve zincire değer katmayan faaliyetlerin zincirden çıkartılması ve zincirin sürekli iyileştirilmesine dayanan tedarik zinciri çeşididir. Müşteri talebinin çok doğru tahmin edildiği veya belirli ve sabit olduğu varsayılmaktadır. Az çeşitli ve az miktardaki üretim faaliyetlerinin hazırlık süresinin azaltılmasına olanak sağlamaktadır. Bu sayede maliyetler minimize edilmekte, zincir boyunca esnek olunmakta ve müşteri taleplerine çabukça yanıt verilmektedir.

İleri ve tersine tedarik zinciri terimleri en genel anlamda tedarik zincirinin yönünü ifade etmektedir. Bir tedarik zincirinde soldan sağa bir süreç akışı varsa bu tedarik zinciri ileri tedarik zinciridir. Eğer akış tersi yönde ise yani sağdan sola doğru ise tersine tedarik zinciri yapılanması vardır. İleri tedarik zincirinde süreç hammadde temininden başlarken tersine tedarik zincirinde süreç müşteriden başlar. Tersine tedarik zincirindeki odak noktası, üretime katılabilecek hammaddelerin son kullanıcılardan temin edilmesini sağlayarak yeşil dönüşüme katkı sağlamaktır. Temel tedarik zinciri yapısı Şekil 2.3'te gösterilmektedir.



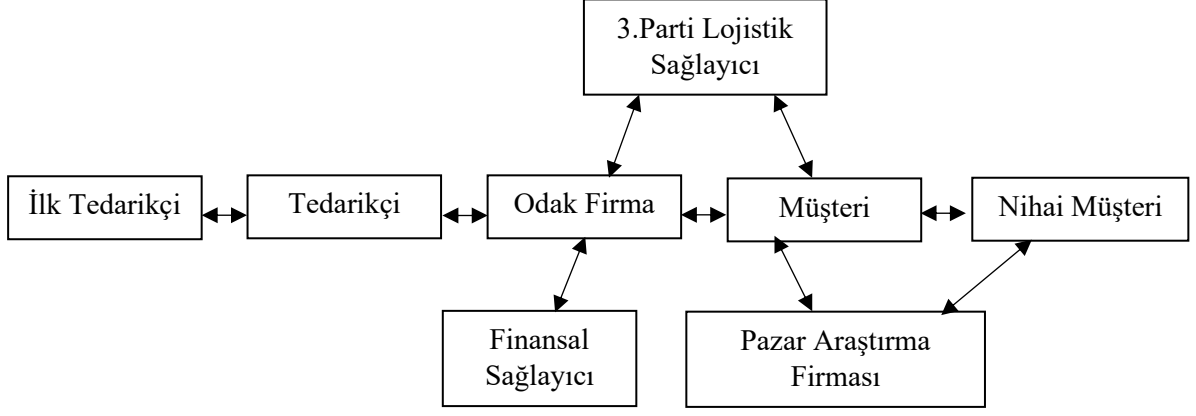
**Şekil 2.3:** Temel tedarik zinciri

Genişletilmiş tedarik zinciri, bir odak firma ve bu firmanın ana tedarikçisi, tedarikçisinin tedarikçisi ile müşterisi, müşterinin müşterisinden oluşan bir ağ yapısındadır. Genişletilmiş tedarik zinciri yapısı Şekil 2.4'te gösterilmektedir.



**Şekil 2.4:** Genişletilmiş tedarik zinciri

Nihai tedarik zinciri, bir odak firma ve bu firmanın ana tedarikçisi, tedarikçisinin tedarikçisinden ilk tedarikçisine kadar olan tüm tedarikçileri ile müşterisi, müşterinin müşterisinden son müşteriye kadarki müşterilerinden, finansal sağlayıcılardan, üçüncü parti lojistik sağlayıcılardan ve pazar araştırma firmasından oluşan bir ağ yapısındadır. Nihai tedarik zinciri yapısı Şekil 2.5'te gösterilmektedir (Erdoğan, 2025).



Şekil 2.5: Nihai tedarik zinciri

## 2.2 Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi (TZY), hammaddelerin temin edilmesinden başlayarak, ürünlerin son haline gelene kadar geçen tüm aşamaların etkin bir şekilde kontrolünü ve koordinasyonunu içermektedir. Bu süreç, müşteri değeri ve önceliğini en üst düzeye çıkarmayı ve pazarda rekabet avantajı sağlamayı amaçlamaktadır. İşletmeler, bu yönetim sürecinde, arz kaynaklarındaki faaliyetleri etkili bir şekilde organize etmektedirler (Vardar, 2025).

TZY; tedarikçi, üretici, toptancı, bayi, müşteri zincirindeki malzeme, bilgi ve para akışını koordine etmek ve yönetmek demektir. Tedarik zinciri yönetimi ile, sadece şirket içindeki entegrasyon değil, tedarik zincirini oluşturan tüm şirketlerin entegrasyonu sağlanmaktadır. Temel amaç müşteri tatminini artırırken karı maksimize etmek ve daha verimli, daha düşük maliyetle çalışmaktır (Paksoy, 2005).

TZY, işletmelerin ve operasyonlarının stratejik koordinasyonu olarak tanımlanmakta ve firmaların fırsatlarını ve tüm tedarik zincirinin dayanıklılığını ve hayatta kalmasını artırmaktadır. 2000'li yıllardan bu yana, ekonomik küreselleşme ve artan firmalar arası ve tedarik zincirleri arası rekabet nedeniyle tedarik zincirlerindeki sürdürülebilirlik zorluklarına ve önemli bir rekabet avantajı kaynağına artan bir ilgi gösterilmektedir (Fritz and Cordova, 2023).

Şirketler ve tedarik zincirleri arasındaki yoğun rekabet, faaliyet operasyonlarında belirsizliğe yol açarak yüksek risklere yol açmaktadır. Talep belirsizliği ve tesisteki aksaklıklardan

kaynaklanan riskler, tedarik zincirindeki faaliyetler üzerinde olumsuz etkilere sahip olup maliyetleri artırarak rekabet avantajını azaltmaktadır. TZY, risk ve aksaklıklarla başa çıkabilmek için daha yenilikçi yaklaşımlar benimsemelidir (Lotfi et al., 2020).

Tedarik zincirleri, dünya çapındaki çoğu ticari faaliyette önemli bir rol oynamanın yanı sıra muazzam bir bütünleştirici potansiyele de sahiptir. Ayrıca, tedarik zinciri yönetiminin başarısı büyük ölçüde tedarik zinciri yöneticilerine bağlı olmaktadır. Dolayısıyla, tedarik zincirinde doğru yönetim, özellikle sınırlı fırsatların olduğu durumlarda sürdürülebilirliğin sağlanmasında çok önemlidir. Tedarik zinciri yöneticileri, talep ve arz gereksinimlerini entegre etmek ve sürdürülebilirlik endişeleri de dahil olmak üzere tedarik zinciri paydaşlarının beklentilerini karşılamak için zorlu kararların üstesinden gelebilmelidir (Fritz and Cordova, 2023).

Tedarik zinciri yaklaşımı üretim ve dağıtım sistemlerinin giderek bütünleşmiş bir sisteme dönüştüğü ana üreticiler ve alt üreticilerin ortak stratejiler geliştirerek, rekabetçi avantajlar sağlayacak şekilde yapılanmalarına yardımcı olan bir yönetim felsefesidir. Lojistik Yönetimi Konseyi'ne göre TZY; tedarik zincirinin ve bu zincir içinde yer alan tüm şirketlerin uzun vadeli performanslarını artırmak amacıyla, söz konusu şirketlere ait işletme fonksiyonları ve planlarının, zincirdeki tüm şirketleri kapsayacak şekilde, sistematik ve stratejik koordinasyonudur. İlk 3 tedarikçiden son kullanıcıya kadar; müşteriye değer katan ürün, hizmet ve bilgilerin sağlandığı iş süreçlerinin entegrasyonu olarak tanımlanmaktadır. Tedarik zinciri yönetimi yapabilecek bir şirket veya birimin, son kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda tüm zincir boyunca yer alan birden fazla şirket arası bilgi ve malzeme akışını planlaması (ortaklaşa planlama), yürütmesi ve kontrolü gerekmektedir (Sakallı, 2007).

#### Tedarik Zinciri Yönetiminin Faydaları

- Teslimat performansını iyileştirmektedir.
- Müşteri memnuniyeti sağlamaktadır.
- Envanterin azaltılmasını sağlamaktadır.
- Sipariş karşılama oranını yükseltmektedir.
- Talep tahminlerinin doğruluğunu arttırmaktadır.
- Tedarik çevrim süresini kısaltmaktadır.
- Lojistik masraflarını azaltmaktadır.

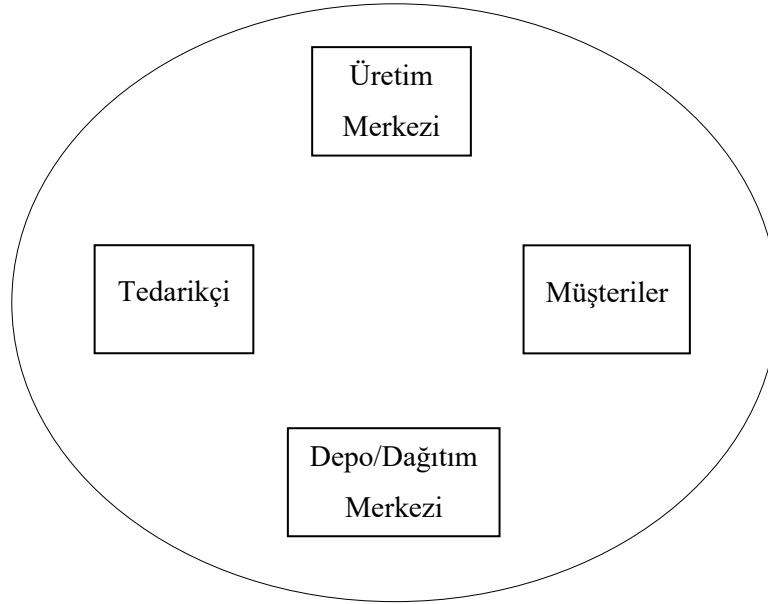
- Verimlilik ve kapasite artışı sağlamaktadır.
- Müşteri memnuniyetini arttırmaktadır.
- Girdilerin teminini garantileyerek, üretimin devamlılığını sağlamaktadır.
- Tüketici taleplerini en iyi şekilde karşılayarak kaliteyi arttırmaktadır.
- Toplam maliyetleri azaltmaktadır.
- Pazardaki değişikliklere daha kısa zamanda cevap verilmesini sağlamaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi, bütünleşik bir sistemi temsil etmekte ve stratejik bir koordinasyon gerektirmektedir. Bu yönetim sistemi içerisinde sağlanacak olan koordinasyon ile işletme tedarik zincirinin varlığını ve dayanıklılığını artırmaktadır. İşletmeler pazar ortamında varlıklarını idame etmek adına, tedarik zinciri yönetiminde mevcut durum analizleri yaparak analizler sonucunda stratejiler belirlenmeli, belirlenen stratejiler kapsamında aksiyon planları oluşturulmalı ve bu yönde çalışmalar başlatmalıdır (Zorlu, 2024).

Etkili bir TZY, şirketlerin küresel pazarda rekabet edebilirliğini artırmaktadır. Küresel tedarik zincirleri, çeşitli ülkelerdeki farklı yasal düzenlemelere, kültürel farklılıklara ve ekonomik koşullara uyum sağlamak zorundadır. Bu karmaşık ortamda tedarik zinciri yönetimi, şirketlerin operasyonlarını koordine etmelerine, maliyetleri kontrol altında tutmalarına ve tedarik zinciri kesintilerine karşı dayanıklılık kazanmalarına olanak tanımaktadır. Ayrıca, Tedarik zinciri yönetimi stratejileri, tedarikçilerle daha yakın iş birlikleri kurmayı ve tedarik süreçlerini daha şeffaf hale getirmeyi teşvik etmektedir. Bu sayede, tedarik zinciri riskleri proaktif bir şekilde yönetilebilir ve iş sürekliliği sağlanabilmektedir.

Teknolojinin ilerlemesi, tedarik zinciri yönetiminde önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Özellikle, bilgi teknolojileri ve otomasyon çözümleri, tedarik zincirinin daha dinamik ve etkileşimli olmasını sağlamaktadır. Yapay zekâ, makine öğrenimi ve büyük veri analizleri, tedarik zinciri kararlarına hız ve doğruluk katmış, böylece şirketlerin daha hızlı ve bilgiye dayalı kararlar almasına olanak tanımaktadır. Dijital teknolojilerin entegrasyonu, tedarik zinciri süreçlerinde artan karmaşıklığı yönetmek ve iş süreçlerinin verimliliğini iyileştirmek için hayati öneme sahiptir. Bu teknolojiler, tedarik zincirinin her noktasında daha iyi izlenebilirlik ve şeffaflık sağlayarak, tüketicilere ürünlerin kökeni ve süreçleri hakkında

detaylı bilgiler sunmaktadır (Al-Himyari, 2024). Şekil 2.6'da tedarik zinciri ağ yapısı verilmiştir.



**Şekil 2.6:** Tedarik zinciri ağ yapısı

Tedarik zincirindeki tüm firmalar müşterilere ürün ve hizmet sunma konusunda iş birliği yaparken, bu zincirlerin çoğu tam anlamıyla uyum içinde çalışmamaktadır. Birçok firma, farklı sektörlerde bağımsız olarak faaliyet göstermektedir. Yöneticiler için önemli olan, büyük müşterilere ve onların günlük işlerine odaklanmaktır. Tedarik yöneticileri ise müşterilerin şikayetleri, çalışan eğitimi, geciken teslimatlar, ödenmesi gereken borçlar ve onarılması gereken parçalar gibi sorunlarla uğraşmakta zorluk çekmektedirler. Tedarik zinciri yönetiminin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi işletme açısından birçok fayda sağlamaktadır.

Bunlar;

- Üretimin kesintisiz devam etmesi için girdilerin teminini garanti altına almaktadır.
- Tedarik süresini minimize ederek, pazardaki değişimlere hızla uyum sağlanmasını mümkün kılmaktadır.
- Müşteri taleplerini optimum şekilde karşılayarak kaliteyi yükseltmektedir.
- Teknolojiyi kullanarak yenilikçi çözümleri teşvik etmektedir.
- İşletme maliyetlerini minimize eder ve karlılığı artırmaktadır.
- İşletme içindeki bilgi, malzeme ve para akışını etkin bir şekilde yönetmektedir (Vardar, 2025).

### 2.3 Tedarik Zinciri Yönetimi Amaçları

Birden fazla işletmeyi içeren tedarik zinciri yönetimi, kaynakların (süreçler, insan gücü, teknoloji ve performans ölçümleri) ortak kullanımını hedeflemektedir. Bu yapı işletmenin üretim kapasitesini artırmayı, pazar değişikliklerine hızlı yanıt vermeyi ve müşteri ile tedarikçiler arasındaki ilişkileri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Böylece, yüksek kaliteli ürün veya hizmetleri en düşük maliyetle, hızlı ve güvenilir şekilde sunmayı sağlamaktadır.

Tedarik zinciri yönetiminin müşteri odaklı stratejisi, işletmenin rekabet gücünü artırmaktadır. Yüksek müşteri memnuniyeti, müşteri sadakatini ve tekrar alışveriş oranlarını artırmaktadır. Aynı zamanda, müşteri odaklı iyileştirmeler sayesinde işletme, pazardaki değişimlere daha hızlı uyum olabilmekte ve bu da uzun vadede sürdürülebilir büyümeyi sağlamaktadır.

Etkin bir şekilde oluşturulmuş ve yönetilen bir tedarik zincirine sahip bir işletmenin hedefleri:

- Maliyetlerin azaltılması
- Karlılığın artırılması
- Rekabet gücünün artırılması
- İşletmenin değerinin artırılması
- Pazardaki değişimlere karşı duyarlılığın geliştirilmesi ve pazar payının artırılması
- Müşteri hizmetlerinin performansının artırılması
- Cevap verme süresinin kısaltılması
- Stok maliyetinin azaltılmasıdır.

Etkin bir tedarik zinciri yönetimi, örgüt yapısının, süreçlerin ve iç ilişkilerin uyumlu bir şekilde düzenlenmesiyle mümkündür. Bu başarıyı sağlamak için çapraz iş birliği ekipleri, ortak performans değerlendirmeleri, kolektif karar alma süreçleri, sürekli iletişim, talep planlama, lojistik ve dış kaynak kullanımı gibi unsurlar hayati öneme sahiptir. Eğer bu unsurlar için gerekli altyapı oluşturulmazsa, tedarik zinciri yönetiminde istenen başarıya ulaşmak zorlaşmaktadır (Vardar, 2025).

## **2.4. Tedarik Zinciri Yönetimi Optimizasyon Yöntemlerinde Temel Modeller**

Tedarik zinciri yönetimi, çok sayıda karar değişkeni ve belirsizliği aynı anda barındıran karmaşık bir süreçtir. Bu karmaşıklığın etkin biçimde yönetilebilmesi için literatürde farklı varsayımlara ve çözüm tekniklerine dayanan çeşitli optimizasyon modelleri geliştirilmiştir. Bu bölümde, tedarik zinciri performansını artırmaya yönelik deterministik, stokastik, dinamik ve çok amaçlı yapılar ile simülasyon, tamsayılı programlama ve meta-sezgisel yöntemler gibi temel modelleme yaklaşımları ele alınmaktadır.

### ***Deterministik Modeller***

Deterministik modeller, tedarik zincirindeki talep, maliyet, kapasite ve teslim süresi gibi parametrelerin kesin ve önceden bilindiği varsayımı altında oluşturulan modeller olarak tanımlanmaktadır ve bu modellerde belirsizlik (stokastik değişkenler) dikkate alınmamaktadır (Xu et al., 2024). Bu yapı sayesinde karar değişkenleri doğrusal veya tamsayılı programlama modelleriyle çözülür ve amaç genellikle toplam maliyeti minimize etmek veya toplam karı maksimize etmektir (Anaba and Kess-Momoh, 2024).

### ***Stokastik (Olasılıklı) Modeller***

Stokastik modeller, talep, teslim süresi, üretim kesintisi gibi belirsizlik taşıyan parametrelerin olasılıksal dağılımlarla ifade edildiği ve bu belirsizlikler altında tedarik zinciri kararlarının optimize edildiği modellere işaret etmektedir (Suryawanshi and Dutta, 2022). Bu modellerde amaç, beklenen toplam maliyeti minimize etmek ya da beklenen hizmet seviyesini maksimize etmek olup, karar değişkenleri ve belirsizlikler birlikte modellenmektedir (Kumar, 2025).

### ***Dinamik Modeller***

Dinamik modeller, kararların zaman içerisinde birbirini etkilediği çok-dönemli planlama süreçlerini kapsamaktadır; örneğin üretim miktarı veya stok seviyesi bir dönemde alınan kararların sonraki dönemleri nasıl etkileyeceğini analiz etmektedir (Anaba and Kess-Momoh, 2024). Bu modeller, zaman boyutunu içeren karar değişkenleri ve dönemsel kısıtlamalarla karakterizedir ve genellikle doğrusal ya da tamsayılı programlama çerçevesinde ele alınmaktadır (Xu et al., 2024).

### ***Çok Amaçlı Optimizasyon Modelleri***

Çok amaçlı modeller, aynı anda birden fazla hedefin (örneğin maliyetin azaltılması, hizmet seviyesinin artırılması, karbon emisyonlarının düşürülmesi) optimize edilmesine olanak sağlamaktadır (Kumar, 2025). Bu modellerde, karar verici farklı hedefler arasında denge kurmalı (trade-off analizi) ve genellikle ya Pareto optimum çözümler ya da ağırlıklı hedef yaklaşımları ile çözüm yolları geliştirilmektedir (Xu et al., 2024).

### ***Doğrusal Programlama Modelleri***

Doğrusal programlama modelleri, amaç fonksiyonu ve kısıtların doğrusal biçimde ifade edildiği, deterministik veri kabul eden modellerdir. Bu tür modeller, tedarik zincirinde üretim miktarı, taşıma miktarı, kapasite kullanım oranları gibi karar değişkenlerini içermektedir (Anaba and Kess-Momoh, 2024). Bu modellerin avantajı, çözüm yöntemleri ve yazılımlarının oldukça gelişmiş olmasıdır; ancak doğrusal yapı varsayımı her problem için uygun olmadığı durumlarda vardır (Nguyen et al., 2025).

### ***Tamsayılı ve Karma Tamsayılı Modeller***

Tamsayılı modeller, karar değişkenlerinin tam sayı ya da ikili değerler aldığı yapıları ifade etmektedir. Örneğin tesis açma/kapama kararları, hangi dağıtım merkezinin kullanılacağı gibi ikili karar değişkenleri içermektedir (Xu et al., 2024). Karma tamsayılı doğrusal programlama modelleri (MILP) hem sürekli hem de tam sayı değişkenlerini içermekte ve genellikle büyük ölçekli tedarik zinciri ağlarında yaygındır (Kumar, 2025).

### ***Simülasyon Tabanlı Modeller***

Simülasyon tabanlı modeller, sistemin dinamik ve rastgele bileşenlerini (örneğin talep değişimi, teslim gecikmeleri, ekipman arızaları) taklit ederek farklı senaryolar altında karar seçeneklerini test etmeyi amaçlamaktadır (Suryawanshi and Dutta, 2022). Bu modeller özellikle analitik modellerin zor uygulandığı karmaşık, belirsizlik içeren ve zaman içinde değişen sistemlerde tercih edilmektedir (Shadkam et al., 2025).

### ***Sezgisel ve Meta-Sezgisel Modeller***

Sezgisel ve meta-sezgisel modeller, klasik matematiksel optimizasyon yöntemleriyle çözülmesi zor olan büyük ölçekli veya NP-zor tedarik zinciri problemlerine yaklaşık çözüm üretmektedir. Genetik algoritma, yapay sinir ağları, parçacık sürüsü optimizasyonu vb. yöntemler bu kategoriye girmektedir (Cannas et al., 2024). Bu modellerin avantajı hızlı ve

pratik çözüm verebilmesi iken, dezavantajı optimal garanti olmaması ve parametre ayarlarının zorluğudur. (Anaba and Kess-Momoh, 2024)

Bu modeller gerçekleştirmek istenen amaç doğrultusunda fikir üretip nasıl bir yol izleneceğine yardımcı olmaktadır. Tezin dördüncü bölümünde bu modeller ile ilgili literatürde yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir.

### 3.YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ

Çevresel sorunlar nedeniyle ortaya çıkan çalışmalar yeşil olarak ifade edilmektedir. Yeşil tedarik zincirinin asıl amacı işletmeler ile beraber ortaya çıkan çevreye karşı olumsuz sonuçların en aza indirilmesidir. Sanayi devrimi beraberinde küresel sorunlar, çevre kirliliği gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte iklimler değişmiş, doğal kaynaklar tükenme riski ile karşı karşıya gelinmiştir. Bunlar sonucunda çevrenin korunmasını amaç edinen ve farklı ülkeler tarafından çalışmalar başlamıştır.

Yeşil tedarik zinciri ile beraber çevresel duyarlılık artmış olup, çevreye verilen zarar en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Bununla beraber çevresel konular işletmeler arasındaki rekabeti artırmaktadır. Bu rekabetin nedeni çevresel duyarlılıkla beraber kar artışını sağlamaktır (Yarlıkaş ve Can, 2020). Doğal kaynakların tükenmesiyle geleneksel yöntemler yerini yeşil tedarik zincirine bırakmaktadır (Denizhan vd., 2017). Çevresel kaygıları tedarik zinciri yönetimine entegre eden yeşil tedarik zinciri yönetimi, şirketlerin artan kamu çevre bilincine ve yükselen hükümet düzenlemelerine yanıt vermeleri için önemli bir strateji olarak ortaya çıkmıştır (Han and Huo, 2019).

Yeşil tedarik zinciri, uluslararası güncel bir konu olmaya 2000'li yıllarda başlamıştır. Seuring yeşil tedarik zinciri hakkında yaptığı çalışmada 1990 ile 2007 yılları arasında 191 makale yayınlandığını saptamış daha sonrasında 2010 yılının sonlarına doğru yayınlanan makale sayısı 308 olduğu gözlemlenmiştir. Bu sayısal veriler yeşil tedarik zinciri kavramının her geçen gün önemini arttırdığını kanıtlamıştır (Polat, 2014).

Küresel çevre sorunları tüketiciler hakkında daha fazla dikkate alındıkça, artan üretim ve tüketim seviyelerinin bir sonucu olarak şirketler ve hükümetler de dikkatleri üzerine çekmektedir.

Yeşil tedarik zinciri yönetimi terimi olarak üç ana bölümden oluşmaktadır:

1. Organizasyonun ana faaliyetleri olan yönetimdir.
2. Ana bölümler arasındaki zincir araçlarının karşılıklı bağımlılığıdır.
3. İşleme, işleme materyallerini, ürünleri, hizmetleri ve bilgiyi içermektedir.

Yeşil, bir dizi işleme, depolama ve dağıtım işlemleri olan çevre dostu işleme faaliyetlerini ifade etmektedir. Bu, uluslararası pazarda "yeşil" konulara artan ilgiye ve doğal kaynakların kıtlığına neden olmakta ve bu da şirketleri çevresel bir yönden tedarik zinciri stratejilerini sergilemeye zorlamaktadır. Ayrıca, aynı zamanda çevresel hedeflere ulaşılmasıyla rekabet avantajı elde etme olasılığının farkına varan önemli sayıda kuruluş bulunmaktadır (Alsmairat, 2015).

Küreselleşmenin etkilerinden olan çevre kirliliği insan hayatı için bir risk oluşturmakta ve gelecek nesiller için bir tehdit oluşturmaktadır. Bu tehditler artık görmezden gelinemeyecek kadar büyüktür ve bu nedenle hem hükümetler hem de tüketiciler gerekli tedbirlerin alınmasını zorunlu kılmaktadırlar. Firmalar ve firmalar için büyük öneme sahip olan tedarik zinciri kavramı da bundan etkilenmiştir. Bu etkiler sonucunda firmalar değişime uyum sağlayarak verim ve karını arttırmak için yeşil kavramını mevcut tedarik zincirlerine eklemek durumunda kalmışlardır (Çınar ve Uygun, 2019).

Bireysel ve kurumsal anlamda değişiklik ya da iyileştirme gerekli ise bu durum ihtiyaçlar nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Yeşil tedarik zinciri de bu duruma örnek olarak belirli ihtiyaçlardan ortaya çıkmıştır. Bu ihtiyaçlar şu şekildedir:

- Ekosistemin bozulması
- Yasal zorunluluklar
- Son kullanıcı istekleri
- Rekabetin artışı
- Rekabette avantaj sağlamak
- Atık yönetimi sayesinde mali fayda
- Ürün yaşam döngüsündeki kısalma
- İş ortaklarının istekleri
- Şirket stratejileri
- Sürdürülebilir gelişme (Soyer ve Türkay, 2020).

### 3.1 Yeşil Tedarik Zinciri Faaliyetleri

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, stratejik kararlardan taktiksel kararlara kadar olumsuzlukları düşürmekte ve kontrol mekanizmasına katkı vermektedir. Kaynak kullanımını düşürmekte, geri dönüşüm için imkân vermekte ve yeşil tedarik zincirini uygulamaya gayret gösteren firmaya her anlamda katkı vermektedir (Uygun vd., 2017).

Yeşil tedarik zinciri faaliyetleri; yeşil pazarlama, yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil tasarım, yeşil lojistik faaliyetleri olduğu söylenebilir. Ek olarak tersine lojistik ve yeşil ambalaj eklenebilir.

Bu kavramların aşağıda detaylı bir şekilde açıklaması yapılmıştır.

#### 1. *Yeşil Satın Alma:*

Yeşil satın alma, aynı amaca ve işleve sahip malzeme, hizmet veya işler arasında bir tercih yapılmak istendiğinde yaşam döngüsü boyunca çevreye verdiği zarar bakımından en düşük olan seçeneğin seçilmesidir. Başka bir deyişle kullanım amacı olarak farklılık göstermeyen malzemelerden hammadde olarak satın alımından atık durumuna gelene kadarki tüm yaşamın da doğaya verdiği zarar en az olan malzeme ya da hizmetin tercih edilmesidir (Özkan, 2015).

Yeşil tedarik zinciri faaliyetleri arasında en önemlisi olarak bilinen faaliyet yeşil satın alma faaliyetidir. Yeşil satın alma kararları verilirken önemli etkenler şu şekildedir; yeniden kullanılabilir, geri dönüştürülebilir ya da geri dönüşümü yapılmış malzemeleri satın alma faaliyetleridir. Satın alınacak ürünler seçilirken çevresel tasarım özelliklerinin olması ve net bir şekilde tanımlanması gerekir (Uygun vd., 2017).

Tedarikçilerin iyi çevresel yönetim faaliyetleri geliştirmelerini ve kendi tedarikçilerine daha iyi bir çevresel performans sağlayabilmek için benzer zorunlulukları sağlamaları gerektirmektedir (Bozdam, 2019).

Yeşil satın alma stratejileri şunlardır:

- Ürün içeriği gereksinimleri
- Ürün içeriği kısıtlamaları
- Ürün içeriğinin etiketlenmesi

- Tedarikçi anketleri
- Tedarikçi çevre yönetim sistemleri
- Tedarikçi çevre yönetim sistemi denetimi

## 2. *Yeşil Lojistik*

Her bir ürünün lojistik faaliyetleri ilk olarak üretimde kullanılacak olan hammaddelerin tedarik edilmesi ile başlamaktadır. Üretim daha sonrasında ise paketlenme, taşıma, stoklama ve müşteriye malzemelerin ulaştırılması süreçleri ile devam etmektedir. Yeşil lojistik kavramı ise; lojistik faaliyetlerinin doğa dostu olmasını amaçlamaktadır. Hedef çevreye en az zararı vermektir. Lojistik faaliyetleri ile meydana gelen çevre etkilerinin ölçülmesi ve bu etkinin minimuma indirilmesi çalışmaları ile ilgilenmektedirler (Soyer ve Türkay, 2020).

## 3. *Yeşil Üretim*

Yeşil üretimin amacı, doğaya etkisi daha düşük girdiler kullanılan, atık miktarı olarak sıfır ya da çok az atık oluşturan aynı zamanda yüksek verimliliğe sahip ve kirlilik oluşturmeyen üretim süreçleri oluşturmaktır. Bu tanımdan yola çıkarak yeşil üretim atık ve kirliliğin engellenmesi veya azaltılmasını, geri dönüşümü ve yeşil ürün tasarımını içinde bulunduran faaliyetler bütününde ele alınabilmektedir (Uygun vd., 2017). Yeşil üretim sayesinde çevre dostu üretim süreçleri oluşturulması için yapılan sıfır atık ve kaynakların azaltılması stratejisi sayesinde maddi olarak da kar elde edilmektedir. Başka bir deyişle yeşil üretim girdilerin ve çıktılarının kontrol altına alınması ve geliştirilmesi gereken bir süreci tanımlamaktadır (Soyer ve Türkay, 2020).

## 4. *Yeşil Tasarım*

Yeşil tasarım genelde üreticilerin şirket imajına katkı sağlamak, çevresel duyarlılık, yasal zorunluklar, artış eğilimi gösteren atık yönetimi gibi koşullar nedeniyle sökme ve geri dönüşüm süreçlerini de içine alan ürün tasarımı geliştirmeleri olarak tanımlanmaktadır. Yeşil mühendislik çalışmaları sonucunda yeşil tasarım ortaya çıkmaktadır (Özkan, 2015).

Yeşil tasarımın hedefi ürünlerinde uygun teknoloji ve ekipman kullanarak ürünlerin çevreye verdikleri olumsuz etkileri en aza indirmektir. Bu açıklamadan yola çıkarak üreticilerden beklenti hem ürünlerin müşteriler tarafından kullanım süreleri boyunca çevreye verdikleri zararı en aza indirecek hem de üretim esnasında çevre dostu malzemeler kullanmalarını sağlayacak tasarımlar yapmalarınıdır.

Bu tanımların detayları maddeler halinde yazılmıştır.

- Çevreye etkisi daha düşük olan hammaddelerin kullanımı
- Enerji verimliliği
- Kalite ve dayanım
- Yeniden kullanılabilir/ Geri dönüştürülebilir ürünler
- Karbon ayak izinin azaltılmasıdır (Soyer ve Türkay, 2020).

##### 5. *Tersine Lojistik*

Tersine lojistik tanım olarak, ürünün değerinin geri kazanılması ya da uygun bir biçimde bertaraf edilmesi için ürünün ve bilginin tüketim noktasından merkez noktasına doğru akışının aktifleştirilmesi için yapılan planlama, uygulama ve kontrol faaliyetleri olarak tanımlanmaktadır (Uygun vd., 2017). Tedarik zinciri hammadde temini, üretim, dağıtım ve ürün kullanımının yanı sıra her aşamada ortaya çıkan atıkların toplanmasını da kapsamaktadır. Yeşil tedarik zinciri yönetiminde tersine lojistik faaliyetleri ez an lojistik faaliyetleri kadar önemlidir (Özkan, 2015).

Yapılan araştırmalara göre bir diğer tanımda ise tersine lojistik kavramı; hammadde, yarı mamul, tamamlanmış ürün ile ilgili bilgilerin tüketim noktasından üretime doğru yeniden değer kazandırmak ya da en uygun biçimde bertaraf edilmesini sağlamak amacı ile etkin akışın planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi faaliyetidir. Gerekli durumlarda ürünler müşteriye yeniden dönebilir.

Bu geri dönme sebepleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Ürünlerin bozulması
- Ürünün hasar görmüş olması
- Ürünün yaşam süresinin dolması
- Mevsimsel olarak kullanılan ürünlerin bu sebeple artık kullanılmayacak veya satılamayacak olması
- Üründe belirgin hatalar çıkması
- Ürünün tehlikeli maddeler bulundurmasıdır (Çağlıyan, 2019).

## 6. Yeşil Ambalaj

İçinde bulunan ürünü ürün yapısı ve fiziksel şekline göre dışarıdan muhafaza eden, ürünün temizliğini korumasını sağlayan, taşınması için kolaylık sağlayan ve paket üzerinde ürünün içeriği hakkında bilgiler verilen malzemelere ambalaj adı verilmektedir. Ambalaj kavramının başına yeşil kelimesi geldiğinde ise yukarıda belirtilen özellikleri yerine getirirken aynı zamanda çevre dostu, geri dönüşüm için uygun ya da yeniden üretilen malzemeler ile üretilmesi olarak açıklanmaktadır. Aynı zamanda ürün paketlemesi için kullanılan ambalaj malzemelerinin en az kullanılmasının sağlanması da yeşil ambalaj kavramını kapsamaktadır (Soyer ve Türkay, 2020).

### 3.2 Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilir bir tedarik zinciri, üretim ve dağıtım süreçlerinde çevresel ve sosyal açıdan sorumlu uygulamaları bütünleştirmektedir. Enerji verimliliği, etik kaynak kullanımı, atık azaltımı ve çevre dostu malzeme kullanımına öncelik vermektedir. Bu uygulamalar yalnızca çevresel etkileri en aza indirmekle kalmaz, aynı zamanda adil iş gücü, toplum refahı ve çevre düzenlemelerine uyumu da teşvik etmektedir. Sürdürülebilir tedarik zincirleri, kurumsal itibarı güçlendirir, çevreye duyarlı tüketicileri çeker ve operasyonel riskleri azaltarak uzun vadeli finansal performansı artırmaktadır (Hariyani et al., 2024).

Sürdürülebilir performans, bir kuruluşun ekonomi, toplum ve çevre üzerindeki uzun vadeli etkisini değerlendiren ve çevresel sürdürülebilirlik, sosyal sorumluluk ve finansal istikrarı kapsayan bütünsel bir yaklaşımdır. Bu nedenle, kuruluşlar yeşil insan kaynakları yönetimi ve yeşil tedarik zinciri yönetimini iş uygulamalarına dahil ederek sürdürülebilir performanslarını iyileştirebilir ve dünya ekonomisine, toplumuna ve ekosistemine olumlu katkıda bulunabilmektedirler (Ridoy et al., 2024).

Sürdürülebilirlik, başarılı ve sorumlu bir işletmenin yönetiminde kilit bir rol oynamaktadır. Bir işletmenin sürdürülebilirlik performansını iyileştirmeye çalışırken ele alınması gereken zorluklar bulunmaktadır. İlk olarak, sürdürülebilirliğin değerlendirilmesi yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda çevresel ve sosyal etkilerin de dikkate alınmasını gerektirmektedir. İkinci olarak, sürdürülebilirlik performansını ölçmek için uygun sürdürülebilirlik göstergeleri bulunmalı ve gerekli veriler toplanmalıdır (Zhang et al., 2014).

Sürdürülebilirlik, ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları ele alan bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifade ile sürdürülebilirlik, işletmelerin devamlılığı için gerekli olan sosyal ekonomik ve çevre boyutlarını dengede tutarak performanslarını artıran temel bir unsur olarak ele alınmaktadır. Aynı zamanda sürdürülebilirlik, ekonomik gelişmenin gözlemlenebildiği, müşteri memnuniyetini artırarak işletmelerin rekabet üstünlüğünü elde edebildiği bütünleşmiş bir sistem olarak ifade edilmektedir. Sürdürülebilirlik kavramına dair literatürde birçok tanımlama bulunmaktadır. Teknolojik gelişmeler ve dünyanın globalleşmesi ile daha da önem kazanmakta ve tedarik zinciri ile ele alınarak rekabet üstünlüğü sağlamak adına da faydalı olacağı öne sürülmektedir. Günden güne önemi artmakta olan bu kavram incelendiğinde şimdi ve gelecek adına eşitlik ve dengeyi esas aldığı görülmektedir (Zorlu, 2024).

Sürdürülebilirlik kavramı, sosyal, çevre ve ekonomik olmak üzere üç boyut temel alarak bu boyutlar üzerinden ele alınmaktadır. Her bir boyut salt kendi hedeflenen sürdürülebilirliğe yeterli kalamamaktadır. Bu sebeple her bir boyutu da içerisinde barındıran bir sürdürülebilirlik kavramının ele alınması işletmeleri her anlamda daha verimli bir noktaya taşıyacaktır.

### **3.2.1 Sosyal sürdürülebilirlik**

Sosyal sürdürülebilirlik, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde önemli temel boyutlardan biri olarak ele alınmaktadır. Sosyal sürdürülebilirlik ile kurumsal ve toplumsal süreçte her bir bireyin eşit haklara sahip olabilmesi hedeflenmektedir. Sosyal sürdürülebilirlik iki başlık altında ele alınmakta ve tanımlanmaktadır. Sosyal sürdürülebilirlik toplumsal ve kurumsal hayat açısından ele alınabilmektedir. Toplumsal hayat açısından ele alındığında, yine her bir birey için eşit hakların sağlanması temel alınmaktadır.

### **3.2.2 Çevresel sürdürülebilirlik**

Çevresel sürdürülebilirlik, işletmeler tarafından gerçekleştirilen üretim ve hizmet faaliyetlerinin devamlılığı sağlanırken çevrenin korunması ve bu faaliyetler sonucunda ortaya çıkan çevresel etkinin yönetilmesi süreçlerini içine almaktadır. Üretim ve hizmet faaliyetleri sürdürülürken artan talepler doğrultusunda kaynak tüketimi de artmaktadır. Bu durum yönetilmekte olan çevre politikalarının önemine dikkat çekmektedir. Kaynak tüketimi ve atık yönetimi hususu çevresel sürdürülebilirlik başlığı altında takip edilebilmektedir. Kaynak tüketimi bir ürün ya da hizmet için kaçınılmaz bir durum olarak

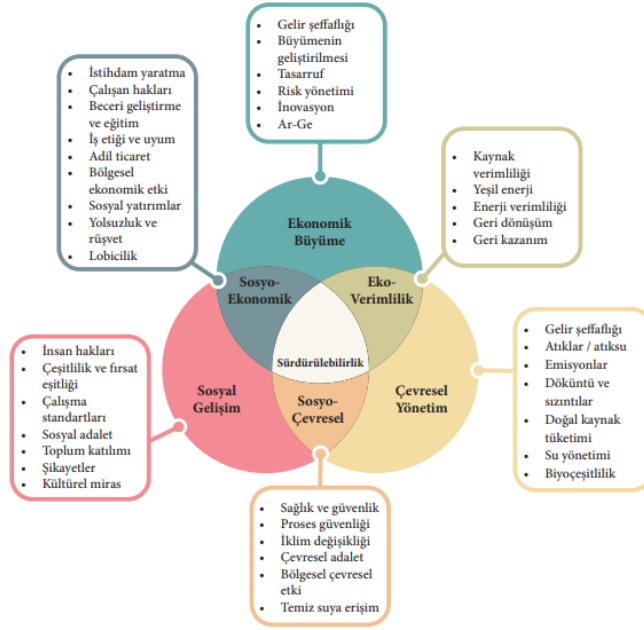
karşımıza çıkmaktadır. Bu kaçınılmaz durum sonucunda her ne kadar istenirse de ürün ile birlikte bir yan ürün, atık oluşmaktadır. Bu sebeple tedarikçi seçiminde atık yönetimine de dikkat edilerek olabildiğince bu atıkların geri dönüştürülmesi ve bu sürecin titizlikle takip edilmesi gerekmektedir.

### **3.2.3 Ekonomik sürdürülebilirlik**

Ekonomik sürdürülebilirlik, sürdürülebilirlik kavramına ekonomik bir yaklaşım sağlayan önemli bir noktadır. Ekonomik sürdürülebilirlik bir işletmenin varlığı için gerekli ve zorunlu bir boyut olarak ele alınmaktadır. İşletmeler açısından değerlendirdiğimizde ekonomik sürdürülebilirlik, ekonomik açıdan devamlılığı ve dengeyi sağlamayı hedef olarak ele almaktadır. Ekonomik sürdürülebilirlik üzerine yapılmakta olan çalışmalarda sürdürülebilirlik adına katkı sağlanabileceğinin düşünüldüğü bazı kurallar bulunmaktadır. Konu olan bazı kurallardan birincisi, gelecek nesillerin şu an da şu anki pazarda ve durumda bulunmaması sebebi ile bir sonraki nesillerinde bu nesil gibi fayda sağlayabilmesi adına uzun vadede planlama yapılması gerekliliği belirtilmektedir. İkinci kural toplam sermayenin aynı seviyelerde seyretmesinin gerekliliği olarak belirtilmektedir. Üçüncü kuralda kaynakların en az israf ile en faydalı ve verimli şekilde kullanımına işaret edilmektedir. Dördüncü kural olarak ise, bugüne ait ekonomik durumu negatif etkileyecek durumların bir sonraki nesillere aktarılmasının önemi vurgulanmaktadır.

### **3.2.4 Enerjisel sürdürülebilirlik**

Globalleşen dünyada artan talepler ve enerji kullanımları sonucu geleneksel enerji kaynakları yetersiz kalmakta ve bu durum işletmeleri yenilebilir enerji kaynağı araştırmalarına yönlendirmektedir. Bu durum sonucu işletmelerin, sürdürülebilirliğin ana kriterlerinden sosyal, çevre ve ekonomi kriterlerini baz alarak yenilebilir enerji türlerinden seçim yapmaları gerekmektedir. Bu durum ile bağlantılı olarak sürdürülebilirlik için gerekli sosyal, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliğin yanı sıra günümüz dünyasında enerji kaynakları ve yönetimi de kritik bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji ve tüketimine çevresel sürdürülebilirlik başlığı altında yer verilmekte olup tedarikçi seçim kriteri olarak ele alınmaktadır. Sürdürülebilirliğin boyutları ve her boyutun bileşeni Şekil 3.1'de sunulmuştur.



Şekil 3.1: Sürdürülebilir bileşenler (Çat ve Güngör, 2025)

### 3.3 Sürdürülebilir Tedarik Zinciri

Sürdürülebilir tedarik zinciri, bir ürünün veya hizmetin yaşam döngüsü boyunca çevresel, sosyal ve ekonomik faktörleri dikkate alarak sorumlu uygulamaların benimsenmesidir. Bu yaklaşım, sadece çevresel etkileri azaltmakla kalmaz, aynı zamanda işçi haklarını koruma, adil ticaret yapma ve yerel toplulukların refahını artırma gibi sosyal sorumlulukları da içermektedir. Şirketler için sürdürülebilir bir tedarik zinciri, marka değerini yükseltme, maliyetleri düşürme, riskleri yönetme ve yenilikçiliği teşvik etme gibi avantajlar sunmaktadır. Ancak, bu alanda şeffaflık eksikliği, denetim zorlukları ve farklı ülkelerdeki yasal düzenlemeler gibi engeller bulunmaktadır. Bu konuda rehberlik eden bir kaynak, şirketlerin tedarikçileriyle iş birliği yaparak çevresel etkilerini azaltma, karbon salınımını düşürme ve atık yönetimini iyileştirme stratejileri sunmaktadır. Döngüsel ekonomi modelleri ve uzun vadeli değer yaratma gibi yaklaşımlara dikkat çekerek sürdürülebilir bir tedarik zincirinin nasıl finanse edilebileceğini ve yönetilebileceğini açıklamaktadır.

Sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamaları, çevresel, sosyal ve ekonomik faktörleri dengeleyerek uzun vadeli başarıyı hedefleyen stratejiler bütünü olarak tanımlanmaktadır. Bu çerçevede, iş süreçleri doğal kaynak kullanımını minimize etmeye, atık oluşumunu engellemeye ve enerji verimliliğini artırmaya odaklanmaktadır. Tedarikçilerle geliştirilen iş birlikleri ve yenilikçi tekniklerin kullanımı, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmayı kolaylaştırırken, şirketlerin rekabetçi avantaj elde etmesine de olanak tanımaktadır. Şeffaf

raporlama, sertifikasyonlar ve etik ticaret uygulamaları, bu stratejilerin bir parçası olarak, paydaşlara karşı olan sorumlulukların yerine getirilmesini ve itibarın korunmasını sağlamaktadır (Çat ve Güngör, 2025).

Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi için iş birliğine dayalı yönetim modelleri konusundaki meslektaşlarının bugüne kadarki araştırma çabalarını kabul ederken, söz konusu ağ firmalarının özelliklerinin bu tür yönetim mekanizmalarının genişlemesi ve faydalarının bir belirleyicisi olabileceğini belirtmektedirler (Nguyen and Zuidwijk, 2024). Modern çağda belirsizlik, sürdürülebilir tedarik zincirleri tasarlamak için kullanılan modelleme tekniklerinin ortak bir özelliğidir. Çevresel sorunların giderek artan ciddiyeti, sürdürülebilir üretimin tedarik zinciri yönetimine entegre edilmesini zorunlu kılmaktadır (Nazari et al., 2024).

Tedarik zincirlerinin çeşitli sosyal ve çevresel faktörleri dikkate alması ve kalite, risk ve atıkları verimli bir şekilde yönetmesi gerekmektedir. Tedarik zinciri sürdürülebilirliği, ancak tüm katılımcıların ve ürün ve hizmetlerin tüm yaşam döngüleri boyunca koordineli çabalarıyla sağlanabilmektedir. Tedarik zinciri katılımcıları arasında sürdürülebilirlik konularında iş birliği, maliyetleri, riskleri ve atıkları azaltabilmekte, inovasyonları teşvik edebilmekte ve markalaşmayı ve müşteri memnuniyetini artırabilmektedir.

Sürdürülebilir girişimlerin ve uygulamaların tüm tedarik zincirine yayılması gerekmektedir. Sürdürülebilirliğin %70'inden fazlası tedarikçilerden kaynaklanmaktadır, bu nedenle bu bağlantıları ve tedarikçilerle ilgili süreçleri yönetmek tedarik zinciri performansını önemli ölçüde iyileştirebilmektedir. Tedarik zincirlerinin alabileceği temel eylemlerden bazıları küresel ve kurumsal sürdürülebilirlik hedeflerinin tanımlanması, koordineli yönetim ve bilgi entegrasyonu ve alışverişidir.

Sürdürülebilir tedarik zincirleri, tedarik zinciri süreçlerinin eksiksiz bir görünümünü elde etmek ve daha etkili bir karar alma çerçevesi oluşturmak için çeşitli kaynaklardan veri entegrasyonu ve veri analizinin yanı sıra dijital iş birliği platformlarını da içermektedir. Tedarik zinciri istihbaratı, sürdürülebilir tedarik zincirleri için temel destekleyici ve itici güçlerden biri olarak kabul edilmektedir (Stefanovic et al., 2025).

Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin amacı, faaliyetleri en iyi hale getirerek kaynakları asgari düzeyde kullanmak, işletmenin kazancını ve kârını artırmak ve aynı zamanda çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliği sağlamaktır. Diğer bir amacı ise işletmedeki atıkların mümkün olduğunca az kullanmaktır. İşletmeler tedarik zinciri yönetimlerine sürdürülebilirliği eklediklerinde; verimliliğin artması, kalitenin artması, daha fazla organizasyonel etkinliğin sağlanarak süreçlerin iyileştirilmesi gibi bazı olumlu sonuçlar elde edilebilmektedirler. Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi, sürdürülebilirliğin üç boyutu olan sosyal, ekonomik ve çevresel faktörlerin birbiriyle koordineli olduğu tedarik zincirlerini oluşturmanın yanında bilgi ve sermaye akışlarının verimli 8 ve etkin şekilde yönetilmesidir. Kuruluşlar, uzun ve kısa vadede kârlılığını artırmayı, mevcut işlerinin performansını artırmayı ve gelecek nesillere daha sürdürülebilir ürün ve hizmet dağıtımını yapmayı amaçlamaktadırlar (Alioğulları, 2024).

Sürekli artan emisyonları yönetmek ve çevreyi korumak ve kollamak, envanter ve üretim sektörlerindeki tedarik zinciri yönetiminin üst düzey karar vericileri için büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilir yeşil tedarik zinciri hayati önem taşımaktadır. Dahası, bu durum yalnızca envanter ve üretim yönetimindeki işletmeler için değil, aynı zamanda müşteriler, hükümet ve uluslararası kuruluşlar için de geçerlidir; çünkü üretim ve envanterdeki emisyonlar, küresel ekonomiyi küresel olarak etkileyen küresel ısınmaya büyük ölçüde katkıda bulunmaktadır ve bu nedenle sürecin hafifletilmesi gerekmektedir (Ahmadini et al., 2021).

### **3.4 Karbon Ayak İzi**

Enerji ihtiyacına bağlı olarak dünyada gelişmiş ve gelişmekte olan pek çok ülkenin en önemli gündem maddelerinin başında sera gazı salınımları gelmektedir. Sanayi devriminden bu yana yaşanan gelişmeler beraberinde insan faaliyetlerinin de etkisi ile küresel ısınmaya bağlı olarak iklimler değişmeye başlamış ve bu da doğa üzerinde yepyeni bir dönemin başlamasına neden olmuştur. Dünyada küresel ısınma ve iklim değişikliği tehdidine karşı düşük karbonlu ekonomiye geçmeye yönelik adımlar atılmakta ve çalışmalar bu yönde hızlanmaktadır. Bu kapsamda küresel ısınmaya doğrudan etki eden CO<sub>2</sub> (Karbondioksit) gazının hesaplanabilmesi yapılan çalışmalarda karbon ayak izi kavramı ortaya çıkarılmıştır (Güven, 2022).

Globalleşen dünyada gerek nüfus artışı gerekse teknolojinin hızlı gelişimi sebebiyle ortaya çıkan iklim değişikliği tehdidine karşı azaltılması gereken bir kavram olan ‘karbon ayak izi’ son zamanlarda oldukça yaygın bir terim olarak karşımıza çıkmaktadır. Karbon ayak izi, doğrudan ve dolaylı olarak meydana gelen sera gazı emisyonlarının toplam miktarıdır (Okanlı, 2024).

Başka bir deyişle, bir faaliyetin, doğrudan veya dolaylı olarak doğada yarattığı tahribatın karbondioksit (CO<sub>2</sub>) cinsiyle ölçümüdür. Birey, firma ve organizasyonların faaliyetleri esnasında doğaya verdikleri bu tahribat CO<sub>2</sub> salınımını, yani CO<sub>2</sub> emisyonu olarak tanımlanmaktadır.

Karbon ayak izi, bir kişinin, bir kuruluşun, bir etkinliğin veya bir ürünün doğrudan ve dolaylı olarak atmosfere saldığı toplam sera gazı miktarını ifade etmektedir. Genellikle ton cinsinden karbondioksit eşdeğeri (CO<sub>2</sub>e) olarak ölçülür. Bu terim, genellikle bireysel veya toplumsal karbon salınımını azaltma ve sürdürülebilir bir yaşam tarzını teşvik etme çabalarıyla ilişkilendirilmektedir. Karbon ayak izi; fosil yakıtların yanması (araçlar, elektrik üretimi, ısınma), tarım ve hayvancılık faaliyetleri, endüstriyel süreçler, ulaşım ve lojistik, elektrik ve su tüketimi gibi çeşitli kaynaklardan oluşum sağlayabilmektedir.

Birincil ve ikincil karbon ayak izi, karbon ayak izinin iki farklı bileşenidir ve bunlar genellikle bireylerin veya kuruluşların toplam sera gazı emisyonlarını değerlendirirken kullanılmaktadır.

### ***Birincil Karbon Ayak İzi***

Birincil karbon ayak izi, doğrudan enerji tüketimi ve fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan karbon emisyonlarını kapsamaktadır. Örneğin, kişisel araç kullanımı, uçak seyahatleri, evde kullanılan elektrik ve ısınma için kullanılan doğal gaz gibi doğrudan faaliyetler birincil karbon ayak izine dahildir. Bu emisyonlar doğrudan kontrol edilebilen ve doğrudan bireylerin veya kuruluşların eylemleriyle ilişkilendirilen emisyonlardır.

### ***İkincil Karbon Ayak İzi***

İkincil karbon ayak izi, dolaylı olarak tüketimle bağlantılı olan karbon emisyonlarını içermektedir. Örneğin, satın alınan ürünlerin üretim, nakliye ve imha süreçlerinde ortaya çıkan emisyonlar, yiyeceklerin üretimi ve taşınması sırasında oluşan emisyonlar ikincil

karbon ayak izine dahildir. Bu emisyonlar doğrudan kontrol edilemeyen, ancak tüketim alışkanlıkları ve yaşam tarzı seçimleriyle etkilenebilen emisyonlardır.

Bu iki bileşen, bir bireyin veya kuruluşun toplam karbon ayak izini oluşturmaktadır. Karbon ayak izini azaltma çabalarında hem birincil hem de ikincil emisyonları dikkate almak önemlidir. Örneğin, enerjiyi daha verimli kullanmak, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçmek, sürdürülebilir tüketim alışkanlıkları geliştirmek ve yerel ürünleri tercih etmek gibi stratejilerle karbon ayak izi azaltılabilir.

Karbon ayak izinin artmasının çeşitli olumsuzlukları vardır. Karbon ayak izinin yüksek olmasının başlıca olumsuz etkileri şu şekilde açıklanabilir:

- Çevresel Olumsuzluklar
- Sağlık Üzerindeki Olumsuzluklar
- Ekonomik Olumsuzluklar
- Sosyal ve Politik Olumsuzluklar

### **3.5 Sürdürülebilirlik ve Karbon Ayak İzi İlişkisi**

Karbon ayak izinin arka planında sürdürülebilirlik ve ekolojik kaygı bulunmaktadır. Sürdürülebilirlik, ekonomik ilerleme ve Dünya'nın ekolojik kapasitesi arasında bir denge bulma arayışı olarak ifade edilmektedir. Bu denge arayışı yeryüzünün en karmaşık sistemi olan insan kültürü ve doğa arasındaki yıkıcı ilişkinin istikrara kavuşması ile ilişkilendirilir. Bu hedef doğrultusunda pek çok uluslararası örgütün bu amaca yönelik çalışma yaptığı görülmektedir. Son yıllarda Birleşmiş Milletlerin çeşitli deklarasyonları ve politika belgelerinde sıklıkla bu konunun yer aldığı görülebilir. BM'nin de vurguladığı sürdürülebilir kalkınma politikası gelecek nesillerin ihtiyaçlarından ödün vermeden ve karbon faaliyetlerini dikkate alarak ekonomik, ekolojik ve sosyal başlıklardan oluşan bir kalkınma modelini ifade etmektedir (Raza et al., 2021).

Mevcut sürdürülebilir stratejiler incelendiğinde, çoğunda karbon ayak izinin öneminin vurgulandığı ve karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik politikalar üretildiği görülmektedir. Birleşmiş Milletler raporunda ilk kez yer alan sürdürülebilir kalkınma kavramı "Doğanın ve gelecek kuşakların kendi gereksinimlerine cevap verme yeteneklerini

tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçlarımızı temin etmek ve kalkınmak.” olarak tanımlanmıştır (Güven, 2022).

Enerji üretimi, tüketimi ve bunun sonucu olan karbon ayak izi gibi parametreler günümüzün en önemli konusu olup üretilen karbon ayak izi miktarının etkisi günümüz dünyasının en önemli yapı taşı haline geldiği aşikârdır. Enerji üretilirken en önemli parametre küresel ısınmaya sebep olan unsurlardan biri olan sera gazıdır ve giderek bu gazın salınımının da arttığı görülmektedir. Bu durum başta iklim değışikliği olmak üzere doğanın dengesinde telafisi olmayan bozulmalara neden olmaktadır. İklim değışikliğine bağlı olarak, tarım, ormancılık, deniz ve okyanus yaşamı, biyoçeşitlilik, enerji, su kaynakları, hava kalitesi, ekonomi, insan sağlığı, ülkeler arası çatışma gibi birçok alanda ciddi problemler tüm dünyanın karşı karşıya kaldığı ana sorunları oluşturmaktadır. Bu nedenle bu sorunların giderilmesinde, en azından azaltılmasında sürdürülebilirlik eksenli bir anlayışla doğal çevre unsurlarını kullanırken, mevcut yapıyı bozmadan, aksatmadan, zarar vermeden ve tüketmeden kullanmanın gerekliliği önem arz etmektedir.

Yeşil tedarik zinciri modellerinde karbon emisyonları ve ayak izlerine daha fazla odaklanıldığı gözlemlenebilir. Karbon ayak izi ölçümleri, TZ boyunca ürün ve hizmetlerin yaşam döngüsü boyunca salınan toplam sera gazı emisyonu miktarının güvenilir bir tahminini sağlamak için gereklidir. Bu tahminler, hammadde çıkarmadan üretime, dağıtım, depolamaya ve geri dönüşüme kadar çeşitli unsurları içerebilir (Homayouni et al., 2021).

## 4.LİTERATÜR TARAMASI

Bu çalışmada tedarik zinciri optimizasyonu alanında yapılmış seçili akademik çalışmalar sistematik olarak incelenmiş ve ortak özellikleri açısından karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda, literatürde yer alan modeller; kullanılan kısıt türleri, model yapıları, amaç fonksiyonları ve çözüm ortamları bakımından sınıflandırılarak özetlenmiştir. Aşağıda sunulan Tablo 4.1’de, ilgili çalışmaların temel bileşenleri bütüncül bir şekilde gösterilerek literatürdeki yaklaşımların karşılaştırmalı bir görünümü sağlanmıştır.

**Tablo 4.1:** Tedarik zinciri optimizasyonu ile ilgili literatürdeki yaklaşımlar tablosu

YAZARLAR	KISITLAR										MODEL	AMAÇ SAYISI	AMAÇ FONKSİYONU	ÇÖZÜM ORTAMI
	K	T	D	E	M	D	Z	S	A	Diğer				
Wei et al., 2025	X	X				X			X	X	TSSP	1	Toplam Maliyet Min.	Senaryo Tabanlı Stokastik Opt..
Caramia and Stecca, 2025	X	X		X		X			X		NP-NLP	1	Emisyon Min.	Hibrit Optimizasyon
Priyan, 2025		X		X				X		X	NLP	1	Toplam Kar Maks.	Klasik Analitik Optimizasyon
Fang ve diğ., 2025	X	X								X	MO-MILP	3	1.Toplam Mal.Min. 2.Emisyon Min 3.FaydaMaks.	LINGO
Oqbi et al., 2025	X		X	X		X		X	X		MO-MINLP	3	1.Toplam Maliyet Min. 2.Emisyon Min. 3.FaydaMaks.	Artırılmış e-Kısıt + LINDO Global Çözücüsü
Camelo et al., 2025	X	X	X			X				X	MILP	1	Toplam Maliyet Min.	IBM ILOG CPLEX
Bhatt et al., 2025	X	X	X			X		X	X		MILP	2	1.Toplam Mal. Min. 2.Kar Maks.	IBM ILOG CPLEX
Jin and Karki, 2024	X	X						X	X	X	MO-MILP	2	1.Toplam Maliyet Min. 2. Toplam Süre Min.	GAMS Yazılımında e-Kısıt Yöntemi
Gao et al., 2024	X	X		X		X		X		X	MILP	1	Toplam Maliyet Min.	GUROBI + GENETİK ALGORİTMA
Nazari et al., 2024	X	X				X		X		X	MO-MIP	2	1.Toplam Maliyet Min. 2.Emisyon Min.	GAMS + Meta-sezgisel
Golmohammadi et al., 2024	X	X	X			X				X	MO-MILP	3	1.Toplam Mal. Min. 2.Emisyon Min. 3.FaydaMaks.	EPC / GAMS + MODA
Kim et al., 2023	X	X		X				X			MILP	1	Toplam Maliyet Min.	GAMS + IBM ILOG CPLEX
Ahmadini et al., 2021	X		X	X	X					X	MO-LFP	4	1.Kar Maks. 2.Stok Bul. Mal. Min. 3. Atık Min. 4.Ceza Maliyeti Min.	Ağırlıklandırılmış Bulanık Hedef Programlama + LINGO

**Tablo 4.1:** (devam)

YAZARLAR	KISITLAR										MODEL	AMAÇ SAYISI	AMAÇ FONKSİYONU	ÇÖZÜM YÖNTEMİ
	K	T	D	E	M	D	Z	S	A	Diğer				
Yılmaz ve diğ., 2021	X			X					X	X	TS-SMILP	1	Toplam Maliyet Min.	GAMS/CPLEX
Öztürk, 2021	X	X			X	X					MO-MILP	3	1. Kar Mak. 2.Geri Kazanım Oranı Maks. 3.Tersine Tedarik Süre Min.	Doğrusal Fiziki Programlama
Homayouni et al., 2021	X	X		X	X	X		X			MINLP	2	1.Toplam Maliyet Min. 2.Emisyon Min.	Senaryo Tabanlı Robust Opt. ve Geliştirilmiş Çoklu-Seçenek Hedef Programlama
Deste ve Karabulut, 2021	X	X			X				X		GP	1	Toplam Kar Maks.	WinQSB
Lotfi et al., 2020	X	X			X		X	X			MO-MILP	4	1.Toplam Maliyet Min. 2. Emisyon Min. 3.Enerji Min. 4.İstihdam Maks.	GAMS/CPLEX
Atabaki et al., 2020	X	X			X		X	X			MO-MILP	3	1.Toplam Maliyet Min. 2. Emisyon Min. 3.Enerji Tüketimi Min.	GUROBİ
Seo et al., 2020	X	X	X		X				X		MILP	1	Toplam Maliyet Min.	IBM ILOG + CPLEX
Engin ve Paksoy, 2019	X	X			X		X	X			BO-MILP	2	1.Toplam Maliyet Min. 2.Emisyon Min.	Bulanık Ağırlıklandırma Yaklaşımı + C# IBM ILOG CPLEX
Sangaiah et al., 2019	X	X							X		MILP	1	Toplam Kar Maks.	GAMS/CPLEX + Guguk Kuşu Algoritması (COA)
Nurjanni et al., 2017	X	X			X		X	X			MO-MILP	2	1.Toplam Mal. Min. 2.Emisyon Min.	IBM ILOG + CPLEX
Güçlü ve Özdemir,2015	X	X	X		X	X		X			FGP	2	1.Toplam Maliyet Min. 2.Müşterilerden Geri Dönen Ürün Miktarı Min.	Microsoft Excel Çözücüsü
Torğul, 2015	X	X						X			MILP	1	Toplam Kar Maks.	GAMS
Zhang et al., 2014	X	X			X				X		MO-MILP	3	1.Top. Mal. Min. 2.Emisyon Min. 3.Termin Süresi Min.	e-Kısıt + Pareto Analizi / AIMMS+CPLEX
Bu Çalışma'da	X	X	X		X	X		X			MILP	1	Toplam Maliyet ve Karbon Emisyon Min.	Python + Gurobi
Diğer: Satış,Kalite,Atama,Atık,Teslim Süresi,Taşıma,Tesis Sayısı,Kütle,Dağıtım Merkezi,Mantıksal														
K:Kapasite, T:Talep; D:Depo, E:Emisyon, M:Maliyet, D:Denge, Z:Zaman, S:Stok, A:Akış, ÜM:Üretim Miktarı														

Wei et al. (2025), biyoyakıt tedarik zincirlerinde belirsizlik ve düğüm kesintilerinin etkilerini dikkate alarak dayanıklı bir tedarik zinciri optimizasyon modeli önermektedir. Çalışmada, düğüm kesintilerinin toplam maliyete etkisini ölçmek için ayarlanabilir Düğüm Kesinti Etki İndeksi (NDII) geliştirilmiş ve bu indeks iki aşamalı stokastik programlama (TSSP) modeliyle bütünleştirilmiştir. Model, biyoyakıt tedarik zincirlerinin risk altında daha dirençli ve verimli tasarlanmasına katkı sunmaktadır.

Caramia and Stecca (2025) çalışmasında, üretim ve tedarik zinciri süreçlerinde sürdürülebilirliğin artırılmasına yönelik bir optimizasyon yaklaşımı sunmaktadır. Araştırma, çevresel etkileri azaltırken ekonomik verimliliği korumayı hedefleyen bir matematiksel model geliştirmiştir. Model, enerji tüketimi, karbon salımı ve üretim maliyetleri arasındaki dengeyi analiz etmekte; çok amaçlı bir optimizasyon çerçevesi içinde farklı senaryoları değerlendirmektedir. Çalışmada doğrusal olmayan karma tamsayılı programlama (MINLP) kullanılmış ve çözüm için sezgisel algoritmalarla desteklenen hesaplama yöntemleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, modelin yeşil üretim kararlarını destekleyerek maliyet, emisyon ve kaynak kullanımında önemli iyileşmeler sağladığını göstermektedir.

Priyan (2025) çalışmasında, ulaşım ve lojistik sektöründe sürdürülebilirliği artırmaya yönelik dijital teknolojilerin entegrasyonu üzerine odaklanmaktadır. Araştırmada özellikle lojistik zincirinde karbon emisyonlarının azaltılması, enerji verimliliğinin artırılması ve çevresel etkilerin minimize edilmesi için geliştirilen dijital dönüşüm stratejileri incelenmiştir. Çalışmada sayısal modeller, karar destek sistemleri ve veri analitiği araçları kullanılarak, dijitalleşmenin çevresel performans üzerindeki etkisi nicel olarak analiz edilmiştir. Bulgular, dijital teknolojilerin uygulanmasının işletmelerin karbon ayak izini önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Ayrıca, bu teknolojilerin lojistik ağlarında maliyet azaltımı, süreç verimliliği ve tedarik zinciri dayanıklılığı üzerinde de pozitif etkiler yarattığı vurgulanmıştır.

Jin and Karki (2024) çalışmasında, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve blok zinciri teknolojilerini entegre ederek sigorta sektörüne özel akıllı bir tedarik zinciri çerçevesi geliştirmiştir. Tedarik zincirindeki maliyet ve süreyi en aza indirmeyi hedefleyen çok amaçlı bir matematiksel model, deterministik ve bulanık koşullar altında optimize edilmiştir. Modelin çözümünde artırılmış epsilon kısıtı ve ağırlıklı toplam yöntemleri kullanılmış; küçük ölçekli testlerde doğruluğu, büyük ölçekli problemler içinse meta-sezgisel algoritmaların etkinliği

değerlendirilmiştir. Dört seviyeli tedarik zinciri yapısına sahip modelde maliyet, zaman ve kayıp talep değişkenlerine ilişkin kapsamlı duyarlılık analizleri gerçekleştirilmiş, sonuçlar parametrelerin performans ölçütleriyle karmaşık ilişkilerini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, modelin değişen koşullar altında sağlamlığını ve karar destek potansiyelini vurgulamaktadır.

Gao et al. (2024) çalışmasında, çift kanallı (çevrimiçi ve çevrimdışı) sürdürülebilir kapalı devre bir tedarik zinciri ağı için kapsamlı bir çerçeve geliştirilmiştir. Amaç, yöneticilerin ekonomik ve çevresel açıdan dengeli kararlar almasını sağlamaktır. Beyaz eşya sektörüne yönelik geliştirilen çok dönemli model; karbon emisyon sınırlamaları, ticareti, perakendecinin bölgesel koruma politikası ve çoklu ulaşım modlarını içermektedir. Talep belirsizliği, temel bileşen analizi ve çekirdek düzeltme yöntemleriyle oluşturulan veri odaklı bir belirsizlik kümesiyle yönetilmiştir. Böylece model, sağlam bir karma tamsayılı doğrusal programlama problemine dönüştürülmüştür. Çözüm için geliştirilen iki aşamalı genetik algoritma, tesis yeri, üretim, taşıma ve geri kazanım miktarlarını optimize ederek maliyet ve karbon emisyonlarını en aza indirmektedir. Model, farklı boyutlarda 12 test problemiyle değerlendirilmiş ve GUROBI çözücüsü kullanılarak doğrulanmıştır.

Nazari et al. (2024) çalışmasında, belirsizlik içeren parametreler altında çevresel kirleticileri ve sistem maliyetlerini en aza indiren akıllı, sürdürülebilir bir tedarik zinciri modeli geliştirilmiştir. Otomotiv sektörüne uygulanan model, yapay zekâ teknikleriyle sağlam optimizasyonu birleştiren hibrit bir yapıdadır ve Honey Badger ile NSGA-II algoritmalarını entegre etmektedir. Bu yaklaşım, büyük ölçekli problemlerde yüksek dayanıklılık ve etkinlik göstermiştir. Deneysel sonuçlar, sezgisel yöntemlerin hesaplama süresini önemli ölçüde azalttığını ve çözüm kalitesini artırdığını ortaya koymuştur. Modelin analizinde GAMS, Minitab, MATLAB ve Visio yazılımları kullanılmış; hibrit yapının karmaşık optimizasyon problemlerini çözmede etkili olduğu kanıtlanmıştır.

Golmohammadi et al. (2024) çalışmasında, çok seviyeli bir tedarik zincirinde üretim, envanter, konum ve rota optimizasyonunu içeren bir model geliştirilmiştir. Ürünler üretimden dağıtım merkezlerine, oradan da şirketlere ulaştırılmakta; lojistik kaynak paylaşımına göre iki grup için araç rotaları optimize edilmiştir. Toplam maliyet ve çevresel etkileri en aza indirmeyi amaçlayan karma tamsayılı doğrusal model, Çok Amaçlı Yusufçuk Algoritması (MODA) ile çözülmüş ve sonuçlar NSGA-II ile Epsilon Kısıtlama Yöntemiyle

karşılaştırılmıştır. Bulgular, MODA'nın çözüm kalitesi bakımından güçlü, NSGA-II'nin ise çözüm çeşitliliği açısından üstün olduğunu göstermiştir.

Kim et al. (2023) çalışmasında, belirsiz talep ve karbon vergisi oranlarını geçmiş verilere dayalı olarak modelleyen kapalı devre bir tedarik zinciri (CLSC) için sağlam bir optimizasyon modeli geliştirilmiştir. AR(1) temelli zaman serisi yaklaşımı, küme tabanlı sağlam optimizasyon yapısına entegre edilerek daha az muhafazakâr çözümler elde edilmiştir. İki yeni belirsizlik kümesi önerilmiş ve bunlara karşılık gelen modeller, geleneksel yaklaşımlara göre daha dengeli sonuçlar üretmiştir. Sayısal analizler, otokorelasyon seviyesi arttıkça modelin faydasının yükseldiğini, veri seti azaldıkça ise muhafazakârlığın arttığını göstermiştir. Sonuç olarak, çalışma AR(1) temelli belirsizlikleri dikkate alan tahmine dayalı ve esnek bir CLSC optimizasyon yaklaşımı sunmaktadır.

Bortolini et al. (2022) çalışmasında, stok seviyeleri (yalın atık), çevresel emisyonlar (yeşil atık) ve küresel tedarik zinciri maliyetlerini eş zamanlı en aza indiren üç amaçlı bir doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Üretim tesisleri, dağıtım merkezleri ve müşterilerden oluşan üç seviyeli ağ yapısında ekonomik, çevresel ve yalın ilkeler bütünleşik şekilde ele alınmıştır. Model, AMPL ortamında Gurobi Optimizer ile çözülmüş; sonuçlar, stok azaltımının çevresel emisyon ve maliyetlerde sınırlı artışlara yol açtığını göstermiştir. Böylece, stok, çevre ve maliyet hedefleri arasında denge kurulması gerektiği vurgulanmıştır.

Ahmadini et al. (2021) çalışmasında, yeşil yatırımları da içeren çok ürünlü ve sipariş fazlası durumlarını kapsayan çok amaçlı bir envanter modeli geliştirilmiştir. Dört hedefli bu kesirli programlama modeli; sipariş fazlası kârını maksimize ederken stok maliyetini, üretilen atığı ve yeşil yatırımlardan kaynaklanan ceza maliyetlerini minimize etmektedir. Model, bütçe, alan, enerji tüketimi ve sera gazı emisyonu gibi kısıtları da içermektedir. LINGO yazılımı ile çözülen model, envanter politikalarının ekonomik ve çevresel etkilerini birlikte değerlendirerek sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi için uygulanabilir bir yaklaşım sunmaktadır.

Yılmaz et al. (2021) çalışmasında, dalgalanma kaynaklı belirsizlikler altında dayanıklı bir tersine tedarik zinciri (RSC) ağı tasarlamak için iki aşamalı stokastik karma tamsayı bir model geliştirilmiştir. Model, stratejik ve operasyonel kararları entegre ederek karbon emisyonlarını ve toplam maliyeti minimize etmeyi amaçlamaktadır. Gerçek vaka analizleri,

dalgalanmaların emisyon ve maliyetleri %40'a kadar yükseltebildiğini göstermiş; modelin bu etkileri azaltmada etkili olduğu doğrulanmıştır.

Öztürk (2021) tarafından yapılan çalışmada, yeniden üretilebilir ve ortak parçalara sahip üç farklı ürün için Kapalı Döngü Tedarik Zinciri (CLSC) problemi ele alınmıştır. Geliştirilen çok amaçlı optimizasyon modelinde, toplam kâr, tersine tedarik süresi ve geri kazanım oranı kriterleri dikkate alınarak, geri dönen ürünlerin stratejik önem dereceleri Doğrusal Fiziki Programlama yaklaşımıyla belirlenmiştir. Bu önem derecelerine göre, bir sonraki üretim periyoduna ait üretim miktarları hesaplanmıştır. Modelin uygulama sonuçları, toplam kârın stratejik önem düzeyinin belirlenmesinde belirleyici bir faktör olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, toplam kâr üzerinde etkili olan geri dönüş miktarı, ürün kullanım süresi, geri kazanım oranı ve talep gibi faktörler üç farklı seviyede değerlendirilmiş ve bu değişkenler Taguchi yöntemi ile analiz edilmiştir.

Homayouni et al. (2021) çalışmasında, karbon düzenleme mekanizmalarına yönelik sürdürülebilirlik stratejilerini incelemek için çoktan seçmeli hedef programlama modeli geliştirilmiştir. Model, taşıma araçlarının emisyonlarını dikkate alarak toplam maliyeti ve çevresel etkileri minimize eden çift amaçlı bir yapıya sahiptir. Karbon vergisi ve emisyon ticareti politikalarını değerlendirmek amacıyla yapılan vaka çalışması, emisyon ticareti politikasının yeşil yatırımları ve temiz teknolojileri daha fazla teşvik ettiğini göstermiştir. Geliştirilen HMINLP tabanlı sağlam-sezgisel yöntem, büyük ölçekli ve belirsizlik içeren tedarik zincirlerinde etkin sonuçlar sağlamıştır.

Deste ve Karabulut (2021) tarafından yapılan çalışmada, üretim planlaması uygulamasının hedef programlama yöntemiyle bütünleşik olarak gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, işletmenin önceliklerine uygun matematiksel bir model geliştirilmiş ve kâr hedeflerine ulaşmak için üretim miktarı ile işgücü değerleri dikkate alınmıştır. Model, Winqsb programı kullanılarak çözülmüş ve optimum sonuca ulaşılmıştır. Elde edilen çözüm sonuçlarına dayanarak, hedef değerlerdeki pozitif ve negatif sapmaları azaltmaya yönelik kararlar alınabilir. Ayrıca, fazla mesai ile kapasite artırımı, üretim miktarları ve işçi sayısına ilişkin gerekli düzenlemeler yapılabilmektedir. Sonuçların anlamlılığı, hedef programlama tekniğinin üretim planlamasında uygulanabilir ve etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Lotfi et al. (2020) çalışmasında, sürdürülebilirlik, dayanıklılık ve riskten kaçınmayı dikkate alan kapalı devre bir tedarik zinciri için iki aşamalı karma tamsayılı doğrusal model geliştirilmiştir. Belirsizlikleri yönetmek için sağlam eşdeğer model ve koşullu riske maruz kalma kriteri kullanılmıştır. Model, maliyet, CO<sub>2</sub> emisyonu ve enerji tüketimini minimize ederken istihdamı artırmayı hedeflemektedir. LP-Metrik yöntemiyle çözülen modelde kısıt gevşetme tekniğiyle büyük ölçekli problemlerde etkin sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçlar, sağlam modelin temel modele göre daha dengeli ve sürdürülebilir çözümler sunduğunu göstermektedir.

Atabaki et al. (2020) çalışmasında, dayanıklı ürünler için kapalı devre tedarik zinciri (CLSC) ağının yeniden tasarımı ele alınmıştır. Model; tedarikçi seçimi, lokasyon tahsisi, taşıma şekli, montaj teknolojisi ve geri kazanım seviyesi kararlarını içeren çok amaçlı bir karma tamsayılı doğrusal programlama yapısına sahiptir. Maliyet, CO<sub>2</sub> emisyonu ve enerji tüketimi birlikte optimize edilmiştir. Ayrıca, olasılıkçı ve senaryo tabanlı stokastik programlama yaklaşımlarıyla belirsizlikleri yöneten sağlam modeller geliştirilmiştir. Gerçek verilerle yapılan analizler, dairesel tedarik zincirinin doğrusal modellere göre daha sürdürülebilir olduğunu ve sağlam modellerin belirsizlik karşısında tutarlı performans sergilediğini göstermektedir.

Seo et al. (2020) tarafından yapılan çalışmada, farklı üretim tesislerinden gelen hidrojen akışlarını entegre ederek merkezi bir depolama sisteminde birleştiren hidrojen tedarik zinciri optimizasyon modelini geliştirmektedir. Model, merkezi ve merkezi olmayan depolama tesislerini kapsayan bir ağ yapısı için karma tamsayılı doğrusal programlama ile formüle edilmiştir. Sonuçlar, merkezi depolama yapısının, seviyelendirilmiş hidrojen maliyeti açısından merkezi olmayan modele kıyasla daha avantajlı olduğunu ve tedarik zincirinin toplam yıllık maliyetini düşürdüğünü göstermektedir. Böylece, merkezi depolama sistemi hidrojen tedarik zincirinin verimliliğini artırmakta ve üretim tesislerinin kapasite kullanımını iyileştirmektedir.

Engin ve Paksoy (2019) çalışmasında, çok dönemli kapalı döngü tedarik zinciri ağ tasarımı için iki amaçlı karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Model, farklı makine tiplerinde üretim yapan tesislerde toplam operasyon maliyeti ve karbon emisyonlarını minimize etmeyi hedeflemekte ve yeni-eski makine tercihlerini belirlemektedir. Bulanık ağırlıklandırma yöntemiyle çözülen üç aşamalı yeşil tedarik zinciri

modeli, fabrikalar, müşteriler ve toplama merkezlerinden oluşmaktadır. Bulgular, planlama ufku ve talep arttıkça enerji verimli makinelerin ekonomik ve çevresel açıdan daha avantajlı olduğunu göstermektedir.

Sangaiah et al. (2019) tarafından yapılan çalışmada, satıcının maliyetlerini minimize etmeyi amaçlayan ve belirli bir zaman ufkunu kapsayan LNG satış planlaması için sağlam bir karma tamsayı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Modelin doğruluğunu test etmek amacıyla, farklı belirsizlik seviyelerinde GAMS yazılımı ve CPLEX çözücüsü kullanılarak çeşitli örnekler çözülmüştür. Ayrıca, problemin etkin çözümü için yeni bir metasezgisel algoritma olan guguk kuşu optimizasyon algoritması (COA) tasarlanmıştır. Karşılaştırma sonuçları, COA'nın yüksek kaliteli çözümler sunabildiğini göstermiştir. Deterministik ve sağlam modellerin performansları değerlendirilmiş, ana parametreler üzerinde hassasiyet analizleri yapılarak yönetsel içgörüler elde edilmiştir. Son olarak, toplam tedarikçi kârı ile sağlamlık maliyeti arasındaki dengeyi belirlemek için optimum sağlamlık seviyesi analiz edilmiştir. Gelecekte, COA'ya alternatif olarak diğer sezgisel ve meta-sezgisel algoritmaların uygulanması önerilmektedir.

Nurjanni et al. (2017) çalışmasında, çevresel ve finansal dengeleri gözeterek yeşil tedarik zinciri (GTZ) tasarımı için kapalı devre bir ağ modeli geliştirilmiştir. Model, maliyet ve karbon emisyonlarını eşzamanlı olarak minimize eden çok amaçlı bir optimizasyon yaklaşımı sunmaktadır. Ağırlıklı toplam, Tchebycheff ve artırılmış Tchebycheff yöntemleriyle test edilen model, vaka çalışması sonuçlarına göre maliyet ve çevresel etkiler arasında etkili bir denge sağlamıştır. Ancak, daha karmaşık ve gerçekçi senaryolarda uygulanabilirliği artırmak için yöntemin geliştirilmesi önerilmektedir.

Güçlü ve Özdemir (2015) tarafından yapılan çalışmada, belirsiz ve bulanık talep koşullarında faaliyet gösteren bir tekstil işletmesinin tedarik zinciri optimizasyonu için bulanık hedef programlama modeli geliştirilmiştir. Model, tedarik zincirinde toplam maliyeti ve müşterilerden geri dönen ürün miktarını eş zamanlı olarak minimize etmeyi amaçlamaktadır. Çok tedarikçili, tek üretim merkezli ve çok müşterili bir yapı için formüle edilen model, gerçek bir tekstil işletmesinden alınan verilerle test edilmiştir. Bulanık hedefler ve kısıtlar doğrusal üyelik fonksiyonlarıyla temsil edilmiş, çözüm sürecinde ise Torabi-Hassini yöntemi kullanılarak çok amaçlı problem tek amaçlı hale dönüştürülmüştür.

Modelin çözümü Ms Excel'in Çözücü eklentisi ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar, işletmenin talebi daha etkin bir şekilde takip etmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Torğul (2015) çalışmasında, sıfır, tamir edilmiş ve yeniden üretilmiş ürünlerle talepleri karşılayan kapalı döngü tedarik zinciri ağı incelenmiştir. DIOT teknolojisiyle izlenebilen akıllı ürünler içeren sistem, tamir, demontaj ve bertaraf olmak üzere üç geri kazanım yöntemini kapsamaktadır. Tek tip ürünler için geliştirilen model, dönemsel talepleri karşılayarak toplam kârı maksimize etmeyi ve uygun kurtarma yöntemini seçmeyi hedeflemektedir. GAMS ve CPLEX kullanılarak test edilen model, çeşitli senaryolarda uygulanabilirliğini ve yönetsel açıdan esnekliğini kanıtlamıştır.

Zhang et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada, sürdürülebilir tedarik zincirlerinin optimizasyonu amacıyla toplam maliyet, sera gazı emisyonları ve tedarik süresi olmak üzere üç temel sürdürülebilirlik göstergesini içeren çok amaçlı bir optimizasyon çerçevesi önerilmektedir. Model, bu üç performans göstergesi arasındaki dengeyi inceleyerek, sera gazı emisyonları veya tedarik süresinde önemli azalmaların, sadece küçük bir maliyet artışı ile sağlanabileceğini göstermektedir. Böylece, maliyet artışının tedarik zinciri performansına olan etkisi hakkında karar vericilere önemli bilgiler sunmaktadır. Önerilen çerçeve, gerçek verilere dayanan büyük ölçekli bir endüstriyel vaka çalışmasına uygulanarak etkinliği test edilmiştir. Bu çalışma, sürdürülebilirlik hedeflerinin çok amaçlı optimizasyon yoluyla dengelenmesinde önemli bir katkı sağlamaktadır.

Özbay (2008) tarafından yapılan çalışmada, iplik üretimi yapan bir işletmenin tedarik zinciri bütünsel olarak ele alınmış ve mevcut sistemdeki sorunların tespiti hedeflenmiştir. İlk aşamada, şirketin güçlü ve zayıf yönlerini belirlemek amacıyla SWOT analizi gerçekleştirilmiş; ortaya çıkan zayıf yönlere yönelik optimizasyon temelli çözümler geliştirilmiştir. Öncelikle tedarikçi seçim problemi, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemiyle çözülmüştür. Ardından, üretim yeri, depo ve müşterileri kapsayan dağıtım ağı doğrusal programlama ile modellenmiş ve çözüm için WinQSB paket programı kullanılmıştır. Modelde, maliyet avantajı sağlamak amacıyla artan taşıma maliyetleri de dikkate alınarak, minimum tedarik zinciri maliyetiyle talebi karşılayacak şekilde hangi tesisin hangi ürünü üreteceği ve hangi dağıtım merkezine göndereceğine dair global bir karar verilmiştir.

Öztürk (2008) tarafından yapılan çalışmada, üç aşamalı bir lojistik sistemde hammaddenin ilk tedarikçiden çıkışından son müşteriye ulaşmasına kadar olan süreç ele alınmıştır. Problemin karmaşıklığı nedeniyle, uygun tek bir yazılım bulunmaması sebebiyle işlemler aşamalı olarak gerçekleştirilmiş ve farklı aşamalar için farklı paket programlar kullanılmıştır. Başlangıç popülasyonunun oluşturulmasında Wolfram Mathematica 6.0.0 sürümü ve Combinatorica kütüphanesinden faydalanılmıştır. Genetik algoritmanın etkinliğini artırmak amacıyla, yeni popülasyonların geçerli olmasını sağlamak için tek noktalı çaprazlama, tersine çevirme ve yer değiştirme mutasyonları gibi genetik operatörler kullanılmıştır. Böylece, yeni bireylerin kapasite ve talep kısıtları içinde kalması sağlanarak algoritmanın koşullara devam edebilmesi mümkün olmuştur. Optimizasyon süreci ise Palisade Evolver 5.0 Trial Version Genetik Algoritma Optimizasyonu yazılımı kullanılarak yürütülmüştür.

Yapılan literatür incelemesi sonucunda, son yıllarda gerçekleştirilen araştırmaların büyük çoğunluğunun tedarik zinciri optimizasyonunu çevresel sürdürülebilirlik ile entegre etmeye odaklandığı görülmektedir. İncelenen çalışmalarda genel olarak maliyet, karbon emisyonu ve zaman gibi performans göstergeleri çok amaçlı modeller aracılığıyla değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, birçok araştırmada belirsizlik koşulları altında karar destek sistemleri geliştirilmiş, özellikle genetik algoritma (GA), Epsilon kısıt yöntemi, NSGA-II, MODA, Honey Badger veya sağlam optimizasyon temelli sezgisel yöntemler yoğun olarak kullanılmıştır (Nazari et al., 2024; Golmohammadi et al., 2024; Geon Kim et al., 2023)

Bu çalışmaların önemli bir kısmında üretim, stok veya dağıtım süreçleri birbirinden bağımsız şekilde ele alınmış, sistem bütünlüğü çoğunlukla sınırlı kalmıştır. Ayrıca, uygulama kısımları genellikle teorik senaryolar veya küçük ölçekli test problemleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Gerçek veri setiyle entegre edilmiş ve çok dönemli analiz içeren çalışmaların ise literatürde oldukça sınırlı sayıda olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, tedarik zinciri yönetimi alanında çok amaçlı, çok dönemli ve bütünlük modellerin geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu tez çalışması, literatürdeki boşluğu doldurmak amacıyla, tedarik–üretim–stok–dağıtım süreçlerini tek bir çatı altında toplayan entegre bir yapı önermektedir. Geliştirilen model, çok dönemli (12 dönem), çok ürünlü ve çok müşterili bir planlama yapısına sahiptir. Böylece, zaman dinamiklerini dikkate alarak üretim, stok ve sevkiyat kararlarının birbirleriyle uyumlu

şekilde optimize edilmesi sağlanmıştır. Bu yönüyle çalışma, tedarik zincirinin farklı aşamalarındaki karar değişkenlerini tek bir sistem altında bütünleştirerek literatürdeki parçalayıcı yaklaşımlara alternatif sunmaktadır.

Ayrıca modelde, üretim kapasitesi, depo alanı, güvenlik stoğu, maksimum stok düzeyi ve müşteri depolama kapasitesi gibi operasyonel açıdan gerçekçi kısıtlar dikkate alınmış ve modelin endüstriyel uygulanabilirliği artırılmıştır. Literatürdeki birçok çalışmada karbon salımı tek bir katsayı üzerinden modellenirken, bu tezde karbon ayak izi dört bileşenden oluşmaktadır: hammadde tedariki, üretim süreci, sevkiyat ve sabit sipariş kararlarıdır. Bu durum, karbon emisyonlarının kaynağa göre ayrıştırılmasını sağlayarak çevresel etkilerin daha hassas biçimde izlenmesine olanak tanımaktadır.

Modelin çözümü Python programlama dili ve Gurobi çözücüsü aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Böylelikle, Karma Tamsayı Doğrusal Programlama (MILP) temelli yapı kullanılarak çözümlere ulaşılmıştır. Modelin amaç fonksiyonu, maliyet ve karbon ayak izi bileşenlerini ağırlıklı biçimde birleştiren esnek bir yapıya sahiptir. Bu yapı sayesinde karar verici, çevresel veya ekonomik önceliklere göre ağırlıkları dinamik olarak belirleyebilmektedir.

Bu yönleriyle çalışma, maliyet ve karbon ayak izinin birlikte minimizasyonunu sağlayan bütünleşik bir tedarik zinciri optimizasyon modeli sunarak hem akademik literatüre hem de endüstriyel uygulamalara yenilikçi bir katkı sağlamayı hedeflemektedir.

## **5.PROBLEM TANIMI VE GELİŞTİRİLEN MATEMATİKSEL MODEL**

### **5.1 Problem Tanımı**

Günümüzde işletmeler, tedarik zinciri süreçlerinde hem maliyet minimizasyonu hem de çevresel sürdürülebilirliği aynı anda gözetmek zorunda kalmaktadır. Tedarik zincirinin farklı aşamalarında alınacak kararlar, yalnızca işletmenin finansal performansını değil, aynı zamanda çevreye olan etkilerini de doğrudan belirlemektedir. Hammadde tedariki, üretim, depolama ve dağıtım kararlarının yanlış yönetilmesi; yüksek maliyetler, kapasite yetersizlikleri, stok fazlalıkları ve artan karbon emisyonları gibi olumsuz sonuçlar doğurmaktadır.

Bu tez çalışmasının gerçekleştirildiği firma, Türkiye’de faaliyet gösteren ve üretiminin büyük bir kısmını ihracata yönlendiren bir tekstil firmasıdır.

Firmanın üretim süreci, hammadde tedariki, ekstrüzyon işlemi, dokuma, kesim, dikiş, kalite kontrol ve paketleme aşamalarından oluşmaktadır. Bu süreçlerin her biri belirli kapasite sınırlamaları altında yürütülmektedir. Özellikle hammadde deposu, firma tarafından sürekli tam kapasiteye yakın şekilde çalıştırılmakta olup, tedarik sürecinde güvence sağlayabilmek adına yüksek stok seviyeleri tutulmaktadır. Bunun sonucunda, stok politikaları maliyet boyutunda ayrıntılı olarak izlenmemekte ve depo maliyetleri işletme tarafından önemli bir karar kriteri olarak değerlendirilmemektedir.

Firmanın tedarik zinciri yönetiminde çevresel sürdürülebilirlik boyutu henüz sistematik olarak ele alınmamaktadır. Üretim ve dağıtım süreçlerinden kaynaklanan karbon emisyonları hesaplanmamakta, bu nedenle çevresel performansa ilişkin somut veriler karar mekanizmalarına dahil edilememektedir. Bununla birlikte, ihracat pazarlarında çevresel sürdürülebilirlik kriterlerinin giderek önem kazanması, firmanın gelecekte bu alanda stratejik kararlar almasını zorunlu kılmaktadır.

Mevcut durumda firmanın tedarik zinciri süreçleri ağırlıklı olarak maliyet ve teslimat sürelerine göre yönetilmektedir. Ancak yüksek hammadde stok seviyeleri, kapasite sınırlamaları ve çevresel etkilerin göz ardı edilmesi; uzun vadede hem maliyet verimliliğini hem de sürdürülebilirlik performansını olumsuz etkileyebilecek riskler oluşturmaktadır.

Bu bağlamda, çalışmada ele alınan problem; çok dönemli, çok ürünlü ve çok müşterili bir tedarik zincirinde maliyetlerin ve karbon ayak izinin birlikte minimize edilmesi problemidir. Problemin karmaşıklığı, üretim ve stok kapasitesi kısıtları, güvenlik stoğu gereklilikleri, müşteri taleplerinin karşılanması ve karbon emisyonlarının kontrol edilmesi zorunluluklarından kaynaklanmaktadır.

Matematiksel model, bu kararları bütünlük şeklinde ele almak amacıyla karma tamsayılı doğrusal programlama (MILP) yaklaşımı ile formüle edilmiştir. Modelde; hammadde alımı, üretim miktarı, müşteri teslimatları, stok seviyeleri ve sipariş kararları değişkenler aracılığıyla ifade edilmiştir.

## 5.2 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, tedarik zinciri yönetiminde ekonomik ve çevresel performansı aynı anda iyileştirecek bir matematiksel model geliştirmektir.

Çalışmanın özel amaçları şu şekilde özetlenebilir:

- Çok dönemli bir yapıda hammadde, üretim, stok ve dağıtım kararlarını entegre bir şekilde modellemek,
- Maliyet bileşenlerini (hammadde maliyeti, üretim maliyeti, taşıma maliyeti, stok maliyeti, sipariş maliyeti) en aza indirmek,
- Karbon emisyonu bileşenlerini (hammadde temini, üretim, dağıtım ve sabit sipariş emisyonları) azaltmak,
- İşletmelere hem maliyet avantajı hem de çevresel sürdürülebilirlik avantajı sağlamaktadır

Bu amaç doğrultusunda geliştirilen model, Python programlama dili ve Gurobi optimizasyon çözücüsü kullanılarak çözülmüş, farklı senaryolar altında sonuçlar analiz edilmiştir.

### 5.3 Çalışmanın Kapsamı

Çalışmanın kapsamı, üretim işletmelerinin karşılaştığı çok dönemli tedarik zinciri planlama problemleri ile sınırlandırılmıştır.

Modelin;

İndisleri: dönemler, hammaddeler, nihai ürünler ve müşteriler,

Parametreleri: talep miktarları, kapasite değerleri, maliyet katsayıları, depo kapasiteleri, güvenlik stok seviyeleri ve karbon emisyon katsayıları,

Karar değişkenleri: hammadde alımı, üretim miktarı, stok seviyeleri, müşteri teslimatları ve sipariş verme kararları olarak belirlenmiştir.

Model, işletmenin gerçekçi koşullarını yansıtacak bir şekilde stok dengeleme denklemleri, kapasite kısıtları, depolama kısıtları, güvenlik stok kısıtları ve müşteri talebi kısıtlarını içermektedir. Ayrıca, karbon ayak izini dikkate alan emisyon katsayıları modele entegre edilmiştir.

Bu kapsamda geliştirilen matematiksel model, işletmenin karar alma sürecine destek olacak bir araç niteliği taşımakta ve hem maliyet hem de emisyon performansını iyileştirmeyi hedeflemektedir.

Bu çalışmada ele alınan problem için geliştirilen karma tamsayılı doğrusal programlama modeli Güçlü ve Özdemir (2015) tarafından yapılmış olan modelden referans alınarak oluşturulmuştur. Söz konusu referans modelde amaç fonksiyonu toplam maliyetin ve dağıtım merkezleri tarafından iade edilen ürün miktarının minimizasyonu iken bu çalışmada amaç fonksiyonu maliyet ve emisyon değerlerinin aynı anda minimize edilmesidir.

Referans model ile bu tez kapsamında geliştirilen model arasındaki farklar Tablo 5.1’de verilmiştir.

**Tablo 5.1:** Referans model ve geliştirilen model karşılaştırma tablosu

Karşılaştırma Kriteri	Referans Model	Geliştirilen Model
Model	Bulanık Hedef Programlama	Karma Tamsayı Doğrusal Programlama
Talep Yapısı	Bulanık Talep	Deterministik Model
Amaç Fonksiyonu	Toplam Maliyet ve İade Gelen Ürün Miktarı Minimizasyonu	Toplam Maliyet ve Toplam Emisyonun Eş Zamanlı Minimizasyonu
Çevresel Boyut	Yok	Var
Karbon Maliyeti	Yok	Var
Sipariş Kararı	Sürekli Değişken	İkili Değişken
Zaman Boyutu	Çok Dönemli	Çok Dönemli
Ürün Boyutu	Tek Ürünlü	Çok Ürünlü
Karar Değişkenleri	Hammadde alımı, üretim, sevkiyat, ve stok karar değişkenleri	Hammadde alımı, üretim, sevkiyat, stok değişkenleri ve sipariş karar değişkenleri
Yaklaşım	Maliyet Odaklı	Maliyet ve Çevresel Odaklı
Çözüm Ortamı	Microsoft Excel Çözücüsü	Python + Gurobi

Tablo 5.1’de, bu tez kapsamında geliştirilen matematiksel model ile literatürde referans alınan matematiksel model karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Tabloya göre, önerilen model referans modelin temel yapısını korumakla birlikte, çevresel sürdürülebilirlik boyutunu karbon emisyonları aracılığıyla modele dahil ederek literatürdeki mevcut çalışmalarını genişletmektedir. Ayrıca, sipariş kararlarının ikili değişkenler ile temsil edilmesi ve karbon maliyetlerinin amaç fonksiyonuna eklenmesi, modelin karar verme açısından daha gerçekçi ve uygulanabilir sonuçlar üretmesine olanak sağlamaktadır.

#### 5.4 Matematiksel Model

##### İndisler

$t$  : Zaman (ay) ( $t = 1,2,3,\dots$ )

$r$  : Hammadde (ton) ( $r = 1,2,3,\dots$ )

$m$  : Müşteriler (adet) ( $m = 1,2,3,\dots$ )

$k$  : Nihai ürünler (ton) ( $k = 1,2,3,\dots$ )

## Parametreler

$d_{tmk}$ : t döneminde m müşterisinin k ürünü için talebi

$cap_k$ : k ürünü için dönemlik üretim kapasitesi

$b_{rk}$ : Bir birim k ürünü için gerekli olan r hammadde miktarı

$WR$ : Hammadde deposu kapasitesi

$W$ : Nihai ürün deposunun kapasitesi

$WM_{mk}$ : m müşterisinin k ürünü için depolama kapasitesi

$c_r$ : Temin edilen r hammaddesinin birim fiyatı

$pc_k$ : k ürünü için birim üretim maliyeti

$tc_{tmk}$ : t döneminde m müşterisine k ürünü gönderme maliyeti

$hcr_r$ : Bir birim r hammaddesini stoklama maliyeti

$hc_k$ : Bir birim k ürününü stoklama maliyeti

$sir_r$ : r hammaddesinin güvenlik stoku miktarı

$sip_k$ : k ürünü için güvenlik stoku miktarı

$X_r^{max}$ : Her hammadde için belirli bir dönemde tedarik edilebilecek maksimum hammadde miktarı

$IR_r^{max}$ : r hammadde için maksimum stok miktarı

$I_k^{max}$ : k ürünü için maksimum stok miktarı

$ceX_r$ : r hammaddesinin 1 biriminin tedarikinden kaynaklı karbon emisyonu

$ceP_k$ : k ürününün 1 birim üretiminden kaynaklı karbon emisyonu

$ceS_{mk}$ : k ürününün m müşterisine sevkinden kaynaklı karbon emisyonu

$f_r$ : sabit sipariş maliyeti

$k_r$ : sabit karbon maliyeti

## Karar Değişkenleri

$X_{rt}$ : t döneminde alınan r hammadde miktarı

$P_{kt}$ : t döneminde üretilen k ürünü miktarı

$S_{tmk}$ : t döneminde m müşterisine gönderilen k ürünü miktarı

$IR_{rt}$ : t döneminde r hammaddesinin dönem sonu stok miktarı

$I_{kt}$ : t döneminde k ürünün dönem sonu stok miktarı

$IM_{tmk}$ : t döneminde m müşterisinin dönem sonu k ürünü stok miktarı

$Y_{rt}$ : Eğer t döneminde r hammaddesi sipariş edilirse 1, aksi takdirde 0

## Amaç Fonksiyonu

$$\begin{aligned} MinZ = \mu_1 & \left( \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R c_r \cdot X_{rt} \right. \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K p c_k \cdot P_{kt} + \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K t c_{tmk} \cdot S_{tmk} + \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R h c_r \cdot IR_{rt} \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K h c_k \cdot I_{kt} + \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R f_r \cdot Y_{rt} \left. + \mu_2 \left( \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R c e X_r \cdot X_{rt} \right. \right. \\ & + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K c e P_k \cdot P_{kt} \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K c e S_{mk} \cdot S_{tmk} \\ & \left. \left. + \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R k_r \cdot Y_{rt} \right) \right) \end{aligned} \quad (5.1)$$

$MinZ : (\mu_1 * \text{Maliyet Fonksiyonu}) + (\mu_2 * \text{Karbon Emisyon Fonksiyonu})$

## Maliyet Fonksiyonu

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R c_r \cdot X_{rt} + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K p c_k \cdot P_{kt} + \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K t c_{tmk} \cdot S_{tmk} + \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R h c_r \cdot IR_{rt} \\ + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K h c_k \cdot I_{kt} + \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R f_r \cdot Y_{rt} \end{aligned} \quad (5.2)$$

## Karbon Emisyon Fonksiyonu

$$\sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R c e X_r \cdot X_{rt} + \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K c e P_k \cdot P_{kt} + \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K c e S_{mk} \cdot S_{tmk} + \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R k_r \cdot Y_{rt} \quad (5.3)$$

## Kısıtlar

$$IR_{rt} = IR_{r,t-1} + X_{rt} - \sum_k^K b_{rk} \cdot P_{kt} \quad \forall_{r,t} \quad (5.4)$$

$$I_{kt} = I_{k,t-1} + P_{kt} - \sum_m^M S_{tmk} \quad \forall_{k,t} \quad (5.5)$$

$$IM_{tmk} = IM_{t-1,mk} + S_{tmk} - d_{tmk} \quad \forall_{t,m,k} \quad (5.6)$$

$$IR_{rt} \geq s i r_r \quad \forall_{r,t} \quad (5.7)$$

$$I_{kt} \geq s i p_k \quad \forall_{k,t} \quad (5.8)$$

$$P_{kt} \leq c a p_k \quad \forall_{k,t} \quad (5.9)$$

$$S_{tmk} \leq W M_{mk} \quad \forall_{t,m,k} \quad (5.10)$$

$$\sum_r^R IR_{rt} \leq W R \quad \forall_t \quad (5.11)$$

$$\sum_k^K I_{kt} \leq W \quad \forall_t \quad (5.12)$$

$$IM_{tmk} \leq W M_{mk} \quad \forall_{t,m,k} \quad (5.13)$$

$$X_{rt} \leq X_r^{max} \quad \forall_{r,t} \quad (5.14)$$

$$IR_{rt} \leq IR_r^{max} \quad \forall_{r,t} \quad (5.15)$$

$$I_{kt} \leq I_k^{max} \quad \forall_{k,t} \quad (5.16)$$

$$X_{rt} \leq X_r^{max} \cdot Y_{rt} \quad \forall_{r,t} \quad (5.17)$$

$$X_{rt}, P_{kt}, S_{tmk}, IR_{rt}, I_{kt}, IM_{tmk}, \geq 0 \quad \forall_{t,m,k,r} \quad Y_{rt} \in \{0,1\} \quad \forall_{r,t} \quad (5.18)$$

Eşitlik (5.1) ile gösterilen amaç fonksiyonu, sistem genelinde oluşan toplam maliyet ile toplam karbon emisyonunu birlikte minimize etmeye yöneliktir. İki farklı fonksiyon ile ağırlıklı toplam yöntemi kullanılarak tek bir amaç fonksiyonu altında birleştirilmiştir. Böylece hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik hedeflenmektedir. Burada  $\mu_1$  ve  $\mu_2$  değerleri sırasıyla toplam maliyet ve toplam karbon emisyonlarının ağırlık katsayıları olarak ifade edilmektedir. (5.2) eşitliği amaç fonksiyonunun ilk kısmı olan toplam maliyet fonksiyonudur. Bu kısım; hammadde tedarik maliyeti, üretim maliyeti, taşıma (sevkiyat) maliyeti, stok bulundurma maliyeti ve sabit sipariş maliyetlerinin toplamından oluşmaktadır. (5.3) eşitliği amaç fonksiyonunun ikinci kısmı olan toplam karbon emisyon fonksiyonudur ve hammadde alımı, üretim faaliyetleri, ürün sevkiyatları ve sabit siparişlerden kaynaklanan karbon salınımlarının toplamını ifade etmektedir. Eşitlik (5.4), her dönemdeki hammadde stok miktarı ile bir önceki dönem stok miktarı, ilgili dönemde yapılan hammadde alımı ve üretimde kullanılan hammadde miktarı arasındaki stok denge ilişkisini tanımlamaktadır. Bu sayede stok değişimleri dönemsel olarak doğru biçimde izlenmektedir. Eşitlik (5.5), nihai ürünlerin dönemsel stok dengesini ifade etmektedir. Dönem sonu nihai ürün stokları, bir önceki dönem stokları, mevcut dönemdeki üretim miktarı ve sevk edilen ürün miktarı dikkate alınarak belirlenmektedir. Bu kısıt sayesinde, müşterilere sevk edilen ürünlerin mutlaka üretilmiş veya stokta mevcut olması sağlanmaktadır. Eşitlik (5.6), müşterilerin elindeki ürün stoklarının dönemsel hareketini tanımlamaktadır. Müşterilerin dönem sonu stokları, önceki dönem stokları, teslim alınan ürün miktarı ve gerçekleşen talepler dikkate alınarak belirlenmektedir. Bu kısıt sayesinde, müşteri taleplerinin doğrudan sevkiyatlar veya önceki dönemlerden kalan stoklar aracılığıyla karşılanması mümkün olmakta ve erken sevkiyat veya müşteri tarafında stok bulundurma gibi durumlar modele uygulanabilmektedir. Eşitlik (5.7), hammadde stok seviyelerinin belirli bir güvenlik seviyesinin altına düşmemesini sağlamaktadır. Böylece üretim sürecinde hammadde yetersizliği riski azaltılmaktadır. Eşitlik (5.8), nihai ürün stoklarının belirli bir güvenlik seviyesinin altına düşmemesini sağlamaktadır. Bu sayede müşteri taleplerinin karşılanabilirliği garanti altına alınmaktadır. Eşitlik (5.9), üretim miktarının maksimum üretim kapasitesini aşmamasını sağlamaktadır. Eşitlik (5.10), gönderilen ürün miktarlarının müşterilerin maksimum stok kapasitesini aşmamasını sağlamaktadır. Eşitlik (5.11), hammadde stok miktarlarının hammadde depo kapasitesini aşmamasını sağlamaktadır. Eşitlik (5.12), nihai ürün stok miktarları depo kapasitesinin aşmamasını sağlamaktadır. Eşitlik (5.13), müşterilerin ellerindeki ürün stoklarının, müşteri bazında tanımlanan maksimum stok kapasitelerinin üzerine çıkmamasını sağlamaktadır. Eşitlik (5.14), her

dönemde tedarik edilebilecek hammadde miktarının, ilgili hammadde için belirlenen maksimum tedarik sınırını aşmamasını sağlamaktadır. Eşitlik (5.15), hammadde stok miktarlarının maksimum depolama kapasitesini aşmamasını sağlamaktadır. Eşitlik (5.16), nihai ürün stok miktarları maksimum depolama kapasitesini aşmamasını sağlamaktadır. Eşitlik (5.17), eğer bir dönemde sipariş verilmiyorsa, ilgili hammadde miktarı sıfır olmasını sağlamaktadır. Aksi durumda sipariş miktarı maksimum sınırını aşmamalıdır. Eşitlik (5.18), tüm karar değişkenleri sıfır veya sıfırdan büyük olmasını sağlamaktadır.

### **5.5 Örnek Uygulama**

Bu bölümde örnek bir problem üzerinde çalışılmıştır. Bu örnek problemde; dört farklı hammadde türü ( $r:4$ ), iki nihai ürün ( $k:2$ ) ve iki müşteri ( $m:2$ ) olacak şekilde dikkate alınmıştır. Maliyet katsayısı ise  $\mu_1 = 0,6$  ve  $\mu_2 = 0,4$  olarak alınmıştır. Her dönem için talep, kapasite, güvenlik stoğu, depolama sınırı, tedarik kısıtı ve maksimum stok düzeyleri gibi parametrelerin veri değerleri aşağıdaki tablolarda (Tablo 5.2 - Tablo 5.7) verilmiştir. Veri değerleri ton başına olarak belirlenmiştir.

**Tablo 5.2: Talep veri değerleri**

<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	Talep(ton)
0	0	0	22
0	0	1	35
0	1	0	61
0	1	1	69
1	0	0	22
1	0	1	33
1	1	0	52
1	1	1	23
2	0	0	23
2	0	1	76
2	1	0	23
2	1	1	27
3	0	0	22
3	0	1	46
3	1	0	46
3	1	1	23
4	0	0	74
4	0	1	41
4	1	0	32
4	1	1	14
5	0	0	33
5	0	1	10
5	1	0	12
5	1	1	22
6	0	0	23
6	0	1	29
6	1	0	52
6	1	1	12
7	0	0	61
7	0	1	71
7	1	0	69
7	1	1	14
8	0	0	35
8	0	1	18
8	1	0	79
8	1	1	61
9	0	0	35
9	0	1	68
9	1	0	59
9	1	1	58
10	0	0	23
10	0	1	66
10	1	0	28
10	1	1	40
11	0	0	63
11	0	1	30
11	1	0	19
11	1	1	33

**Tablo 5.3: Maliyet veri değerleri**

<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	Maliyet(USD/ton)
0	0	0	23
0	0	1	21
0	1	0	48
0	1	1	48
1	0	0	79
1	0	1	43
1	1	0	77
1	1	1	74
2	0	0	68
2	0	1	76
2	1	0	64
2	1	1	78
3	0	0	49
3	0	1	64
3	1	0	67
3	1	1	53
4	0	0	45
4	0	1	62
4	1	0	78
4	1	1	18
5	0	0	65
5	0	1	23
5	1	0	16
5	1	1	12
6	0	0	31
6	0	1	73
6	1	0	48
6	1	1	69
7	0	0	77
7	0	1	35
7	1	0	43
7	1	1	47
8	0	0	26
8	0	1	51
8	1	0	75
8	1	1	62
9	0	0	72
9	0	1	12
9	1	0	63
9	1	1	12
10	0	0	39
10	0	1	49
10	1	0	28
10	1	1	39
11	0	0	63
11	0	1	40
11	1	0	49
11	1	1	47

**Tablo 5.4:** Hammadde için veri değerleri

Hammadde	$c_r$ (USD/ton)	$hcr_r$ (USD /ton)	$sir_r$ (ton)	$X_r^{max}$ (ton)	$IR_r^{max}$ (ton)	$f_r$ (usd/ton)	$k_r$ (usd/ton)
0	1000	30	500	2000	5000	500	50
1	6000	250	20	2000	4000	300	25
2	2000	30	2	2000	4000	200	15
3	2000	30	20	2000	3000	400	35

**Tablo 5.5:** Nihai ürün için veri değerleri

Nihai Ürün	$cap_k$ (ton)	$pc_k$ (usd/ton)	$hc_k$ (usd/ton)	$sip_k$ (ton)	$I_k^{max}$ (ton)
0	2500	200	20	500	600
1	5000	150	30	400	500

**Tablo 5.6:** Diğer veri değerleri

$WR$ (ton)	$W$ (ton)	$WM_{mk}$ (ton)	$ceX_r$ (usd/ton)	$ceP_k$ (usd/ton)	$ceS_{mk}$ (usd/ton)
30000	30000	5000	5	15	2

**Tablo 5.7:** Kullanım oranı veri değerleri

$r$	$k$	oran
0	0	0,6
1	0	0,2
3	0	0,2
0	1	0,3
1	1	0,1
2	1	0,2
3	1	0,1

Örnek problem Python programlama dili ve Gurobi çözücüsü kullanılarak 6,91 saniyede çözülmüştür.

### **Çözüm Rapor Sonuçları;**

Model çözümünün çıktı raporu sonuçları Tablo 5.8'de sunulmuştur. Tabloya ilişkin detaylı rapor çıktısı Ek-A'da verilmiştir.

**Tablo 5.8: Örnek problem sonuç raporu**

<b>Hammadde Alımı (<math>X_{rt}</math>)</b>	<b>Ürün Stokları (<math>I_{kt}</math>)</b>
Hammadde 1, Dönem 1: 1463.00 ton	Ürün 1, Dönem 1: 500.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 6: 261.00 ton	Ürün 1, Dönem 2: 500.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 10: 53.00 ton	Ürün 1, Dönem 3: 500.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 1: 341.00 ton	Ürün 1, Dönem 4: 500.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 3: -0.00 ton	Ürün 1, Dönem 5: 500.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 6: 87.00 ton	Ürün 1, Dönem 6: 500.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 10: 18.00 ton	Ürün 1, Dönem 7: 500.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 1: 184.00 ton	Ürün 1, Dönem 8: 500.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 6: 47.00 ton	Ürün 1, Dönem 9: 500.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 10: 35.00 ton	Ürün 1, Dönem 10: 500.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 1: 341.00 ton	Ürün 1, Dönem 11: 500.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 6: 87.00 ton	Ürün 1, Dönem 12: 500.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 10: 18.00 ton	Ürün 2, Dönem 1: 400.00 ton stok
<b>Ürün Üretimi (<math>P_{kt}</math>)</b>	Ürün 2, Dönem 2: 400.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 1: 1150.00 ton	Ürün 2, Dönem 3: 400.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 6: 318.00 ton	Ürün 2, Dönem 4: 400.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 1: 910.00 ton	Ürün 2, Dönem 5: 400.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 6: 234.00 ton	Ürün 2, Dönem 6: 400.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 10: 175.00 ton	Ürün 2, Dönem 7: 400.00 ton stok
<b>Müşteri Teslimatları (<math>S_{tmk}</math>)</b>	Ürün 2, Dönem 8: 400.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 1: 436.00 ton	Ürün 2, Dönem 9: 400.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 1: 354.00 ton	Ürün 2, Dönem 10: 400.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 6: 5.00 ton	Ürün 2, Dönem 11: 400.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 10: 164.00 ton	Ürün 2, Dönem 12: 400.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 1: 214.00 ton	
Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 6: 318.00 ton	
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 1: 156.00 ton	
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 6: 229.00 ton	
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 10: 11.00 ton	
<b>Sipariş Verme Kararları ve Maliyetleri</b>	
Hammadde 1, Dönem 1: Sipariş verildi → Maliyet: 500.00 USD	
Hammadde 1, Dönem 6: Sipariş verildi → Maliyet: 500.00 USD	
Hammadde 1, Dönem 10: Sipariş verildi → Maliyet: 500.00 USD	
Hammadde 2, Dönem 1: Sipariş verildi → Maliyet: 300.00 USD	
Hammadde 2, Dönem 6: Sipariş verildi → Maliyet: 300.00 USD	
Hammadde 2, Dönem 10: Sipariş verildi → Maliyet: 300.00 USD	
Hammadde 3, Dönem 1: Sipariş verildi → Maliyet: 200.00 USD	
Hammadde 3, Dönem 6: Sipariş verildi → Maliyet: 200.00 USD	
Hammadde 3, Dönem 10: Sipariş verildi → Maliyet: 200.00 USD	
Hammadde 4, Dönem 1: Sipariş verildi → Maliyet: 400.00 USD	
Hammadde 4, Dönem 6: Sipariş verildi → Maliyet: 400.00 USD	
Hammadde 4, Dönem 10: Sipariş verildi → Maliyet: 400.00 USD	

**Tablo 5.8: (devam)**

<b>Hammadde Stokları (<math>IR_{rt}</math>)</b>	<b>Müşteri Stokları (<math>IM_{tmk}</math>)</b>
Hammadde 1, Dönem 1: 500.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 1: 414.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 2: 500.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 2: 392.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 3: 500.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 3: 369.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 4: 500.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 4: 347.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 5: 500.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 5: 273.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 6: 500.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 6: 240.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 7: 500.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 7: 217.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 8: 500.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 8: 156.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 9: 500.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 9: 121.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 10: 500.50 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 10: 86.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 11: 500.50 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 11: 63.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 12: 500.50 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 12: 0.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 1: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 1: 319.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 2: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 2: 286.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 3: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 3: 210.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 4: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 4: 164.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 5: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 5: 123.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 6: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 6: 118.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 7: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 7: 89.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 8: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 8: 18.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 9: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 9: 0.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 10: 20.50 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 10: 96.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 11: 20.50 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 11: 30.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 12: 20.50 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 12: 0.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 1: 2.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 1: 153.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 2: 2.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 2: 101.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 3: 2.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 3: 78.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 4: 2.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 4: 32.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 5: 2.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 5: 0.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 6: 2.20 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 6: 306.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 7: 2.20 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 7: 254.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 8: 2.20 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 8: 185.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 9: 2.20 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 9: 106.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 10: 2.20 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 10: 47.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 11: 2.20 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 11: 19.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 12: 2.20 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 12: 0.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 1: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 1: 87.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 2: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 2: 64.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 3: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 3: 37.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 4: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 4: 14.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 5: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 5: 0.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 6: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 6: 207.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 7: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 7: 195.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 8: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 8: 181.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 9: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 9: 120.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 10: 20.50 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 10: 73.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 11: 20.50 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 11: 33.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 12: 20.50 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 12: 0.00 ton stok

Hammadde alımı; tüm hammaddelerde 1., 6. ve 10. dönemlerde alım yapıldığı görülmektedir. Bu düzenli aralıklarla (yaklaşık her 5 dönem) modelin stok maliyetleri ile sipariş maliyetleri arasında denge kurduğunu göstermektedir. Örneğin, hammadde 1 1.466 ton alımı ile başladıktan sonra yalnızca 6. ve 10. dönemlerde ek tedarik yapmaktadır. Bu, talep dalgalanmalarına göre modelin toplu alım stratejisi izlediğini göstermektedir.

Ürün üretimi; üretim yalnızca belirli dönemlerde (1., 6. ve 10. dönem) gerçekleşmiştir. Bu, üretim kapasitesine bağlı olarak parti üretim yaptığını göstermektedir. Sonuç olarak her dönem üretim yapmak yerine uygun maliyetli dönemlerde üretim yapıp stokta tutmak tercih edilmiştir.

Hammadde stokları; hammadde stokları tüm dönemlerde stabil seyretmektedir. Bu, güvenlik stoğu kısıtını aktif olduğunu ve hammadde kesintilerine karşı koruma sağladığını göstermektedir.

Ürün stokları; ürün stokları da sabittir. Fazla üretim yerine kontrollü stok seviyesi tercih edilmiştir.

Müşteri stokları; müşteri stoklarında dönemsel azalmalar gözlenmektedir. Örneğin, Müşteri 1 – Ürün 1 stokları 414 tondan başlayıp 12. dönemde sifıra inmiştir, bu talebin tam karşılandığını göstermektedir. Müşteri 2 – Ürün 2 için stok 87 tondan 1 tona düşmektedir, bu da stokların dönem sonunda tamamen tüketildiği anlaşılmaktadır.

Sipariş kararları ve maliyetleri; siparişler yalnızca 1., 6. ve 10. dönemlerde verilmiştir. Yani model, her dönem sipariş vermek yerine toplu alım stratejisini daha karlı bulmuştur.

Tablo 5.9 – Tablo 5.11’da amaç fonksiyonuna ilişkin bileşenler ve sonuç değerleri verilmiştir.

**Tablo 5.9:** Örnek problem maliyet bileşenleri

Maliyet Bileşenleri	
Hammadde Maliyeti	5.877.000,00 USD
Üretim Maliyeti	491.450,00 USD
Taşıma Maliyeti	45.273,00 USD
Hammadde Stok Maliyeti	200.127,00 USD
Nihai Ürün Stok Maliyeti	264.000,00 USD
Sipariş Maliyeti	4.200,00 USD
<b>Toplam Maliyet</b>	<b>6.882.050,00 USD</b>

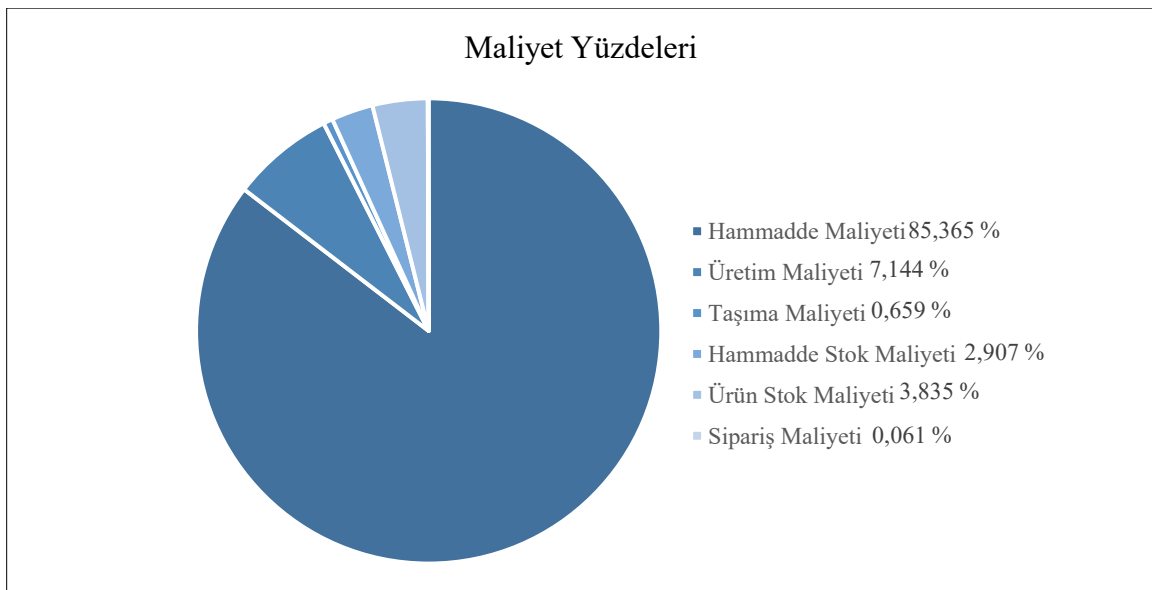
**Tablo 5.10:** Örnek problem karbon emisyon bileşenleri

Karbon Emisyon Bileşenleri	
Hammadde Alımı Emisyonu	14.675,00 USD
Üretim Emisyonu	41.805,00 USD
Sevkiyat Emisyonu	3.774,00 USD
Sabit Sipariş Emisyonu	375,00 USD
<b>Toplam Karbon Emisyonu</b>	<b>60.629,00 USD</b>

**Tablo 5.11:** Örnek problem amaç fonksiyonu bileşenleri

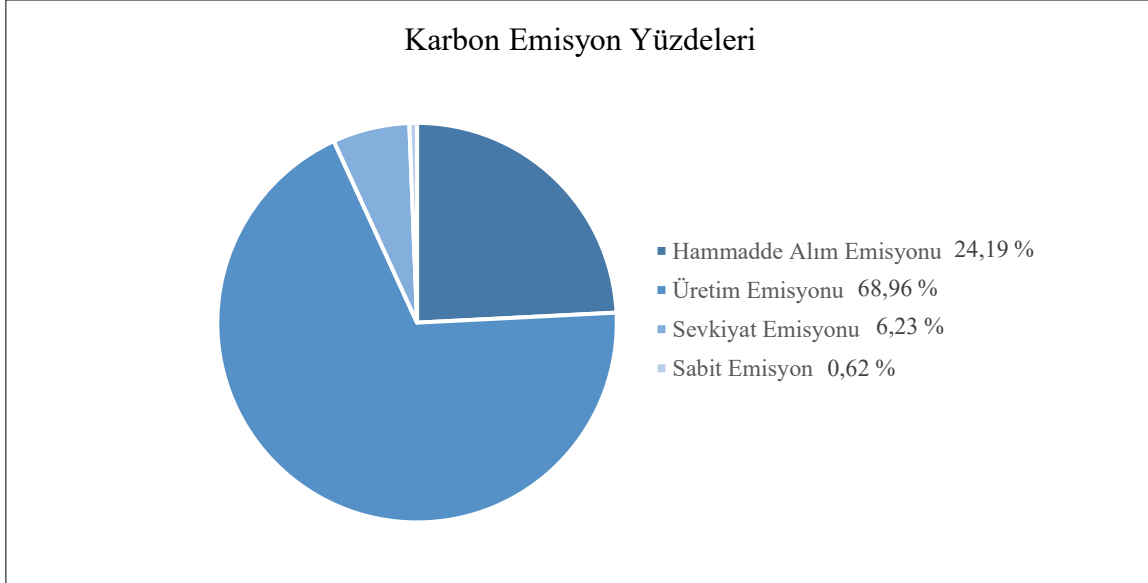
<b>Toplam Maliyet</b>	6.882.050,00 USD
<b>Toplam Emisyon</b>	60.629,00 USD
<b>Amaç Fonksiyonu</b>	4.153.481,60 USD

Maliyet bileşenleri; toplam maliyet 6.882.050,00 USD olarak hesaplanmıştır. Maliyet bileşenlerine bakıldığında en fazla maliyeti etkileyen türün hammadde maliyeti olduğu görülmüştür. Daha sonrasında üretim maliyeti gelmektedir. Şekil 5.1’de toplam maliyeti oluşturan maliyet bileşenlerinin yüzde olarak gösterimi verilmiştir. Grafiğe bakıldığında toplam maliyetin %85,365’lik kısmının hammadde maliyetinden oluştuğu görülmektedir. Diğer maliyetler hammadde maliyetine göre oldukça az yüzdeye sahiptir.



**Şekil 5.1:** Örnek Problem Maliyet Bileşenleri Yüzde Grafiği

Karbon emisyon bileşenleri; toplam emisyon miktarı 60.629 USD olarak bulunmuştur. Emisyon kısmında ise üretim emisyonunun diğerlerine göre daha büyük bir yüzdeye sahip olduğu görülmüştür. Şekil 5.2’de karbon emisyon yüzdeleri grafiği aşağıda verilmiştir.



**Şekil 5.2:** Örnek Problem Karbon Emisyon Bileşenleri Yüzde Grafiği

### 5.6 Veri Setleri Uygulaması

Bu bölümde küçük, orta ve büyük boyutlu veri setleri ile çalışmalar yapılmıştır. Veri setlerinin içeriğinde yer alan talep, maliyet, hammadde verileri gibi değerler gerçek hayata uygun olacak şekilde belirli aralıkta rassal olarak oluşturulmuştur. Bir orta boyutlu veri setine ait sonuç raporu Ek B’de verilmiştir. Her veri seti için iki farklı ağırlıklandırma senaryosu kullanılmıştır ve özet sonuçlar Tablo 5.12’ de sunulmuştur.

**Tablo 5.12:** Veri setleri uygulama tablosu

Veri Setleri	r	m	k	$\mu 1:0,9 - \mu 2:0,1$					$\mu 1:0,1 - \mu 2:0,9$				
				Maliyet Fonksiyonu	Emisyon Fonksiyonu	Amaç Fonksiyonu	Gap Değeri	Çözüm Süresi (sn)	Maliyet Fonksiyonu	Emisyon Fonksiyonu	Amaç Fonksiyonu	Gap Değeri	Çözüm Süresi (sn)
KÜÇÜK BOYUTLU VERİ SETİ	2	1	1	2.820.652,00	21.337,00	2.540.720,50	0.0000%	0,19	2.820.652,00	21.337,00	301.268,50	0.0000%	0,20
	2	2	2	5.448.243,00	56.919,00	4.909.110,60	0.0099%	0,74	5.448.243,00	56.919,00	596.051,40	0.0097%	0,42
	2	2	3	6.404.202,00	84.997,00	5.772.281,50	0.0062%	1,68	6.404.291,00	84.997,00	716.926,40	0.0091%	0,47
	2	3	4	8.418.385,00	145.008,00	7.591.047,30	0.0077%	0,10	8.418.343,00	145.008,00	972.341,50	0.0064%	0,32
	2	5	2	10.427.084,00	121.736,00	9.396.549,20	0.0012%	2,56	10.427.113,00	121.736,00	1.152.273,70	0.0099%	0,58
	3	2	3	7.566.030,00	87.972,00	6.818.224,20	0.0094%	12,99	7.566.760,00	87.867,00	835.756,30	0.0022%	11,55
	3	3	2	7.713.026,00	78.886,00	6.949.612,00	0.0000%	0,73	7.713.596,00	78.796,00	842.276,00	0.0067%	0,95
	3	3	4	9.956.304,00	148.938,00	8.975.567,40	0.0067%	3,43	9.956.819,00	148.848,00	1.129.645,10	0.0075%	4,32
	3	4	4	12.519.780,00	192.915,00	11.287.093,50	0.0082%	3,25	12.520.528,00	192.825,00	1.425.595,30	0.0040%	6,27
	3	5	5	15.570.929,00	283.967,00	14.042.232,80	0.0032%	15,88	15.571.834,00	283.877,00	1.812.672,70	0.0044%	9,96
	4	2	2	6.882.178,00	60.646,00	6.200.024,80	0.0097%	6,05	6.882.354,00	60.504,00	742.689,00	0.0099%	8,03
	4	2	5	8.972.818,00	134.339,00	8.088.970,10	0.0099%	21,59	8.973.208,00	134.199,00	1.018.099,90	0.0093%	32,08
	4	3	3	10.878.688,00	119.970,00	9.802.816,20	0.0080%	2,32	10.878.971,00	119.810,00	1.195.726,10	0.0055%	2,78
	4	4	4	14.045.636,00	196.880,00	12.660.760,40	0.0064%	5,82	14.045.197,00	196.755,00	1.581.599,20	0.0012%	11,27
	4	5	2	13.477.011,00	129.651,00	12.142.275,00	0.0094%	19,98	13.477.372,00	129.526,00	1.464.310,60	0.0096%	46,70
	5	2	4	9.988.414,00	119.553,00	9.001.527,90	0.0094%	46,75	9.988.674,00	119.434,00	1.106.358,00	0.0057%	49,34
	5	3	2	9.530.836,00	85.081,00	8.586.260,50	0.0090%	1,11	9.530.774,00	84.851,00	1.029.443,30	0.0037%	2,06
	5	3	5	13.267.557,00	191.171,00	11.959.918,40	0.0100%	6,19	13.267.762,00	191.136,00	1.498.798,60	0.0100%	4,07
	5	4	3	15.961.367,00	166.276,00	14.381.857,90	0.0033%	7,52	15.961.350,00	166.276,00	1.745.783,40	0.0100%	27,17
	5	5	5	20.111.740,00	301.502,00	18.130.716,20	0.0098%	40,11	20.111.799,00	301.307,00	2.282.356,20	0.0053%	65,90

**Tablo 5.12: (devam)**

Veri Setleri	r	m	k	$\mu1:0,9 - \mu2:0,1$					$\mu1:0,1 - \mu2:0,9$				
				Maliyet Fonksiyonu	Emisyon Fonksiyonu	Amaç Fonksiyonu	Gap Değeri	Çözüm Süresi (sn)	Maliyet Fonksiyonu	Emisyon Fonksiyonu	Amaç Fonksiyonu	Gap Değeri	Çözüm Süresi (sn)
ORTA BOYUTLU VERİ SETİ	6	3	4	13.070.153,00	161.308,00	11.779.268,500	0,0092%	6,88	13.070.013,00	161.203,00	1.452.084,00	0,0076%	13,93
	6	4	5	17.557.016,00	253.359,00	15.826.650,300	0,0030%	9,15	17.557.082,00	253.359,00	1.983.731,300	0,0030%	10,09
	6	5	6	24.478.885,00	369.509,00	22.067.947,400	0,0099%	227,54	24.479.427,00	369.389,00	2.780.392,800	0,0099%	115,6
	6	6	7	35.267.537,00	504.269,00	31.791.210,200	0,0098%	50,52	35.267.593,00	504.129,00	3.980.475,400	0,0100%	104,66
	7	3	5	16.211.952,00	200.371,00	14.610.793,900	0,0089%	24,31	16.212.514,00	200.261,00	1.801.486,300	0,0001%	25,56
	7	4	4	19.551.410,00	216.390,00	17.617.908,000	0,0003%	19,43	19.551.517,00	216.365,00	2.149.880,200	0,0003%	28,12
	7	5	7	33.716.789,00	436.148,00	30.388.724,900	0,0100%	170,77	33.719.200,00	435.953,00	3.764.277,700	0,0097%	176,21
	7	6	6	32.746.795,00	446.876,00	29.516.803,100	0,0099%	71,37	32.746.673,00	446.753,00	3.676.745,000	0,0100%	241,15
	8	3	6	20.972.305,00	252.871,00	18.900.361,600	0,0079%	203,77	20.974.028,00	252.581,00	2.324.725,700	0,0054%	271,02
	8	4	7	32.043.685,00	374.716,00	28.876.788,100	0,0086%	392,46	32.044.409,00	374.506,00	3.541.496,300	0,0100%	449,74
	8	5	4	24.641.958,00	264.695,00	22.204.231,700	0,0005%	186,42	24.641.984,00	264.500,00	2.702.248,400	0,0002%	298,67
	8	6	5	30.270.427,00	377.441,00	27.281.128,400	0,0086%	47,15	30.270.636,00	377.321,00	3.366.652,500	0,0067%	167,58
	9	3	7	26.218.936,00	295.645,00	23.626.606,900	0,0097%	246,17	26.221.641,00	295.190,00	2.887.835,100	0,0099%	295,66
	9	4	6	27.336.707,00	329.946,00	24.636.030,900	0,0074%	144,39	27.337.927,00	329.651,00	3.030.478,600	0,0097%	224,14
	9	5	5	27.118.224,00	326.287,00	24.439.030,300	0,0071%	372,48	27.118.501,00	326.007,00	3.005.256,400	0,0002%	247,02

**Tablo 5.12: (devam)**

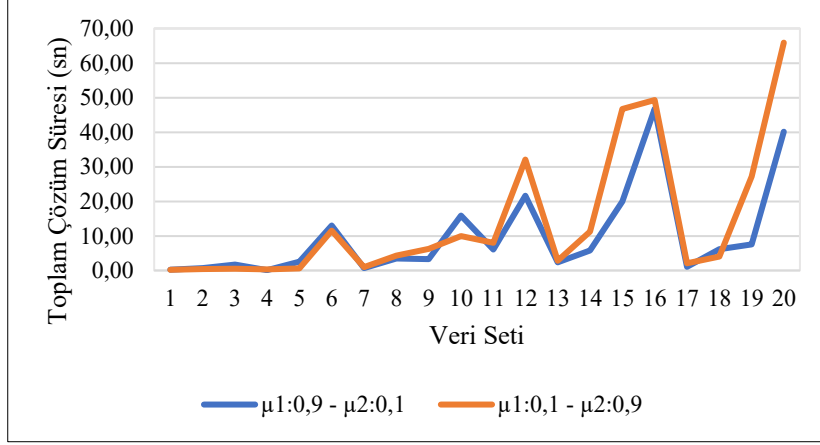
Veri Setleri	r	m	k	$\mu 1:0,9 - \mu 2:0,1$					$\mu 1:0,1 - \mu 2:0,9$				
				Maliyet Fonksiyonu	Emisyon Fonksiyonu	Amaç Fonksiyonu	Gap Değeri	Çözüm Süresi (sn)	Maliyet Fonksiyonu	Emisyon Fonksiyonu	Amaç Fonksiyonu	Gap Değeri	Çözüm Süresi (sn)
BÜYÜK BOYUTLU VERİ SETİ	10	3	4	16.352.447,00	170.490,00	14.734.251,30	0.0092%	31,98	16.352.521,00	170.438,00	1.788.646,30	0.0000%	51,07
	10	4	7	34.578.871,00	387.841,00	31.159.768,00	0.0100%	649,49	34.580.324,00	387.321,00	3.806.621,30	0.0098%	1544,8
	10	5	6	33.759.112,00	402.554,00	30.423.456,20	0.0065%	1.092,36	33.760.533,00	402.144,00	3.737.982,90	0.0099%	486,88
	10	6	5	33.228.946,00	392.681,00	29.945.319,50	0.0053%	131,29	33.230.340,00	392.381,00	3.676.176,90	0.0094%	167,75
	10	7	3	25.842.507,00	275.463,00	23.285.802,60	0.0085%	100,92	25.842.523,00	275.463,00	2.832.169,00	0.0097%	95,33
	10	7	4	33.405.810,00	363.497,00	30.101.578,70	0.0026%	673,65	33.406.231,00	363.447,00	3.667.725,40	0.0015%	194,66
	11	5	7	41.448.281,00	468.033,00	37.350.256,20	0.0086%	921,79	41.448.187,00	467.553,00	4.565.616,40	0.0097%	394,38
	11	6	8	57.962.944,00	637.833,00	52.230.432,90	0.0100%	2.196,46	57.966.643,00	637.178,00	6.370.124,50	0.0100%	1248,43
	11	5	5	28.405.748,00	333.007,00	25.598.473,90	0.0004%	1.431,40	28.406.354,00	332.707,00	3.140.071,70	0.0003%	325,35
	12	4	6	28.390.515,00	335.526,00	25.585.016,10	0.0063%	232,95	28.392.146,00	335.006,00	3.140.720,00	0.0096%	248,45
	12	5	5	28.408.428,00	333.067,00	25.600.891,90	0.0004%	795,65	28.409.034,00	332.767,00	3.140.393,70	0.0003%	353,12
	12	5	6	33.776.734,00	402.734,00	30.439.334,00	0.0040%	375,38	33.778.168,00	402.324,00	3.739.908,40	0.0099%	327,1
	12	6	5	33.246.604,00	392.861,00	29.961.229,70	0.0050%	231,08	33.248.032,00	392.561,00	3.678.108,10	0.0066%	153,83
	12	8	9	97.655.501,00	940.822,00	87.984.033,10	0.0100%	6.273,87	97.656.530,00	940.647,00	10.612.235,30	0.0100%	5086,67
	13	5	9	64.493.603,00	611.696,00	58.105.412,30	0.0100%	1.613,41	64.497.425,00	611.076,00	6.999.710,90	0.0100%	1564,28

Bu bölümde küçük, orta ve büyük boyutlu veri setleri ile çalışmalar yapılmıştır. Tablodaki sonuçlar genel olarak modelin iki farklı ağırlıklandırma senaryosu ( $\mu_1 = 0,9 - \mu_2 = 0,1$  ve  $\mu_1 = 0,1 - \mu_2 = 0,9$ ) altında oldukça tutarlı davrandığını göstermektedir. İlk senaryoda maliyet öncelikli bir yaklaşım benimsenmiş, ikinci senaryoda ise karbon emisyonu minimizasyonuna daha fazla önem verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında,  $\mu_2 = 0,9$  olduğunda model, emisyon değerlerini çoğu durumda küçük oranlarda azaltırken buna karşılık toplam maliyetlerde sınırlı bir artış göstermektedir. Bu, klasik çok amaçlı optimizasyon davranışını doğrulamakta; sistem, maliyet etkinliğinden küçük ödünler vererek çevresel performansını iyileştirmektedir. Modelin çözümündeki gap toleransı %0,01'dir.

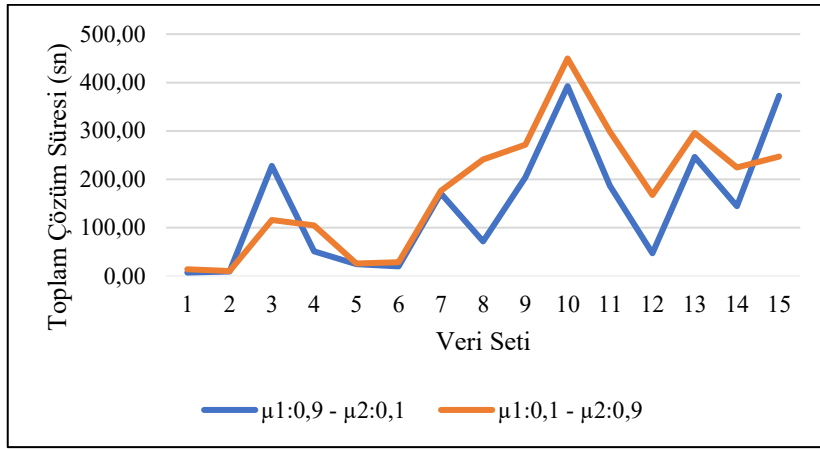
Bazı satırlarda emisyon düşüşüyle birlikte maliyet artışı oldukça düşük kalmış, dolayısıyla bu noktalar ucuz emisyon azaltımı fırsatlarını göstermektedir. Öte yandan birkaç örnekte emisyonun çok az arttığı veya hiç değişmediği görülmektedir; bu durum karma tam sayılı doğrusal modellerde (MILP) tolerans sınırları ve eşdeğer çözümler nedeniyle beklenen bir davranıştır. Modelin gap değerleri 0,00x % aralığında olup çözümlerin neredeyse optimuma yakın bulunduğunu, dolayısıyla sapmaların istatistiksel olarak ihmal edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir.

Çözüm süreleri incelendiğinde, problem boyutu büyüdükçe sürenin doğrusal olmayan biçimde artması dikkat çekmektedir. Bu durum, karar değişkenlerinin sayısının ve özellikle ikili sipariş değişkenlerinin ( $Y$ ) modele getirdiği karmaşıklığın doğal sonucudur. Bazı satırlarda  $\mu_2 = 0,9$  senaryosu daha uzun sürede çözülmüştür; çünkü ağırlık yapısı, çözüm ağacındaki dallanma-kesme stratejilerini etkileyerek çözücü performansını değiştirmektedir.

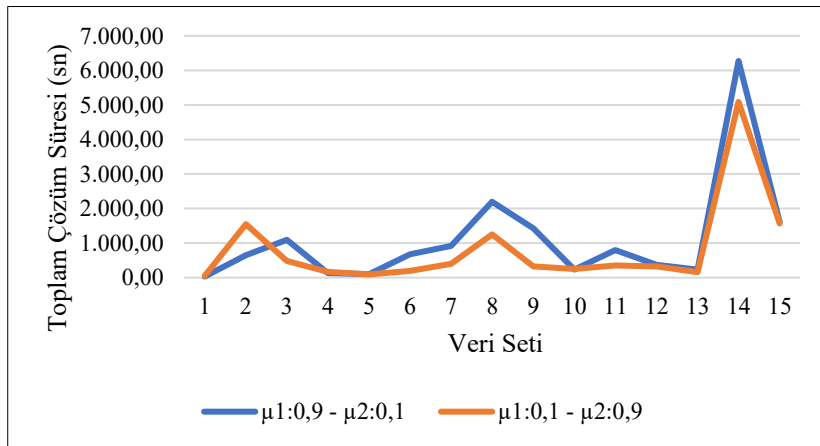
Genel olarak tablo, modelin iki senaryo arasında istikrarlı, duyarlı ve ekonomik açıdan anlamlı bir denge kurduğunu; maliyet ile karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi net biçimde yansıttığını göstermektedir. Küçük artışlarla sağlanan önemli emisyon düşüşleri, sistemin çevresel performansını artırmak için maliyet açısından uygulanabilir bir alan bulunduğunu ortaya koymaktadır. Aynı veri setlerinin farklı ağırlık katsayıları ile çözülmesi ile oluşan sürelere ait karşılaştırma grafikleri Şekil 5.3 – Şekil 5.5'te verilmiştir.



Şekil 5.3: Küçük Boyutlu Problemler İçin Çözüm Süresi Karşılaştırma Grafiği



Şekil 5.4: Orta Boyutlu Problemler İçin Çözüm Süresi Karşılaştırma Grafiği



Şekil 5.5: Büyük Boyutlu Problemler İçin Çözüm Süresi Karşılaştırma Grafiği

## 6.UYGULAMA

Bu bölümde, geliştirilen çok dönemli tedarik zinciri optimizasyon modelinin bir tekstil firmasından alınan gerçek verilerle uygulanması sonucunda elde edilen sonuçlardan bahsedilmektedir. Modelde indisler, 5 hammadde ( $r$ ), 10 müşteri ( $m$ ) ve 5 nihai ürün ( $k$ ) olacak şekilde belirlenmiştir. Uygulama için kullanılan veri değerleri Ek C’te verilmiştir.

Model, üretim, stoklama ve müşteri taleplerini dikkate alarak hammadde tedariki, ürün üretimi ve dağıtım kararlarını eş zamanlı olarak optimize etmiştir. Böylece işletmenin toplam maliyetini minimize ederken talep karşılama düzeyini ve kaynak kullanım verimliliğini maksimize etmeyi hedeflemiştir.

Tablo 6.1’de uygulama çözüm sonuç tablosu sunulmuştur.

**Tablo 6.1:** Uygulama çözüm sonuç tablosu

$\mu 1: 0,7 - \mu 2: 0,3$							
$r$	$m$	$k$	Maliyet Fonksiyonu	Emisyon Fonksiyonu	Amaç Fonksiyonu	Gap Değeri	Toplam Çözüm Süresi (sn)
5	10	5	70.639.418,50	1.411.953,00	49.871.178,85	0,0075%	82,56

Modelde maliyet ve karbon emisyonu birlikte ele alınmış olup, ağırlıklı amaç fonksiyonu kullanılmıştır. Çözüm sonucunda elde edilen toplam amaç değeri 49.871.178,85 olarak bulunmuştur. Bu değer, seçilen ağırlık katsayıları ( $\mu 1: 0,7$  ve  $\mu 2: 0,3$ ) altında maliyet ve çevresel etkiler arasında bir dengeyi temsil etmektedir. Sonuçlar bütün olarak değerlendirildiğinde, geliştirilen modelin:

- Hammadde tedarikini güvenlik stoku kısıtlarını ihlal etmeden,
- Üretim kapasitesini etkin kullanarak,
- Müşteri taleplerini karşılayacak şekilde sevkiyat ve müşteri stoklarını planlayarak,
- Toplam maliyet ve karbon emisyonunu birlikte minimize eden dengeli bir planlama ortaya koyduğu söylenebilmektedir.

Modelin çözümünde kullandığımız gap toleransı %0,01’dir.

Çözüm süresi ve gap değerlerine bakıldığında ise 82,56 saniye ve 0,0075% değerleri probleme ait optimum çözüm için ideal olduğunu göstermektedir.

Ek Ç'de modelin çözümüne ait sonuç raporu verilmiştir. Bu rapora göre;

Hammadde alımı, dönem başlarında yüksek miktarlı hammadde alımları yapmış, sonraki dönemlerde bu miktarları azaltmıştır. Örneğin; hammadde 1 için 1. dönemde 2000 ton, 5. dönemde 541 ton alım yapılmıştır. Bazı dönemlerde (10. ve 12. dönemler) ise alım miktarları 0'dır. Model, talep ve stok değişimlerini dikkate alarak sadece gerekli dönemlerde alım yapmıştır. Hammadde tedarigi hem maksimum sipariş miktarı hem de hammadde ve depo kapasitesi kısıtları altında planlanmış böylece stok yetersizliği riski minimize edilirken gereksiz stok birikimi de sınırlandırılmıştır.

Üretim miktarları incelendiğinde dönemler arasında dalgalanma olduğu görülmektedir. Ürünler için ilk iki dönemde üretim miktarları yoğunken, sonraki dönemlerde üretim miktarları düşmüştür. Bazı dönemlerde ise üretim tamamen durmuştur. Model, dönemsel talep profilini ve hammadde bulunabilirliğini dikkate alarak bazı dönemlerde üretimi artırırken, talebin düşük olduğu veya stok seviyelerinin yeterli olduğu dönemlerde üretimi sınırlamaktadır. Böylece kapasite kullanım oranları dengeli bir şekilde dağıtılmış ve gereksiz üretimden kaynaklanan maliyet ve emisyon artışları engellenmeye çalışılmıştır.

Müşteri teslimatları, her müşteri ve ürün için sevkiyatların tüm dönemlere eşit yayılmadığı, bunun yerine belirli dönemlerde yoğunlaşan toplu teslimatların tercih edildiği görülmektedir. Bazı müşteri-ürün çiftlerinde ilk dönemlerde yüksek miktarda sevkiyat yapılırken, takip eden dönemlerde teslimatın sıfır kaldığı; bazılarında ise talebin ortaya çıktığı orta dönemlerde tek seferde büyük miktarlı teslimatların gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu yapı, modelin müşteri talep dalgalanmalarını ve ürün bulunurluğunu dikkate alarak gereksiz sevkiyat ve stok hareketlerinden kaçındığını, talep oluştuğunda ise üretim ve stok seviyeleriyle uyumlu olacak şekilde zamanında ve yeterli miktarda teslimat yaptığını göstermektedir.

Hammadde stok seviyeleri genellikle sabit düzeyde seyretmiş ve hiçbir dönemde stok tükenmesi yaşanmamıştır. Bu istikrarlı yapı, modelin güvenlik stoku kısıtını doğru bir şekilde uyguladığını ve tedarik riskine karşı koruma sağladığını göstermektedir. Aynı zamanda fazla stok birikiminden kaçınılması, depolama maliyetlerinin kontrol altında tutulduğunu ifade etmektedir.

Nihai ürün stok seviyeleri incelendiğinde tüm ürünlerde dönemler boyunca oldukça stabil bir stok yapısının korunduğu görülmektedir. Ürün 1 ve Ürün 4'te stok seviyeleri tüm dönemlerde 500 ton olarak sabit kalmış, taleplere rağmen stok seviyesinde herhangi bir azalma meydana gelmemiştir. Benzer şekilde Ürün 2 ve Ürün 5 için stoklar 400 ton, Ürün 3 için ise 300 ton seviyesinde tutulmuştur. Bu sonuçlar, modelin güvenlik stoğu kısıtlarını tam olarak koruduğunu ve stok seviyelerini belirlenen minimum seviyelerin altına düşürmeden talebi karşılamaya yönelik dengeli bir üretim ve teslimat politikası izlediğini göstermektedir. Bu durum, modelin stok maliyetlerini minimize ederken hizmet seviyesini de yüksek tutmayı başardığını göstermektedir.

Müşteri stokları, bazı müşterilerde dönemsel artışlar, bazılarında azalmalar gözlenmiştir. Bu farklılıklar, müşteri bazlı talep planlamasının modele dahil edildiğini göstermektedir. Model, müşterilerin stok kapasitesini dikkate alarak teslimat planlamasını optimize etmiştir. Bu sayede müşteri memnuniyetini artırırken, gereksiz ürün stoklamasının da önüne geçilmiştir.

Sipariş kararları (İkili Değişken),  $Y_{rt}$  değişkeni, t döneminde r hammaddesinin sipariş edilip edilmediğini belirleyen 0-1 değişkendir. Tüm hammaddeler için her dönemde düzenli olarak sipariş verildiği görülmektedir. Model, üretim ve stok seviyelerini kesintiye uğratmamak adına her dönemde sabit tedarik politikası uygulamış ve böylece hammadde eksikliğine bağlı üretim aksamalarını tamamen ortadan kaldırmıştır. Her bir hammadde için maliyetlerin dönemler boyunca değişmeden sabit kalması, tedarik miktarlarının modele tanımlanan periyot maliyetleriyle uyumlu şekilde optimize edildiğini göstermektedir. Bu sonuçlar, modelin hammadde tedarikinde stok kesintisini önlemeye odaklı, istikrarlı ve maliyet açısından kontrol edilebilir bir tedarik stratejisi oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Böylece üretim planı boyunca hammadde eksikliği riskinin en aza indirildiği ve tedarik maliyetlerinin dönemler arasında dengeli bir şekilde dağıtıldığı görülmektedir. Uygulama sonucuna göre amaç fonksiyonunda kullanılan maliyet ve karbon emisyon bileşenleri Tablo 6.2 – Tablo 6.4'te sunulmuştur.

**Tablo 6.2:** Uygulama maliyet bileşenleri

Maliyet Bileşenleri	
Hammadde Maliyeti	58.158.000 USD
Üretim Maliyeti	10.421.200 USD
Taşıma Maliyeti	1.127.010 USD
Hammadde Stok Maliyeti	188.028,5 USD
Nihai Ürün Stok Maliyeti	738.000 USD
Sipariş Maliyeti	7.180 USD
<b>Toplam Maliyet</b>	<b>70.639.418,5 USD</b>

**Tablo 6.3:** Uygulama karbon emisyon bileşenleri

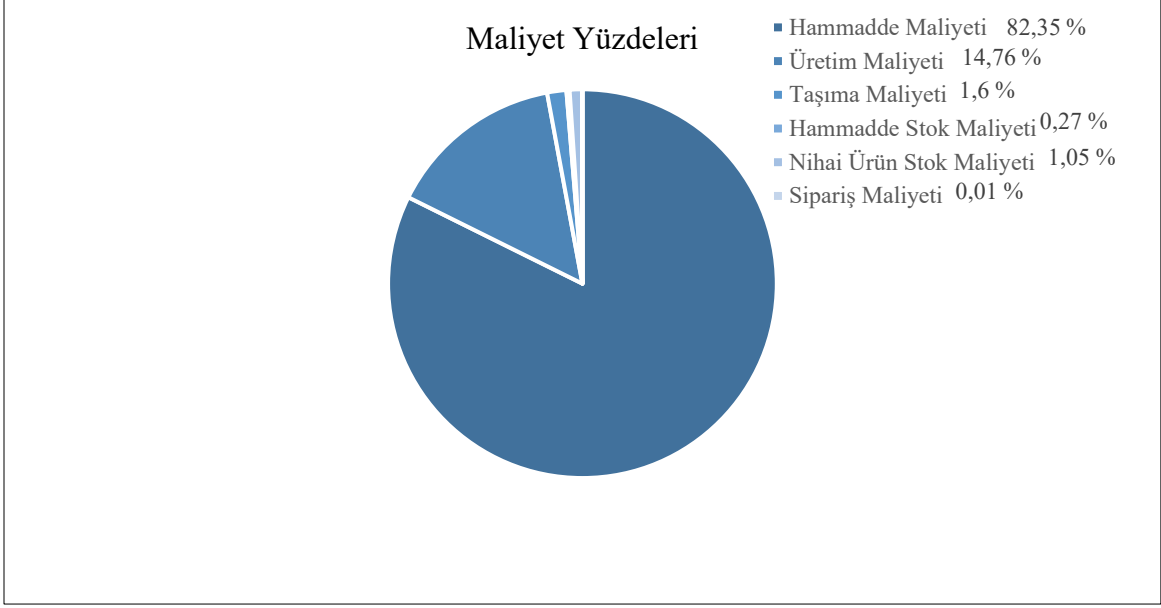
Karbon Emisyon Bileşenleri	
Hammadde Alımı Emisyonu	349.768 USD
Üretim Emisyonu	648.720 USD
Sevkiyat Emisyonu	411.480 USD
Sabit Sipariş Emisyonu	1.985 USD
<b>Toplam Karbon Emisyonu</b>	<b>1.411.953 USD</b>

**Tablo 6.4:** Uygulama amaç fonksiyonu bileşenleri

<b>Toplam Maliyet</b>	70.639.418,5 USD
<b>Toplam Emisyon</b>	1.411.953 USD
<b>Amaç Fonksiyonu</b>	49.871.178,85 USD

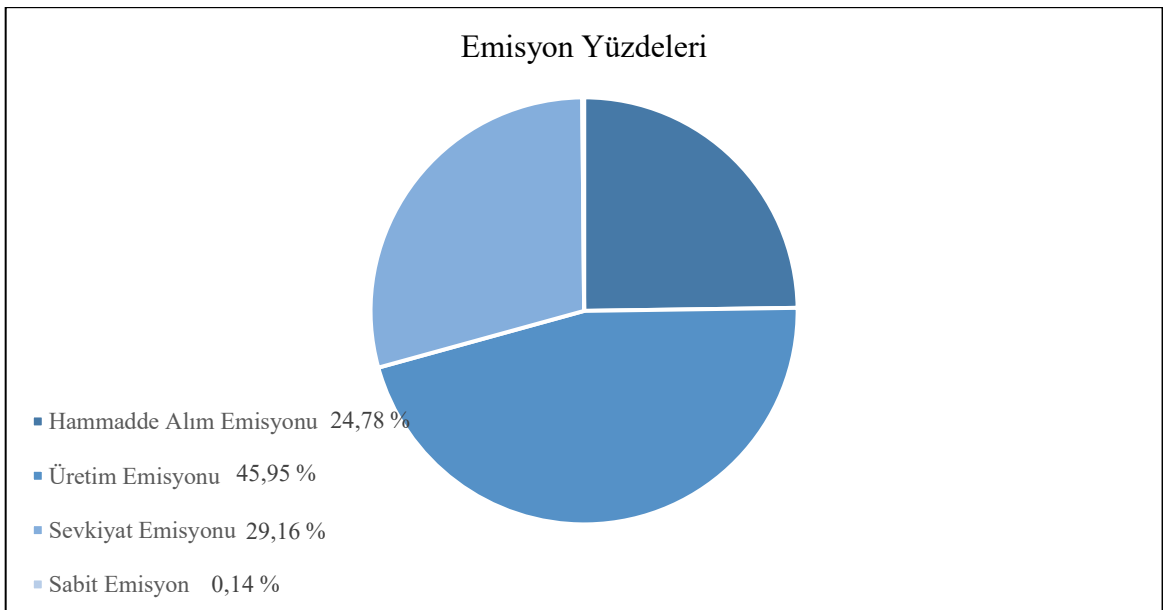
Modelin çözümü sonucunda oluşan toplam maliyet 70.639.418,50 USD olarak bulunmuştur. Bu toplam içinde en büyük payı 58.158.000 USD ile hammadde maliyetleri almaktadır (yaklaşık %82). Bunu 10.421.200 USD ile üretim maliyetleri (~%15) ve 1.127.010 USD ile taşıma maliyetleri (~%1,6) izlemektedir. Hammadde stok maliyeti (188.028,50 USD) ve nihai ürün stok maliyeti (738.000 USD) toplam maliyet içinde görece düşük bir paya sahiptir (birlikte yaklaşık %1,3). Sabit sipariş maliyeti ise 7.180 USD ile toplam maliyetin ihmal edilebilir derecede küçük bir kısmını oluşturmaktadır.

Bu dağılım, modelde maliyet yapısının ağırlıklı olarak hammadde tedariki ve üretim faaliyetlerinden etkilendiğini, stoklama ve sipariş maliyetlerinin ise daha sınırlı bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, maliyet iyileştirme potansiyelinin özellikle hammadde birim maliyetleri, tedarik politikaları ve üretim süreçlerindeki verimlilik artışı üzerinden daha yüksek olduğu söylenebilir. Şekil 6.1’de maliyet yüzdelerine ait grafik verilmiştir.



**Şekil 6.1:** Uygulama Maliyet Bileşenleri Yüzde Grafiği

Karbon emisyonu açısından bakıldığında, toplam emisyon 1.411.953 USD olarak gerçekleşmiştir. Bunun yaklaşık üçte ikisi üretim faaliyetlerinden (648.720 USD, ~%46) ve hammadde alımından (349.768 USD, ~%25) kaynaklanmaktadır. Sevkiyat emisyonu 411.480 USD (~%29) ile üçüncü büyük bileşen olup, sabit sipariş emisyonlarının (1.985 USD) toplam içindeki payı oldukça düşüktür. Bu sonuçlar, karbon ayak izi açısından en kritik iyileştirme alanlarının üretim teknolojileri, enerji verimliliği ve tedarik sürecine entegre edilecek düşük emisyonlu lojistik uygulamaları olduğunu göstermektedir. Şekil 6.2’de maliyet yüzdelerine ait grafik verilmiştir.



**Şekil 6.2:** Uygulama Karbon Emisyon Bileşenleri Yüzde Grafiği

Elde edilen sonuç raporu genel olarak değerlendirildiğinde, geliştirilen entegre tedarik zinciri optimizasyon modelinin (hammadde tedariki, üretim, depolama ve müşteri sevkiyatını içeren çok dönemli, çok ürünlü yapı) hem ekonomik hem de çevresel performansı birlikte ele aldığını göstermektedir. Hammadde alım miktarları ( $X_{rt}$ ), üretim miktarları ( $P_{kt}$ ), sevkiyat kararları ( $S_{tmk}$ ) ve stok seviyeleri ( $I_{R_{rt}}, I_{kt}, I_{M_{tmk}}$ ), güvenlik stoku, kapasite ve maksimum stok kısıtları altında dengeli bir şekilde belirlenmiştir. Maliyet ve karbon bileşenlerinin ayrıştırılması, işletmenin hangi süreçlerde maliyet ve emisyon yoğunlaştığını görmesine ve bu alanlara yönelik iyileştirme stratejileri geliştirmesine imkân sağlamaktadır. Böylece önerilen model, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi için karar vericilere hem maliyet minimizasyonu hem de karbon ayak izi azaltımı bağlamında bütüncül bir planlama aracı sunmaktadır. Model farklı katsayılar ile çözüldüğünde çıkan sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir. Detaylı çözüm raporu ise Ek D’de verilmiştir.

**Tablo 6.5:** Farklı katsayılar ile uygulama çözüm sonuç tablosu

$\mu 1: 0,3 - \mu 2: 0,7$							
$r$	$m$	$k$	Maliyet Fonksiyonu	Emisyon Fonksiyonu	Amaç Fonksiyonu	Gap Değeri	Toplam Çözüm Süresi (sn)
5	10	5	70.639.825,25	1.411.951,00	22.180.313,27	0,0083%	81,79

**Tablo 6.6:** Farklı katsayılar ile uygulama maliyet bileşenleri

Maliyet Bileşenleri	
Hammadde Maliyeti	58.159.750 USD
Üretim Maliyeti	10.421.450 USD
Taşıma Maliyeti	1.126.840 USD
Hammadde Stok Maliyeti	186.685,25 USD
Nihai Ürün Stok Maliyeti	738.050 USD
Sipariş Maliyeti	7.050 USD
<b>Toplam Maliyet</b>	<b>70.639.825,25 USD</b>

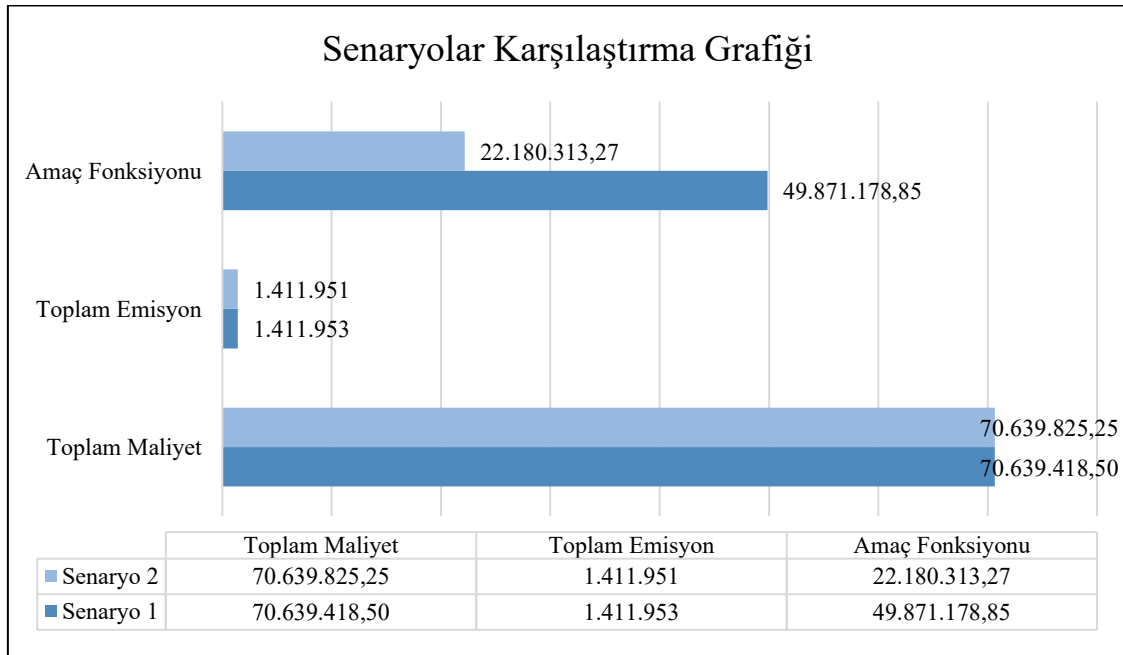
**Tablo 6.7:** Farklı katsayılar ile uygulama karbon emisyon bileşenleri

Karbon Emisyon Bileşenleri	
Hammadde Alımı Emisyonu	349.776 USD
Üretim Emisyonu	648.735 USD
Sevkiyat Emisyonu	411.490 USD
Sabit Sipariş Emisyonu	1.950 USD
<b>Toplam Karbon Emisyonu</b>	<b>1.411.951 USD</b>

**Tablo 6.8:** Farklı katsayılar ile uygulama amaç fonksiyonu bileşenleri

<b>Toplam Maliyet</b>	70.639.825,25 USD
<b>Toplam Emisyon</b>	1.411.951 USD
<b>Amaç Fonksiyonu</b>	22.180.313,27 USD

İki farklı ağırlıklandırma senaryosu sonucunda amaç fonksiyonu 1. senaryoya göre 2. senaryoda yaklaşık %55,5 oranında azalmıştır. Ancak toplam maliyet ve toplam emisyon değerlerinde çok fazla değişim olmamıştır. Bu durum ağırlıklandırma katsayılarının amaç fonksiyonunu direkt etkilediğini ancak maliyet ve emisyon değerlerini çok fazla etkilemediğini göstermektedir. Karar değişkenlerine baktığımızda ise ilk senaryoda hammadde alım değerleri ilk 5 dönemde sırasıyla 2000, 2000, 1696, 1100 ve 541 ton olarak alım yapılırken, ikinci senaryoda ise bu değerler 2000, 2000, 1631, 1165 ve 536 ton olarak alım yapılmıştır. Bu durum, ağırlıklandırma katsayılarındaki değişimin toplam maliyet ve emisyon üzerinde küçük bir etki yarattığını, buna karşılık karar değişkenlerinin dönemler bazında daha dengeli bir dağılım sergilediğini göstermektedir. Ürün üretimi miktarlarına baktığımızda ise ilk 5 dönemde sırasıyla 1720, 1824, 1032, 943 ve 76 ton üretim yapılırken, ikinci senaryoda 1720, 1823, 1018, 726 ve 59 ton olacak şekilde üretim yapılmıştır. İki senaryoyu da karşılaştırdığımız zaman, ikinci senaryoda özellikle ilerleyen dönemlerde üretim miktarlarının önceki senaryoya göre azaltıldığını ve aynı şekilde erken dönem üretim kararlarının büyük ölçüde korunduğunu göstermektedir. Bu durum, emisyon ve maliyet bileşenlerinin ağırlıklandırılmasındaki değişimin üretim zamanları üzerinde sınırlı ancak yönlendirici bir etki yarattığını göstermektedir. Bu duruma göre iki farklı karar değişkeninin iki farklı ağırlıklandırma senaryosu altında benzer kararlar aldığını söyleyebiliriz. Şekil 6.3'te karşılaştırma grafiği verilmiştir.



**Şekil 6.3:** Senaryolar Karşılaştırma Grafiği

## 7.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin toplam maliyetinin ve karbon emisyonunun eş zamanlı olarak minimize edilmesini amaçlayan bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model kapsamında hammadde tedariki, üretim planlama, stok yönetimi ve sevkiyat kararları birlikte ele alınmış ve tüm karar değişkenleri gerçekçi kısıtlar altında optimize edilerek çözülmüştür.

Python programlama dili ve Gurobi çözücüsü kullanılarak çözülen uygulama sonucunda elde edilen sonuçlar, geliştirilen modelin ekonomik ve çevresel performansı birlikte ele alan etkili bir model ortaya koyduğunu göstermektedir. Çözüm sonuçlarına göre toplam maliyetin çoğunluk olarak hammadde tedariki ve üretim faaliyetlerinden kaynaklandığı, stok ve sabit sipariş maliyetlerinin ise diğer maliyetlere göre daha düşük bir orana sahip olduğu görülmüştür. Bu durum, maliyet minimizasyonu açısından en maliyetli alanların hammadde alım ve üretim süreçlerinde olduğunu göstermektedir. Karbon emisyonları açısından yapılan değerlendirmede ise toplam emisyon miktarının en büyük etkisinin üretim faaliyetlerinden kaynaklandığı görülmektedir. Arkasından hammadde alım ve sevkiyat süreçleri gelmektedir. Sabit sipariş emisyonlarının toplam içerisindeki payının oldukça düşük seviyede kalması, iyileştirme açısından asıl odak noktasının üretim ve lojistik faaliyetler olması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre, geliştirilen modelin tek başına maliyetleri minimize etmeye yönelik değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine de uygun kararlar alınmasına olanak sağlayan model olduğunu göstermektedir. Modelin farklı senaryolara uygulanabilir yapıda olması, gerçek hayatta farklı üretim sistemlerine de uygulanabilirliğini artırmaktadır. Bu durum çalışmanın sürdürülebilir tedarik zinciri literatürüne, karbon emisyonlarını da içeren bir optimizasyon modeli sunması açısından özgün bir katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmada geliştirilen matematiksel model deterministik parametreler altında ele alınmıştır. Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda talep ve üretim parametrelerindeki belirsizlikler dikkate alınarak daha farklı yaklaşımlar uygulanabilir. Ayrıca, modele ek olarak karbon emisyon hesaplamalarını daha kapsamlı hale getirerek, çevresel araçları daha detaylı bir şekilde dahil etmek için karbon vergisi, dış ticaret politikaları ve yenilenebilir

enerji kullanımını içerecek şekilde genişletilebilir. Son olarak, sezgisel veya meta sezgisel yöntemler kullanılarak büyük boyutlu problemlerde çözüm sürelerini kısaltmak ve modelin farklı sektörlerde farklı parametreler altında uygulamaları önerilebilir.

## 8.KAYNAKLAR

- Ahmadini, A. A. H., Modibbo, U. M., Shaikh, A. A. ve Ali, I.** (2021). Multi-objective optimization modelling of sustainable green supply chain in inventory and production management. *Alexandria Engineering Journal*, 60(6), 5129–5146.
- Alioğulları, E.** (2024). *Tedarik zinciri sürdürülebilirlik risk stratejilerinin aralık değerli nôtrosifik bulanık yöntemlerle değerlendirilmesi*. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doktora tezi.
- Alsmairat, M.** (2015). An overview of green supply chain, green supply chain implementation and organizational factors. *American Academic & Scholarly Research Journal*, 7(8), 26–39.
- Anaba, D. C. ve Kess-Momoh, A. J.** (2024). Optimizing supply chain and logistics management: A review of modern practices. *Open Access Research Journal of Science and Technology*, 11(2), 020–028.
- Atabaki, M. S., Mohammadi, M. ve Naderi, B.** (2020). New robust optimization models for closed-loop supply chain of durable products. *Computers & Industrial Engineering*, 146, 106520.
- Bhatt, G., Upadhyay, A., Sahoo, K.** (2025). Biomass supply chain network design: Integrating fixed and portable preprocessing depots for cost efficiency and sustainability. *Applied Energy*, 389, 125757.
- Bortolini, M., Calabrese F., Galizia, F. G., & Mora, C.** (2022). A three-objective optimization model for mid-term sustainable supply chain network design. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108131.
- Bozdam, Ş.** (2019). *Yeşil tedarik zinciri uygulamalarının tedarik zinciri ve işletme performansı üzerine etkisi*. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Camelo, M. M., Andrade, C. F., Athayde Prata, B.** (2025). A mixed-integer linear programming model for optimizing green hydrogen supply chain networks. *International Journal of Hydrogen Energy*. 118,134–145.
- Cannas, V. G., vd.** (2024). Artificial intelligence in supply chain and operations management. *International Journal of Production Research*, 62, 9, 3333–3360.
- Caramia, M. ve Stecca, G.** (2025). A nonlinear optimization framework to minimize environmental impact in a three-stage supply chain network. *OPSEARCH*.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Çakıroğlu, R. C.** (2025). *Tedarik zinciri yönetiminde blokzincir teknolojisi*. Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük.
- Çınar, A. ve Uygun, Ö.** (2019). Sezgisel bulanık AHP yöntemiyle yeşil tedarikçi seçimi. *Zeki Sistemler Teori ve Uygulamaları Dergisi*, 2(2), 24–31.
- Denizhan, B., Yalçın, A. Y. ve Berber, Ş.** (2017). Analitik hiyerarşi proses yöntemleriyle yeşil tedarikçi seçimi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 63–78.
- Deste, M., Karabulut, M.** (2021). Bütünleşik üretim planlamasının hedef programlama tekniğiyle optimizasyonu ve tekstil sektöründe bir uygulama. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 6(3), 171-182.
- Elagöz, İ.** (2008). Tedarik zinciri yönetimi ve uygulamalarının mevcut durumu. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 6(1).
- Engin, B. E. ve Paksoy, T.** (2019). İki amaçlı farklı makine seçenekli kapalı döngü tedarik zinciri optimizasyonu. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 309–320.
- Erdoğan, A.** (2025). Tedarik zincirleri ve kurumsal sürdürülebilirlik özen yükümlülüğü. *Çalışma İlişkileri Dergisi*, 16(1), 59–71.
- Fang, Z., Wang, M., Ji, L., Xie, Y., Zhen, J.** (2025). Multi-objective inexact optimization of the biomass supply chain from an energy-land-carbon nexus perspective. *Energy Nexus*, 17, 100358.
- Fritz, M. M. C. ve Cordova, M.** (2023). Developing managers' mindset to lead more sustainable supply chains. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 7, 100108.
- Gao, Y., Lu, S., Cheng, H. ve Liu, X.** (2024). Data-driven robust optimization of closed-loop supply chain network design. *Computers & Industrial Engineering*, 187, 109811.
- Golmohammadi, A.-M., Abedsoltan, H., Goli, A. ve Ali, I.** (2024). Multi-objective dragonfly algorithm for optimizing a sustainable supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 187, 109837.
- Güçlü, P. ve Özdemir, A.** (2015). Bulanık hedef programlama ile tedarik zinciri optimizasyonu. *Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 33(1), 77–98.
- Güngör, A., Çat, M.** (2025). Tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilirlik. *Tedarik zinciri yönetimi ve örnek uygulamalar*, 217-243.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Homayouni, Z., Pishvae, M. S., Jahani, H., & Ivanov D.** (2023). A robust-heuristic optimization approach to a green supply chain design with consideration of assorted vehicle types and carbon policies under uncertainty. *Annals of Operations Research*, 324, 395-435.
- Han, Z. ve Huo, B.** (2019). The impact of green supply chain integration on sustainable performance. *Industrial Management & Data Systems*, 120(4), 657–674.
- Hariyani, D., Hariyani, P., Mishra, S. ve Sharma, M. K.** (2024). A literature review on green supply chain management. *Waste Management Bulletin*, 2, 231–248.
- Kapıcı, S. ve Yücel, M. M.** (2021). Tedarik zinciri yönetiminde dış kaynak kullanım süreçlerinde tedarikçi firma seçimi. *The Journal of International Scientific Researches*, 6(1), 35–45.
- Kim, Y. G., Yang, G. H. ve Chung, B. D.** (2023). Robust optimization of closed-loop supply chain under uncertain carbon tax. *Computers & Industrial Engineering*, 182, 109368.
- Kumar, K.** (2025). Application of optimization models in sustainable supply chain management. (*Baskıda*).
- Lotfi, R., Zare Mehrjerdi, Y., Pishvae, M. S., Sadeghieh, A., & Weber G., W.** (2020). A robust optimization model for sustainable and resilient closed-loop supply chain network design considering conditional value at risk. *Mathematical Methods of Operations Research*, 91, 329-360.
- Meindl, P. ve Chopra, S.** (2001). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation*. Prentice Hall.
- Min, H. ve Zhou, G.** (2002). Supply chain modeling: Past, present and future. *Computers & Industrial Engineering*, 43, 231–249.
- Nazari M., Denghan Nayeri, M., & Fathi Hafshjani, K.** (2024). Developing mathematical models and intelligent sustainable supply chains by uncertain parameters and algorithms. *AIMS Mathematics*, 9(3), 5204 - 5233.
- Nguyen, N.-A.-T., Wang, C.-N. ve Dang, T.-T.** (2025). Advanced process optimization in logistics. *Processes*, 13(6), 1864.
- Nguyen, L. T., & Zuidwijk, R.** (2024). *Sustainable supply chain governance: A literature review*. *Business Ethics, the Environment & Responsibility*, 34(2), 541-564.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nurjanni, K. P., Carvalho, M. S. ve Costa, L.** (2017). Green supply chain design: A mathematical modeling approach. *International Journal of Production Economics*, 183, 421–432.
- Oqbi, M., Vechot, L., Al-Mohannadi, D. M.** (2025). Safety-driven design of carbon capture utilization and storage (CCUS) supply chains: A multi-objective optimization approach. *Computers and Chemical Engineering*, 192, 108863.
- Özbay, B.** (2008). *Tedarik zincirinde optimizasyon ve bir iplik işletmesinde uygulama*. Pamukkale Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Öztürk, G.** (2021). *Doğrusal fiziki programlama yaklaşımı ile kapalı döngü tedarik zinciri optimizasyonu*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Öztürk, M.** (2008). *Çok aşamalı tedarik zinciri optimizasyonu probleminin çözümü*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Paksoy, T.** (2005). *Tedarik zinciri yönetiminde dağıtım ağlarının tasarımı ve optimizasyonu*. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Polat, L. Ö.** (2014). *Yeşil tedarik zinciri ağı tasarımı için model önerisi*. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Priyan, S.** (2025). An optimization-based analytics model for sustainable supply chains. *Supply Chain Analytics*, 10, 100119.
- Raza, M. S., Khahro, S. H., Memon, S. A., Ali, T. H. ve Memon, N. A.** (2021). Global trends in research on carbon footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(44), 63227–63236.
- Ridoy, S., Al Masud, A., Hossain, M. A., Islam, K. M. Z., & Alam, S.** (2024). Weaving a greener future: The impact of green human resources management and green supply chain management on sustainable performance in Bangladesh's textile industry. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 10, 100143.
- Sakallı, H.** (2007). *Tekstil sektöründe lojistik ve tedarik zinciri yönetimi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Sangaiah, A. K., vd.** (2019). Robust optimization model for LNG supply chain planning. *Soft Computing*, 23, 14527–14544.
- Seo, S.-K., Yun, D.-Y. ve Lee, C.-J.** (2020). Design and optimization of a hydrogen supply chain. *Applied Energy*, 262, 114452.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Soyer, A. ve Türkay, A. B.** (2020). Yeşil satın alma ve yeşil tedarikçi seçimi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(4), 1202–1222.
- Stefanovic, N., Radenkovic, M., Bogdanovic, Z., Plasic, J., & Gaborovic, A.** (2025). *Adaptive cloud-based big data analytics model for sustainable supply chain management*. *Sustainability*, 17(1), 354.
- Suryawanshi, P. ve Dutta, P.** (2022). Optimization models for supply chains under risk and uncertainty. *Transportation Research Part E*, 157.
- Torğul, B.** (2015). *Nesnelerin interneti ile kapalı döngü tedarik zinciri optimizasyonu*. Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Uygun, Ö., Erkan, E. F. ve Demir, H. İ.** (2017). Bulanık bilişsel haritalar kullanılarak değerlendirme modeli. *Zeki Sistemler Teori ve Uygulamaları Dergisi*, 1(1), 45–58.
- Vardar, E.** (2025). *Tedarik zinciri yönetiminin işletme performansına etkisi*. Yalova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Wei, R., Zhang, W., Luo, Y., Yu, Y. ve Yuan, X.** (2025). Optimization design method for biofuel resilient supply chain considering node disruption impacts in a two-stage stochastic programming framework. *Frontiers of Chemical Science and Engineering*, 19, 6, 47.
- Xanthopoulos, A. ve Kostavelis, I.** (2024). Novel simulation optimization approach for supply chain coordination. *Procedia Computer Science*, 232, 1646–1653.
- Xu, Z.**, (2024). Frontiers and trends of supply chain optimization. *Annals of Operations Research*.
- Yarlıkaş, S. ve Can, Z. V.** (2020). Yeşil tedarik zinciri yönetimini etkileyen faktörler. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 14, 899–924.
- Yılmaz, Ö. F., Özçelik, G. ve Yeni, F. B.** (2021). Ensuring sustainability in reverse supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 282, 124548.
- Zhang, Q., Shah, N., Wassick, J., Helling, R. ve van Egerschot, P.** (2014). Sustainable supply chain optimisation: An industrial case study. *Computers & Industrial Engineering*, 74, 68–83.
- Zorlu, S. B.** (2024). *Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi seçimi*. Gebze Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

# **EKLER**

## EKLER

### EK A: Örnek problem sonuç rapor çıktısı

<b>Hammadde Alımı (<math>X_{rt}</math>)</b>	<b>Müşteri Teslimatları (<math>S_{tmk}</math>)</b>
Hammadde 1, Dönem 1: 1463.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 1: 436.00 ton
Hammadde 1, Dönem 6: 261.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 1: 354.00 ton
Hammadde 1, Dönem 10: 53.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 6: 5.00 ton
Hammadde 2, Dönem 1: 341.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 10: 164.00 ton
Hammadde 2, Dönem 6: 87.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 1: 214.00 ton
Hammadde 2, Dönem 10: 18.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 6: 318.00 ton
Hammadde 3, Dönem 1: 184.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 1: 156.00 ton
Hammadde 3, Dönem 6: 47.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 6: 229.00 ton
Hammadde 3, Dönem 10: 35.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 10: 11.00 ton
Hammadde 4, Dönem 1: 341.00 ton	
Hammadde 4, Dönem 6: 87.00 ton	<b>Ürün Stokları (<math>I_{kt}</math>)</b>
Hammadde 4, Dönem 10: 18.00 ton	Ürün 1, Dönem 1: 500.00 ton stok
	Ürün 1, Dönem 2: 500.00 ton stok
<b>Ürün Üretimi (<math>P_{kt}</math>)</b>	Ürün 1, Dönem 3: 500.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 1: 1150.00 ton	Ürün 1, Dönem 4: 500.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 6: 318.00 ton	Ürün 1, Dönem 5: 500.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 1: 910.00 ton	Ürün 1, Dönem 6: 500.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 6: 234.00 ton	Ürün 1, Dönem 7: 500.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 10: 175.00 ton	Ürün 1, Dönem 8: 500.00 ton stok
	Ürün 1, Dönem 9: 500.00 ton stok
<b>Hammadde Stokları (<math>IR_{rt}</math>)</b>	Ürün 1, Dönem 10: 500.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 1: 500.00 ton	Ürün 1, Dönem 11: 500.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 2: 500.00 ton	Ürün 1, Dönem 12: 500.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 3: 500.00 ton	Ürün 2, Dönem 1: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 4: 500.00 ton	Ürün 2, Dönem 2: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 5: 500.00 ton	Ürün 2, Dönem 3: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 6: 500.00 ton	Ürün 2, Dönem 4: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 7: 500.00 ton	Ürün 2, Dönem 5: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 8: 500.00 ton	Ürün 2, Dönem 6: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 9: 500.00 ton	Ürün 2, Dönem 7: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 10: 500.50 ton	Ürün 2, Dönem 8: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 11: 500.50 ton	Ürün 2, Dönem 9: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 12: 500.50 ton	Ürün 2, Dönem 10: 400.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 1: 20.00 ton	Ürün 2, Dönem 11: 400.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 2: 20.00 ton	
Hammadde 2, Dönem 3: 20.00 ton	<b>Müşteri Stokları (<math>IM_{tmk}</math>)</b>
Hammadde 2, Dönem 4: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 1: 414.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 5: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 2: 392.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 6: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 3: 369.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 7: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 4: 347.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 8: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 5: 273.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 9: 20.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 6: 240.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 10: 20.50 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 7: 217.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 11: 20.50 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 8: 156.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 12: 20.50 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 9: 121.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 1: 2.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 10: 86.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 2: 2.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 11: 63.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 3: 2.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 1: 319.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 4: 2.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 2: 286.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 5: 2.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 3: 210.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 6: 2.20 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 4: 164.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 7: 2.20 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 5: 123.00 ton stok

Hammadde 3, Dönem 8: 2.20 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 6: 118.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 9: 2.20 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 7: 89.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 10: 2.20 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 8: 18.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 11: 2.20 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 10: 96.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 12: 2.20 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 11: 30.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 1: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 1: 153.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 2: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 2: 101.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 3: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 3: 78.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 4: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 4: 32.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 5: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 6: 306.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 6: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 7: 254.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 7: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 8: 185.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 8: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 9: 106.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 9: 20.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 10: 47.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 10: 20.50 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 11: 19.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 11: 20.50 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 1: 87.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 12: 20.50 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 2: 64.00 ton stok
	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 3: 37.00 ton stok
	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 4: 14.00 ton stok
	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 6: 207.00 ton stok
	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 7: 195.00 ton stok
	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 8: 181.00 ton stok
	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 9: 120.00 ton stok
	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 10: 73.00 ton stok
	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 11: 33.00 ton stok
	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 12: 0.00 ton stok

**EK B: Orta boyutlu problem rapor çıktısı**

$\mu 1:0,9 - \mu 2:0,1$	$\mu 1:0,1 - \mu 2:0,9$
7 3 5	7 3 5
<b>Hammadde Alımı (<math>X_{rt}</math>)</b>	<b>Hammadde Alımı (<math>X_{rt}</math>)</b>
Hammadde 1, Dönem 1: 2000.00 ton	Hammadde 1, Dönem 1: 1898.00 ton
Hammadde 1, Dönem 2: 74.00 ton	Hammadde 1, Dönem 2: 75.00 ton
Hammadde 1, Dönem 3: 113.00 ton	Hammadde 1, Dönem 3: 113.00 ton
Hammadde 1, Dönem 4: 251.00 ton	Hammadde 1, Dönem 4: 250.00 ton
Hammadde 1, Dönem 6: 382.00 ton	Hammadde 1, Dönem 6: 484.00 ton
Hammadde 2, Dönem 1: 447.00 ton	Hammadde 2, Dönem 1: 413.00 ton
Hammadde 2, Dönem 2: 20.00 ton	Hammadde 2, Dönem 2: 20.00 ton
Hammadde 2, Dönem 6: 127.00 ton	Hammadde 2, Dönem 6: 161.00 ton
Hammadde 3, Dönem 1: 371.00 ton	Hammadde 3, Dönem 1: 370.00 ton
Hammadde 3, Dönem 2: 49.00 ton	Hammadde 3, Dönem 2: 50.00 ton
Hammadde 3, Dönem 3: 76.00 ton	Hammadde 3, Dönem 3: 75.00 ton
Hammadde 3, Dönem 4: 167.00 ton	Hammadde 3, Dönem 4: 167.00 ton
Hammadde 3, Dönem 6: 105.00 ton	Hammadde 3, Dönem 6: 106.00 ton
Hammadde 4, Dönem 1: 447.00 ton	Hammadde 4, Dönem 1: 433.00 ton
Hammadde 4, Dönem 2: 20.00 ton	Hammadde 4, Dönem 6: 161.00 ton
Hammadde 4, Dönem 6: 127.00 ton	Hammadde 5, Dönem 1: 708.00 ton
Hammadde 5, Dönem 1: 710.00 ton	Hammadde 5, Dönem 2: 85.00 ton
Hammadde 5, Dönem 2: 83.00 ton	Hammadde 5, Dönem 3: 188.00 ton
Hammadde 5, Dönem 3: 189.00 ton	Hammadde 5, Dönem 4: 417.00 ton
Hammadde 5, Dönem 4: 418.00 ton	Hammadde 5, Dönem 6: 159.00 ton
Hammadde 5, Dönem 6: 157.00 ton	Hammadde 6, Dönem 1: 182.00 ton
Hammadde 6, Dönem 1: 182.00 ton	Hammadde 6, Dönem 2: 135.00 ton
Hammadde 6, Dönem 2: 135.00 ton	Hammadde 6, Dönem 4: 156.00 ton
Hammadde 6, Dönem 4: 156.00 ton	Hammadde 6, Dönem 5: 75.00 ton
Hammadde 6, Dönem 5: 46.00 ton	Hammadde 6, Dönem 8: 26.00 ton
Hammadde 6, Dönem 6: 29.00 ton	Hammadde 7, Dönem 1: 350.00 ton
Hammadde 6, Dönem 8: 26.00 ton	Hammadde 7, Dönem 2: 348.00 ton
Hammadde 7, Dönem 1: 349.00 ton	Hammadde 7, Dönem 4: 309.00 ton
Hammadde 7, Dönem 2: 307.00 ton	Hammadde 7, Dönem 6: 174.00 ton
Hammadde 7, Dönem 3: 42.00 ton	
Hammadde 7, Dönem 4: 309.00 ton	
Hammadde 7, Dönem 6: 174.00 ton	
<b>Ürün Üretimi (<math>P_{kt}</math>)</b>	<b>Ürün Üretimi (<math>P_{kt}</math>)</b>
Ürün 1, Dönem 1: 1578.00 ton	Ürün 1, Dönem 1: 1410.00 ton
Ürün 1, Dönem 6: 374.00 ton	Ürün 1, Dönem 6: 542.00 ton
Ürün 2, Dönem 1: 1114.00 ton	Ürün 2, Dönem 1: 1110.00 ton
Ürün 2, Dönem 2: 198.00 ton	Ürün 2, Dönem 2: 200.00 ton
Ürün 2, Dönem 6: 524.00 ton	Ürün 2, Dönem 6: 526.00 ton
Ürün 3, Dönem 1: 730.00 ton	Ürün 3, Dönem 1: 730.00 ton
Ürün 3, Dönem 2: 48.00 ton	Ürün 3, Dönem 2: 50.00 ton
Ürün 3, Dönem 3: 377.00 ton	Ürün 3, Dönem 3: 375.00 ton
Ürün 3, Dönem 4: 837.00 ton	Ürün 3, Dönem 4: 835.00 ton
Ürün 4, Dönem 1: 548.00 ton	Ürün 3, Dönem 6: 2.00 ton
Ürün 4, Dönem 2: 512.00 ton	Ürün 4, Dönem 1: 550.00 ton
Ürün 4, Dönem 3: 70.00 ton	Ürün 4, Dönem 2: 513.00 ton
Ürün 4, Dönem 4: 514.00 ton	Ürün 4, Dönem 3: 67.00 ton
Ürün 4, Dönem 6: 290.00 ton	Ürün 4, Dönem 4: 514.00 ton
Ürün 5, Dönem 1: 626.00 ton	Ürün 4, Dönem 5: 1.00 ton
Ürün 5, Dönem 2: 384.00 ton	Ürün 4, Dönem 6: 289.00 ton
Ürün 5, Dönem 4: 523.00 ton	Ürün 5, Dönem 1: 625.00 ton
Ürün 5, Dönem 5: 230.00 ton	Ürün 5, Dönem 2: 385.00 ton
Ürün 5, Dönem 8: 125.00 ton	Ürün 5, Dönem 4: 523.00 ton
Ürün 5, Dönem 9: 1.00 ton	Ürün 5, Dönem 5: 230.00 ton

	Ürün 5, Dönem 8: 125.00 ton
<b>Müşteri Teslimatları (<math>S_{tmk}</math>)</b>	Ürün 5, Dönem 9: 1.00 ton
Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 1: 436.00 ton	
Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 1: 523.00 ton	<b>Müşteri Teslimatları (<math>S_{tmk}</math>)</b>
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 1: 29.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 1: 436.00 ton
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 2: 48.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 1: 519.00 ton
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 4: 430.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 6: 4.00 ton
Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 1: 10.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 1: 29.00 ton
Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 2: 383.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 2: 50.00 ton
Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 6: 1.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 4: 428.00 ton
Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 1: 60.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 1: 10.00 ton
Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 2: 206.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 2: 384.00 ton
Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 8: 125.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 1: 60.00 ton
Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 1: 214.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 2: 206.00 ton
Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 6: 318.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 8: 125.00 ton
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 1: 156.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 1: 214.00 ton
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 6: 240.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 6: 318.00 ton
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 1: 155.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 1: 156.00 ton
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 4: 407.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 6: 240.00 ton
Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 1: 64.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 1: 155.00 ton
Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 2: 129.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 4: 407.00 ton
Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 4: 419.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 1: 64.00 ton
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 1: 47.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 2: 129.00 ton
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 2: 84.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 4: 419.00 ton
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 4: 37.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 1: 46.00 ton
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 5: 230.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 2: 85.00 ton
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 9: 1.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 4: 37.00 ton
Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 1: 428.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 5: 230.00 ton
Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 6: 56.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 9: 1.00 ton
Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 1: 35.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 1: 260.00 ton
Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 2: 198.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 6: 224.00 ton
Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 6: 284.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 1: 35.00 ton
Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 1: 46.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 2: 200.00 ton
Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 3: 377.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 6: 282.00 ton
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 1: 74.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 1: 46.00 ton
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 3: 70.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 3: 375.00 ton
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 4: 95.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 6: 2.00 ton
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 6: 289.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 1: 76.00 ton
Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 1: 19.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 3: 67.00 ton
Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 2: 94.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 4: 95.00 ton
Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 4: 486.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 5: 1.00 ton
	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 6: 289.00 ton
<b>Hammadde Stokları (<math>IR_{rt}</math>)</b>	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 1: 19.00 ton
Hammadde 1, Dönem 1: 500.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 2: 94.00 ton
Hammadde 1, Dönem 2: 500.20 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 4: 486.00 ton
Hammadde 1, Dönem 3: 500.10 ton	
Hammadde 1, Dönem 4: 500.00 ton	<b>Hammadde Stokları (<math>IR_{rt}</math>)</b>
Hammadde 1, Dönem 5: 500.00 ton	Hammadde 1, Dönem 1: 500.00 ton
Hammadde 1, Dönem 6: 500.40 ton	Hammadde 1, Dönem 2: 500.00 ton
Hammadde 1, Dönem 7: 500.40 ton	Hammadde 1, Dönem 3: 500.50 ton
Hammadde 1, Dönem 8: 500.40 ton	Hammadde 1, Dönem 4: 500.00 ton
Hammadde 1, Dönem 9: 500.40 ton	Hammadde 1, Dönem 5: 500.00 ton
Hammadde 1, Dönem 10: 500.40 ton	Hammadde 1, Dönem 6: 500.40 ton
Hammadde 1, Dönem 11: 500.40 ton	Hammadde 1, Dönem 7: 500.40 ton
Hammadde 1, Dönem 12: 500.40 ton	Hammadde 1, Dönem 8: 500.40 ton
Hammadde 2, Dönem 1: 20.00 ton	Hammadde 1, Dönem 9: 500.40 ton
Hammadde 2, Dönem 2: 20.20 ton	Hammadde 1, Dönem 10: 500.40 ton
Hammadde 2, Dönem 3: 20.20 ton	Hammadde 1, Dönem 11: 500.40 ton

Hammadde 2, Dönem 4: 20.20 ton	Hammadde 1, Dönem 12: 500.40 ton
Hammadde 2, Dönem 5: 20.20 ton	Hammadde 2, Dönem 1: 20.00 ton
Hammadde 2, Dönem 6: 20.00 ton	Hammadde 2, Dönem 2: 20.00 ton
Hammadde 2, Dönem 7: 20.00 ton	Hammadde 2, Dönem 3: 20.00 ton
Hammadde 2, Dönem 8: 20.00 ton	Hammadde 2, Dönem 4: 20.00 ton
Hammadde 2, Dönem 9: 20.00 ton	Hammadde 2, Dönem 5: 20.00 ton
Hammadde 2, Dönem 10: 20.00 ton	Hammadde 2, Dönem 6: 20.00 ton
Hammadde 2, Dönem 11: 20.00 ton	Hammadde 2, Dönem 7: 20.00 ton
Hammadde 2, Dönem 12: 20.00 ton	Hammadde 2, Dönem 8: 20.00 ton
Hammadde 3, Dönem 1: 2.20 ton	Hammadde 2, Dönem 9: 20.00 ton
Hammadde 3, Dönem 2: 2.00 ton	Hammadde 2, Dönem 10: 20.00 ton
Hammadde 3, Dönem 3: 2.60 ton	Hammadde 2, Dönem 11: 20.00 ton
Hammadde 3, Dönem 4: 2.20 ton	Hammadde 2, Dönem 12: 20.00 ton
Hammadde 3, Dönem 5: 2.20 ton	Hammadde 3, Dönem 1: 2.00 ton
Hammadde 3, Dönem 6: 2.40 ton	Hammadde 3, Dönem 2: 2.00 ton
Hammadde 3, Dönem 7: 2.40 ton	Hammadde 3, Dönem 3: 2.00 ton
Hammadde 3, Dönem 8: 2.40 ton	Hammadde 3, Dönem 4: 2.00 ton
Hammadde 3, Dönem 9: 2.40 ton	Hammadde 3, Dönem 5: 2.00 ton
Hammadde 3, Dönem 10: 2.40 ton	Hammadde 3, Dönem 6: 2.40 ton
Hammadde 3, Dönem 11: 2.40 ton	Hammadde 3, Dönem 7: 2.40 ton
Hammadde 3, Dönem 12: 2.40 ton	Hammadde 3, Dönem 8: 2.40 ton
Hammadde 4, Dönem 1: 20.00 ton	Hammadde 3, Dönem 9: 2.40 ton
Hammadde 4, Dönem 2: 20.20 ton	Hammadde 3, Dönem 10: 2.40 ton
Hammadde 4, Dönem 3: 20.20 ton	Hammadde 3, Dönem 11: 2.40 ton
Hammadde 4, Dönem 4: 20.20 ton	Hammadde 3, Dönem 12: 2.40 ton
Hammadde 4, Dönem 5: 20.20 ton	Hammadde 4, Dönem 1: 40.00 ton
Hammadde 4, Dönem 6: 20.00 ton	Hammadde 4, Dönem 2: 20.00 ton
Hammadde 4, Dönem 7: 20.00 ton	Hammadde 4, Dönem 3: 20.00 ton
Hammadde 4, Dönem 8: 20.00 ton	Hammadde 4, Dönem 4: 20.00 ton
Hammadde 4, Dönem 9: 20.00 ton	Hammadde 4, Dönem 5: 20.00 ton
Hammadde 4, Dönem 10: 20.00 ton	Hammadde 4, Dönem 6: 20.00 ton
Hammadde 4, Dönem 11: 20.00 ton	Hammadde 4, Dönem 7: 20.00 ton
Hammadde 4, Dönem 12: 20.00 ton	Hammadde 4, Dönem 8: 20.00 ton
Hammadde 5, Dönem 1: 10.80 ton	Hammadde 4, Dönem 9: 20.00 ton
Hammadde 5, Dönem 2: 10.40 ton	Hammadde 4, Dönem 10: 20.00 ton
Hammadde 5, Dönem 3: 10.90 ton	Hammadde 4, Dönem 11: 20.00 ton
Hammadde 5, Dönem 4: 10.40 ton	Hammadde 4, Dönem 12: 20.00 ton
Hammadde 5, Dönem 5: 10.40 ton	Hammadde 5, Dönem 1: 10.00 ton
Hammadde 5, Dönem 6: 10.20 ton	Hammadde 5, Dönem 2: 10.00 ton
Hammadde 5, Dönem 7: 10.20 ton	Hammadde 5, Dönem 3: 10.50 ton
Hammadde 5, Dönem 8: 10.20 ton	Hammadde 5, Dönem 4: 10.00 ton
Hammadde 5, Dönem 9: 10.20 ton	Hammadde 5, Dönem 5: 10.00 ton
Hammadde 5, Dönem 10: 10.20 ton	Hammadde 5, Dönem 6: 10.20 ton
Hammadde 5, Dönem 11: 10.20 ton	Hammadde 5, Dönem 7: 10.20 ton
Hammadde 5, Dönem 12: 10.20 ton	Hammadde 5, Dönem 8: 10.20 ton
Hammadde 6, Dönem 1: 2.00 ton	Hammadde 5, Dönem 9: 10.20 ton
Hammadde 6, Dönem 2: 9.00 ton	Hammadde 5, Dönem 10: 10.20 ton
Hammadde 6, Dönem 3: 2.00 ton	Hammadde 5, Dönem 11: 10.20 ton
Hammadde 6, Dönem 4: 2.00 ton	Hammadde 5, Dönem 12: 10.20 ton
Hammadde 6, Dönem 5: 2.00 ton	Hammadde 6, Dönem 1: 2.00 ton
Hammadde 6, Dönem 6: 2.00 ton	Hammadde 6, Dönem 2: 8.70 ton
Hammadde 6, Dönem 7: 2.00 ton	Hammadde 6, Dönem 3: 2.00 ton
Hammadde 6, Dönem 8: 3.00 ton	Hammadde 6, Dönem 4: 2.00 ton
Hammadde 6, Dönem 9: 2.80 ton	Hammadde 6, Dönem 5: 30.90 ton
Hammadde 6, Dönem 10: 2.80 ton	Hammadde 6, Dönem 6: 2.00 ton
Hammadde 6, Dönem 11: 2.80 ton	Hammadde 6, Dönem 7: 2.00 ton
Hammadde 6, Dönem 12: 2.80 ton	Hammadde 6, Dönem 8: 3.00 ton
Hammadde 7, Dönem 1: 20.20 ton	Hammadde 6, Dönem 9: 2.80 ton











Hammadde 7, Dönem 3: Sipariş verildi → Maliyet: 300.00 USD	
Hammadde 7, Dönem 4: Sipariş verildi → Maliyet: 300.00 USD	
Hammadde 7, Dönem 6: Sipariş verildi → Maliyet: 300.00 USD	

EK C: Uygulama veri değerleri

<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	talep	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	talep	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	talep	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	talep	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	talep				
0	0	0	94	1	0	0	68	2	0	0	48	3	0	0	44	4	0	0	85	5	0	0	73
0	0	1	89	1	0	1	77	2	0	1	82	3	0	1	73	4	0	1	65	5	0	1	75
0	0	2	73	1	0	2	67	2	0	2	79	3	0	2	49	4	0	2	89	5	0	2	66
0	0	3	91	1	0	3	50	2	0	3	41	3	0	3	82	4	0	3	51	5	0	3	87
0	0	4	87	1	0	4	75	2	0	4	75	3	0	4	74	4	0	4	83	5	0	4	82
0	1	0	95	1	1	0	82	2	1	0	46	3	1	0	70	4	1	0	49	5	1	0	43
0	1	1	90	1	1	1	90	2	1	1	50	3	1	1	74	4	1	1	45	5	1	1	68
0	1	2	52	1	1	2	48	2	1	2	86	3	1	2	57	4	1	2	76	5	1	2	70
0	1	3	81	1	1	3	54	2	1	3	42	3	1	3	74	4	1	3	88	5	1	3	62
0	1	4	86	1	1	4	61	2	1	4	48	3	1	4	73	4	1	4	67	5	1	4	46
0	2	0	69	1	2	0	67	2	2	0	70	3	2	0	50	4	2	0	63	5	2	0	72
0	2	1	92	1	2	1	44	2	2	1	93	3	2	1	50	4	2	1	45	5	2	1	57
0	2	2	49	1	2	2	93	2	2	2	85	3	2	2	61	4	2	2	60	5	2	2	54
0	2	3	94	1	2	3	82	2	2	3	52	3	2	3	72	4	2	3	77	5	2	3	85
0	2	4	76	1	2	4	87	2	2	4	43	3	2	4	76	4	2	4	54	5	2	4	57
0	3	0	86	1	3	0	86	2	3	0	84	3	3	0	76	4	3	0	83	5	3	0	87
0	3	1	84	1	3	1	63	2	3	1	65	3	3	1	58	4	3	1	55	5	3	1	78
0	3	2	67	1	3	2	71	2	3	2	81	3	3	2	65	4	3	2	75	5	3	2	47
0	3	3	85	1	3	3	93	2	3	3	46	3	3	3	66	4	3	3	56	5	3	3	47
0	3	4	43	1	3	4	61	2	3	4	88	3	3	4	45	4	3	4	44	5	3	4	54
0	4	0	60	1	4	0	88	2	4	0	67	3	4	0	93	4	4	0	66	5	4	0	75
0	4	1	80	1	4	1	47	2	4	1	94	3	4	1	73	4	4	1	67	5	4	1	44
0	4	2	56	1	4	2	87	2	4	2	51	3	4	2	72	4	4	2	73	5	4	2	49
0	4	3	56	1	4	3	43	2	4	3	57	3	4	3	79	4	4	3	79	5	4	3	71
0	4	4	67	1	4	4	72	2	4	4	88	3	4	4	85	4	4	4	59	5	4	4	78
0	5	0	66	1	5	0	62	2	5	0	58	3	5	0	48	4	5	0	87	5	5	0	80
0	5	1	66	1	5	1	94	2	5	1	83	3	5	1	74	4	5	1	47	5	5	1	68
0	5	2	47	1	5	2	90	2	5	2	53	3	5	2	46	4	5	2	77	5	5	2	84
0	5	3	44	1	5	3	67	2	5	3	62	3	5	3	58	4	5	3	85	5	5	3	51
0	5	4	78	1	5	4	57	2	5	4	83	3	5	4	58	4	5	4	90	5	5	4	65
0	6	0	81	1	6	0	49	2	6	0	87	3	6	0	82	4	6	0	59	5	6	0	53
0	6	1	48	1	6	1	93	2	6	1	81	3	6	1	92	4	6	1	94	5	6	1	67
0	6	2	47	1	6	2	48	2	6	2	77	3	6	2	68	4	6	2	55	5	6	2	74
0	6	3	68	1	6	3	72	2	6	3	68	3	6	3	75	4	6	3	78	5	6	3	89
0	6	4	91	1	6	4	46	2	6	4	70	3	6	4	63	4	6	4	69	5	6	4	91
0	7	0	74	1	7	0	64	2	7	0	41	3	7	0	83	4	7	0	44	5	7	0	41
0	7	1	89	1	7	1	59	2	7	1	89	3	7	1	86	4	7	1	71	5	7	1	56
0	7	2	58	1	7	2	44	2	7	2	58	3	7	2	50	4	7	2	56	5	7	2	72
0	7	3	47	1	7	3	49	2	7	3	40	3	7	3	76	4	7	3	79	5	7	3	58
0	7	4	71	1	7	4	75	2	7	4	72	3	7	4	95	4	7	4	92	5	7	4	82
0	8	0	76	1	8	0	56	2	8	0	58	3	8	0	76	4	8	0	82	5	8	0	88
0	8	1	68	1	8	1	69	2	8	1	48	3	8	1	80	4	8	1	53	5	8	1	75
0	8	2	74	1	8	2	42	2	8	2	40	3	8	2	76	4	8	2	66	5	8	2	67
0	8	3	92	1	8	3	61	2	8	3	80	3	8	3	65	4	8	3	65	5	8	3	69
0	8	4	57	1	8	4	51	2	8	4	45	3	8	4	70	4	8	4	85	5	8	4	91
0	9	0	95	1	9	0	57	2	9	0	77	3	9	0	50	4	9	0	94	5	9	0	41
0	9	1	93	1	9	1	41	2	9	1	90	3	9	1	58	4	9	1	62	5	9	1	46
0	9	2	62	1	9	2	56	2	9	2	84	3	9	2	73	4	9	2	51	5	9	2	71
0	9	3	43	1	9	3	78	2	9	3	50	3	9	3	57	4	9	3	73	5	9	3	62
0	9	4	52	1	9	4	55	2	9	4	59	3	9	4	48	4	9	4	67	5	9	4	85

<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	talep	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	talep	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	talep	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	talep	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	talep				
6	0	0	57	7	0	0	75	8	0	0	83	9	0	0	75	10	0	0	40	11	0	0	85
6	0	1	92	7	0	1	49	8	0	1	95	9	0	1	86	10	0	1	80	11	0	1	77
6	0	2	49	7	0	2	87	8	0	2	40	9	0	2	58	10	0	2	42	11	0	2	50
6	0	3	71	7	0	3	92	8	0	3	50	9	0	3	66	10	0	3	56	11	0	3	93
6	0	4	65	7	0	4	84	8	0	4	44	9	0	4	85	10	0	4	69	11	0	4	92
6	1	0	87	7	1	0	80	8	1	0	93	9	1	0	90	10	1	0	62	11	1	0	44
6	1	1	72	7	1	1	91	8	1	1	84	9	1	1	61	10	1	1	92	11	1	1	46
6	1	2	56	7	1	2	91	8	1	2	71	9	1	2	87	10	1	2	42	11	1	2	58
6	1	3	73	7	1	3	79	8	1	3	91	9	1	3	45	10	1	3	42	11	1	3	86
6	1	4	83	7	1	4	58	8	1	4	87	9	1	4	86	10	1	4	69	11	1	4	76
6	2	0	91	7	2	0	62	8	2	0	40	9	2	0	73	10	2	0	67	11	2	0	91
6	2	1	94	7	2	1	47	8	2	1	49	9	2	1	50	10	2	1	82	11	2	1	92
6	2	2	69	7	2	2	50	8	2	2	84	9	2	2	87	10	2	2	78	11	2	2	82
6	2	3	72	7	2	3	91	8	2	3	63	9	2	3	85	10	2	3	64	11	2	3	84
6	2	4	49	7	2	4	86	8	2	4	76	9	2	4	52	10	2	4	48	11	2	4	54
6	3	0	57	7	3	0	47	8	3	0	74	9	3	0	44	10	3	0	49	11	3	0	87
6	3	1	40	7	3	1	93	8	3	1	43	9	3	1	86	10	3	1	70	11	3	1	90
6	3	2	76	7	3	2	40	8	3	2	44	9	3	2	66	10	3	2	82	11	3	2	46
6	3	3	85	7	3	3	61	8	3	3	85	9	3	3	70	10	3	3	95	11	3	3	62
6	3	4	60	7	3	4	70	8	3	4	82	9	3	4	89	10	3	4	92	11	3	4	65
6	4	0	42	7	4	0	65	8	4	0	78	9	4	0	44	10	4	0	53	11	4	0	60
6	4	1	62	7	4	1	50	8	4	1	42	9	4	1	94	10	4	1	70	11	4	1	51
6	4	2	83	7	4	2	78	8	4	2	77	9	4	2	64	10	4	2	79	11	4	2	47
6	4	3	57	7	4	3	81	8	4	3	76	9	4	3	91	10	4	3	83	11	4	3	50
6	4	4	80	7	4	4	70	8	4	4	88	9	4	4	93	10	4	4	91	11	4	4	81
6	5	0	55	7	5	0	53	8	5	0	49	9	5	0	44	10	5	0	79	11	5	0	48
6	5	1	82	7	5	1	86	8	5	1	95	9	5	1	78	10	5	1	55	11	5	1	48
6	5	2	66	7	5	2	49	8	5	2	65	9	5	2	71	10	5	2	41	11	5	2	66
6	5	3	48	7	5	3	60	8	5	3	59	9	5	3	73	10	5	3	84	11	5	3	64
6	5	4	59	7	5	4	86	8	5	4	64	9	5	4	85	10	5	4	89	11	5	4	87
6	6	0	58	7	6	0	58	8	6	0	58	9	6	0	58	10	6	0	85	11	6	0	91
6	6	1	85	7	6	1	81	8	6	1	65	9	6	1	55	10	6	1	47	11	6	1	91
6	6	2	92	7	6	2	65	8	6	2	40	9	6	2	71	10	6	2	48	11	6	2	93
6	6	3	58	7	6	3	87	8	6	3	92	9	6	3	40	10	6	3	67	11	6	3	52
6	6	4	87	7	6	4	53	8	6	4	88	9	6	4	83	10	6	4	67	11	6	4	43
6	7	0	52	7	7	0	58	8	7	0	49	9	7	0	92	10	7	0	58	11	7	0	76
6	7	1	74	7	7	1	76	8	7	1	85	9	7	1	87	10	7	1	67	11	7	1	44
6	7	2	60	7	7	2	85	8	7	2	68	9	7	2	85	10	7	2	91	11	7	2	71
6	7	3	65	7	7	3	75	8	7	3	72	9	7	3	52	10	7	3	68	11	7	3	64
6	7	4	64	7	7	4	88	8	7	4	78	9	7	4	91	10	7	4	55	11	7	4	73
6	8	0	70	7	8	0	94	8	8	0	75	9	8	0	51	10	8	0	61	11	8	0	43
6	8	1	48	7	8	1	78	8	8	1	66	9	8	1	42	10	8	1	90	11	8	1	94
6	8	2	92	7	8	2	67	8	8	2	68	9	8	2	81	10	8	2	58	11	8	2	44
6	8	3	88	7	8	3	72	8	8	3	51	9	8	3	93	10	8	3	44	11	8	3	88
6	8	4	74	7	8	4	86	8	8	4	47	9	8	4	47	10	8	4	55	11	8	4	60
6	9	0	50	7	9	0	47	8	9	0	92	9	9	0	60	10	9	0	70	11	9	0	85
6	9	1	42	7	9	1	77	8	9	1	56	9	9	1	58	10	9	1	94	11	9	1	75
6	9	2	80	7	9	2	93	8	9	2	54	9	9	2	75	10	9	2	62	11	9	2	61
6	9	3	62	7	9	3	94	8	9	3	43	9	9	3	47	10	9	3	75	11	9	3	44
6	9	4	95	7	9	4	65	8	9	4	93	9	9	4	80	10	9	4	58	11	9	4	74

<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	maliyet	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	maliyet	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	maliyet	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	maliyet	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	maliyet				
0	0	0	30	1	0	0	29	2	0	0	44	3	0	0	34	4	0	0	47	5	0	0	54
0	0	1	53	1	0	1	42	2	0	1	52	3	0	1	52	4	0	1	27	5	0	1	54
0	0	2	59	1	0	2	43	2	0	2	45	3	0	2	39	4	0	2	55	5	0	2	27
0	0	3	25	1	0	3	34	2	0	3	29	3	0	3	29	4	0	3	26	5	0	3	25
0	0	4	34	1	0	4	26	2	0	4	39	3	0	4	45	4	0	4	53	5	0	4	26
0	1	0	28	1	1	0	40	2	1	0	29	3	1	0	60	4	1	0	46	5	1	0	53
0	1	1	21	1	1	1	33	2	1	1	21	3	1	1	59	4	1	1	47	5	1	1	58
0	1	2	46	1	1	2	29	2	1	2	27	3	1	2	35	4	1	2	36	5	1	2	47
0	1	3	38	1	1	3	48	2	1	3	48	3	1	3	29	4	1	3	38	5	1	3	32
0	1	4	40	1	1	4	24	2	1	4	53	3	1	4	37	4	1	4	60	5	1	4	53
0	2	0	51	1	2	0	26	2	2	0	30	3	2	0	52	4	2	0	28	5	2	0	59
0	2	1	56	1	2	1	60	2	2	1	29	3	2	1	40	4	2	1	49	5	2	1	56
0	2	2	23	1	2	2	53	2	2	2	53	3	2	2	20	4	2	2	21	5	2	2	22
0	2	3	59	1	2	3	39	2	2	3	48	3	2	3	31	4	2	3	24	5	2	3	21
0	2	4	41	1	2	4	38	2	2	4	32	3	2	4	50	4	2	4	55	5	2	4	38
0	3	0	42	1	3	0	42	2	3	0	43	3	3	0	37	4	3	0	49	5	3	0	38
0	3	1	22	1	3	1	49	2	3	1	49	3	3	1	58	4	3	1	35	5	3	1	47
0	3	2	52	1	3	2	53	2	3	2	28	3	3	2	43	4	3	2	49	5	3	2	30
0	3	3	23	1	3	3	58	2	3	3	35	3	3	3	50	4	3	3	22	5	3	3	30
0	3	4	56	1	3	4	53	2	3	4	30	3	3	4	41	4	3	4	20	5	3	4	31
0	4	0	33	1	4	0	25	2	4	0	45	3	4	0	36	4	4	0	30	5	4	0	51
0	4	1	49	1	4	1	57	2	4	1	29	3	4	1	47	4	4	1	42	5	4	1	56
0	4	2	37	1	4	2	37	2	4	2	29	3	4	2	32	4	4	2	47	5	4	2	41
0	4	3	59	1	4	3	45	2	4	3	20	3	4	3	29	4	4	3	29	5	4	3	22
0	4	4	22	1	4	4	42	2	4	4	43	3	4	4	27	4	4	4	45	5	4	4	59
0	5	0	33	1	5	0	45	2	5	0	52	3	5	0	42	4	5	0	43	5	5	0	44
0	5	1	46	1	5	1	38	2	5	1	58	3	5	1	41	4	5	1	26	5	5	1	28
0	5	2	37	1	5	2	21	2	5	2	49	3	5	2	58	4	5	2	23	5	5	2	45
0	5	3	35	1	5	3	49	2	5	3	22	3	5	3	28	4	5	3	26	5	5	3	52
0	5	4	27	1	5	4	26	2	5	4	54	3	5	4	60	4	5	4	48	5	5	4	20
0	6	0	46	1	6	0	45	2	6	0	42	3	6	0	41	4	6	0	35	5	6	0	23
0	6	1	27	1	6	1	38	2	6	1	28	3	6	1	57	4	6	1	60	5	6	1	55
0	6	2	60	1	6	2	52	2	6	2	53	3	6	2	20	4	6	2	34	5	6	2	43
0	6	3	58	1	6	3	23	2	6	3	35	3	6	3	31	4	6	3	47	5	6	3	33
0	6	4	40	1	6	4	46	2	6	4	41	3	6	4	58	4	6	4	49	5	6	4	31
0	7	0	33	1	7	0	53	2	7	0	44	3	7	0	38	4	7	0	51	5	7	0	50
0	7	1	55	1	7	1	28	2	7	1	41	3	7	1	31	4	7	1	50	5	7	1	42
0	7	2	39	1	7	2	34	2	7	2	25	3	7	2	55	4	7	2	38	5	7	2	28
0	7	3	48	1	7	3	49	2	7	3	56	3	7	3	41	4	7	3	36	5	7	3	28
0	7	4	42	1	7	4	24	2	7	4	32	3	7	4	49	4	7	4	32	5	7	4	23
0	8	0	30	1	8	0	60	2	8	0	24	3	8	0	56	4	8	0	30	5	8	0	26
0	8	1	58	1	8	1	37	2	8	1	33	3	8	1	38	4	8	1	34	5	8	1	29
0	8	2	24	1	8	2	25	2	8	2	38	3	8	2	32	4	8	2	26	5	8	2	39
0	8	3	22	1	8	3	39	2	8	3	51	3	8	3	33	4	8	3	42	5	8	3	34
0	8	4	36	1	8	4	47	2	8	4	50	3	8	4	22	4	8	4	34	5	8	4	33
0	9	0	20	1	9	0	51	2	9	0	57	3	9	0	35	4	9	0	39	5	9	0	37
0	9	1	46	1	9	1	23	2	9	1	24	3	9	1	21	4	9	1	21	5	9	1	59
0	9	2	37	1	9	2	56	2	9	2	23	3	9	2	56	4	9	2	43	5	9	2	41
0	9	3	53	1	9	3	26	2	9	3	60	3	9	3	34	4	9	3	60	5	9	3	38
0	9	4	35	1	9	4	49	2	9	4	59	3	9	4	34	4	9	4	37	5	9	4	40

<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	maliyet	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	maliyet	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	maliyet	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	maliyet	<i>t</i>	<i>m</i>	<i>k</i>	maliyet				
6	0	0	25	7	0	0	36	8	0	0	20	9	0	0	27	10	0	0	37	11	0	0	47
6	0	1	21	7	0	1	60	8	0	1	24	9	0	1	36	10	0	1	54	11	0	1	55
6	0	2	53	7	0	2	44	8	0	2	21	9	0	2	39	10	0	2	37	11	0	2	47
6	0	3	60	7	0	3	48	8	0	3	46	9	0	3	29	10	0	3	51	11	0	3	47
6	0	4	56	7	0	4	22	8	0	4	51	9	0	4	31	10	0	4	43	11	0	4	21
6	1	0	35	7	1	0	24	8	1	0	29	9	1	0	33	10	1	0	52	11	1	0	28
6	1	1	52	7	1	1	30	8	1	1	27	9	1	1	43	10	1	1	37	11	1	1	47
6	1	2	28	7	1	2	22	8	1	2	55	9	1	2	43	10	1	2	59	11	1	2	25
6	1	3	35	7	1	3	21	8	1	3	41	9	1	3	59	10	1	3	47	11	1	3	28
6	1	4	39	7	1	4	53	8	1	4	38	9	1	4	35	10	1	4	21	11	1	4	56
6	2	0	35	7	2	0	33	8	2	0	48	9	2	0	39	10	2	0	24	11	2	0	44
6	2	1	54	7	2	1	49	8	2	1	28	9	2	1	49	10	2	1	46	11	2	1	54
6	2	2	20	7	2	2	45	8	2	2	21	9	2	2	30	10	2	2	24	11	2	2	41
6	2	3	31	7	2	3	54	8	2	3	56	9	2	3	59	10	2	3	31	11	2	3	50
6	2	4	45	7	2	4	21	8	2	4	30	9	2	4	24	10	2	4	55	11	2	4	51
6	3	0	30	7	3	0	21	8	3	0	55	9	3	0	31	10	3	0	30	11	3	0	42
6	3	1	54	7	3	1	41	8	3	1	26	9	3	1	37	10	3	1	41	11	3	1	32
6	3	2	53	7	3	2	28	8	3	2	48	9	3	2	30	10	3	2	37	11	3	2	34
6	3	3	54	7	3	3	24	8	3	3	34	9	3	3	55	10	3	3	36	11	3	3	54
6	3	4	60	7	3	4	25	8	3	4	31	9	3	4	50	10	3	4	23	11	3	4	39
6	4	0	54	7	4	0	33	8	4	0	20	9	4	0	50	10	4	0	40	11	4	0	55
6	4	1	47	7	4	1	57	8	4	1	39	9	4	1	40	10	4	1	59	11	4	1	50
6	4	2	38	7	4	2	49	8	4	2	42	9	4	2	57	10	4	2	27	11	4	2	53
6	4	3	52	7	4	3	31	8	4	3	34	9	4	3	40	10	4	3	32	11	4	3	48
6	4	4	57	7	4	4	53	8	4	4	22	9	4	4	27	10	4	4	21	11	4	4	60
6	5	0	35	7	5	0	53	8	5	0	36	9	5	0	55	10	5	0	21	11	5	0	31
6	5	1	35	7	5	1	29	8	5	1	43	9	5	1	45	10	5	1	42	11	5	1	51
6	5	2	29	7	5	2	54	8	5	2	23	9	5	2	51	10	5	2	52	11	5	2	44
6	5	3	29	7	5	3	47	8	5	3	34	9	5	3	34	10	5	3	43	11	5	3	28
6	5	4	40	7	5	4	36	8	5	4	27	9	5	4	21	10	5	4	51	11	5	4	56
6	6	0	58	7	6	0	52	8	6	0	42	9	6	0	50	10	6	0	36	11	6	0	46
6	6	1	21	7	6	1	39	8	6	1	52	9	6	1	41	10	6	1	35	11	6	1	44
6	6	2	30	7	6	2	34	8	6	2	40	9	6	2	21	10	6	2	42	11	6	2	37
6	6	3	25	7	6	3	28	8	6	3	21	9	6	3	32	10	6	3	42	11	6	3	50
6	6	4	22	7	6	4	39	8	6	4	21	9	6	4	40	10	6	4	49	11	6	4	41
6	7	0	38	7	7	0	59	8	7	0	43	9	7	0	40	10	7	0	30	11	7	0	33
6	7	1	26	7	7	1	26	8	7	1	30	9	7	1	31	10	7	1	21	11	7	1	31
6	7	2	39	7	7	2	21	8	7	2	37	9	7	2	51	10	7	2	40	11	7	2	58
6	7	3	21	7	7	3	46	8	7	3	58	9	7	3	57	10	7	3	34	11	7	3	25
6	7	4	44	7	7	4	54	8	7	4	39	9	7	4	35	10	7	4	39	11	7	4	35
6	8	0	42	7	8	0	28	8	8	0	47	9	8	0	44	10	8	0	22	11	8	0	58
6	8	1	28	7	8	1	27	8	8	1	34	9	8	1	45	10	8	1	45	11	8	1	59
6	8	2	32	7	8	2	47	8	8	2	41	9	8	2	55	10	8	2	55	11	8	2	25
6	8	3	40	7	8	3	45	8	8	3	28	9	8	3	37	10	8	3	43	11	8	3	47
6	8	4	51	7	8	4	41	8	8	4	44	9	8	4	32	10	8	4	60	11	8	4	50
6	9	0	28	7	9	0	53	8	9	0	25	9	9	0	42	10	9	0	47	11	9	0	49
6	9	1	20	7	9	1	31	8	9	1	38	9	9	1	49	10	9	1	32	11	9	1	32
6	9	2	23	7	9	2	25	8	9	2	44	9	9	2	28	10	9	2	33	11	9	2	34
6	9	3	39	7	9	3	27	8	9	3	41	9	9	3	47	10	9	3	32	11	9	3	44
6	9	4	33	7	9	4	31	8	9	4	48	9	9	4	32	10	9	4	21	11	9	4	40

Hammadde	$c_r$	$hcr_r$	$sir_r$	$X_r^{max}$	$IR_r^{max}$	$f_r$	$k_r$
0	1500	35	200	2000	5000	150	50
1	1000	20	50	2000	4000	100	25
2	1100	25	20	2000	4000	125	15
3	1250	30	100	2000	3000	130	35
4	1750	40	100	2000	2000	200	70

Nihai Ürün	$cap_k$	$pc_k$	$hc_k$	$sip_k$	$I_k^{max}$
0	2000	200	20	500	500
1	1500	250	30	400	400
2	2000	200	25	300	500
3	2500	250	40	500	500
4	1500	300	30	400	600

$WR$	$W$	$WM_{mk}$	$ceX_r$	$ceP_k$	$ceS_{mk}$
4000	4000	2000	8	15	10

$r$	$k$	oran
0	0	0,35
1	0	0,40
3	0	0,25
0	1	0,20
1	1	0,30
2	1	0,25
4	1	0,25
0	2	0,40
1	2	0,10
2	2	0,20
3	2	0,15
4	2	0,15
2	3	0,40
3	3	0,15
4	3	0,45
0	4	0,30
1	4	0,20
2	4	0,25
3	4	0,10
4	4	0,15

**EK Ç: Uygulama sonuç rapor çıktısı**

<b>Hammadde Alımı (<math>X_{rt}</math>)</b>	<b>Ürün Üretimi (<math>P_{kt}</math>)</b>
Hammadde 1, Dönem 1: 2000.00 ton	Ürün 1, Dönem 1: 1720.00 ton
Hammadde 1, Dönem 2: 2000.00 ton	Ürün 1, Dönem 2: 1824.00 ton
Hammadde 1, Dönem 3: 1696.00 ton	Ürün 1, Dönem 3: 1032.00 ton
Hammadde 1, Dönem 4: 1100.00 ton	Ürün 1, Dönem 4: 943.00 ton
Hammadde 1, Dönem 5: 541.00 ton	Ürün 1, Dönem 5: 76.00 ton
Hammadde 1, Dönem 6: 649.00 ton	Ürün 1, Dönem 6: 462.00 ton
Hammadde 1, Dönem 7: 806.00 ton	Ürün 1, Dönem 7: 495.00 ton
Hammadde 1, Dönem 8: 1033.00 ton	Ürün 1, Dönem 8: 670.00 ton
Hammadde 1, Dönem 9: 715.00 ton	Ürün 1, Dönem 9: 828.00 ton
Hammadde 1, Dönem 11: 392.00 ton	Ürün 1, Dönem 10: 1.00 ton
Hammadde 2, Dönem 1: 1600.00 ton	Ürün 1, Dönem 11: 505.00 ton
Hammadde 2, Dönem 2: 1617.00 ton	Ürün 1, Dönem 12: 6.00 ton
Hammadde 2, Dönem 3: 1221.00 ton	Ürün 2, Dönem 1: 1499.00 ton
Hammadde 2, Dönem 4: 730.00 ton	Ürün 2, Dönem 2: 1440.00 ton
Hammadde 2, Dönem 5: 484.00 ton	Ürün 2, Dönem 3: 1500.00 ton
Hammadde 2, Dönem 6: 489.00 ton	Ürün 2, Dönem 4: 53.00 ton
Hammadde 2, Dönem 7: 768.00 ton	Ürün 2, Dönem 5: 1018.00 ton
Hammadde 2, Dönem 8: 739.00 ton	Ürün 2, Dönem 6: 75.00 ton
Hammadde 2, Dönem 9: 750.00 ton	Ürün 2, Dönem 7: 1500.00 ton
Hammadde 2, Dönem 11: 344.00 ton	Ürün 2, Dönem 8: 640.00 ton
Hammadde 3, Dönem 1: 1993.00 ton	Ürün 2, Dönem 9: 1023.00 ton
Hammadde 3, Dönem 2: 1635.00 ton	Ürün 2, Dönem 11: 110.00 ton
Hammadde 3, Dönem 3: 1536.00 ton	Ürün 3, Dönem 1: 1120.00 ton
Hammadde 3, Dönem 4: 684.00 ton	Ürün 3, Dönem 2: 1561.00 ton
Hammadde 3, Dönem 5: 774.00 ton	Ürün 3, Dönem 3: 1993.00 ton
Hammadde 3, Dönem 6: 825.00 ton	Ürün 3, Dönem 4: 1012.00 ton
Hammadde 3, Dönem 7: 729.00 ton	Ürün 3, Dönem 5: 348.00 ton
Hammadde 3, Dönem 8: 728.00 ton	Ürün 3, Dönem 6: 202.00 ton
Hammadde 3, Dönem 9: 510.00 ton	Ürün 3, Dönem 7: 623.00 ton
Hammadde 3, Dönem 11: 171.00 ton	Ürün 3, Dönem 8: 1005.00 ton
Hammadde 4, Dönem 1: 1223.00 ton	Ürün 3, Dönem 9: 209.00 ton
Hammadde 4, Dönem 2: 1060.00 ton	Ürün 3, Dönem 11: 126.00 ton
Hammadde 4, Dönem 3: 844.00 ton	Ürün 4, Dönem 1: 2499.00 ton
Hammadde 4, Dönem 4: 575.00 ton	Ürün 4, Dönem 2: 1468.00 ton
Hammadde 4, Dönem 5: 243.00 ton	Ürün 4, Dönem 3: 1386.00 ton
Hammadde 4, Dönem 6: 441.00 ton	Ürün 4, Dönem 4: 459.00 ton
Hammadde 4, Dönem 7: 304.00 ton	Ürün 4, Dönem 5: 769.00 ton

Hammadde 4, Dönem 8: 465.00 ton	Ürün 4, Dönem 6: 1099.00 ton
Hammadde 4, Dönem 9: 319.00 ton	Ürün 4, Dönem 7: 395.00 ton
Hammadde 4, Dönem 10: 1.00 ton	Ürün 4, Dönem 8: 355.00 ton
Hammadde 4, Dönem 11: 193.00 ton	Ürün 4, Dönem 9: 251.00 ton
Hammadde 5, Dönem 1: 1992.00 ton	Ürün 4, Dönem 10: 1.00 ton
Hammadde 5, Dönem 2: 1480.00 ton	Ürün 4, Dönem 11: 2.00 ton
Hammadde 5, Dönem 3: 1416.00 ton	Ürün 5, Dönem 1: 1498.00 ton
Hammadde 5, Dönem 4: 549.00 ton	Ürün 5, Dönem 2: 1500.00 ton
Hammadde 5, Dönem 5: 738.00 ton	Ürün 5, Dönem 3: 790.00 ton
Hammadde 5, Dönem 6: 739.00 ton	Ürün 5, Dönem 4: 1183.00 ton
Hammadde 5, Dönem 7: 689.00 ton	Ürün 5, Dönem 5: 567.00 ton
Hammadde 5, Dönem 8: 605.00 ton	Ürün 5, Dönem 6: 1304.00 ton
Hammadde 5, Dönem 9: 469.00 ton	Ürün 5, Dönem 7: 277.00 ton
Hammadde 5, Dönem 11: 117.00 ton	Ürün 5, Dönem 8: 897.00 ton
	Ürün 5, Dönem 9: 457.00 ton
<b>Müşteri Teslimatları (<math>S_{tmk}</math>)</b>	Ürün 5, Dönem 10: 2.00 ton
Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 1: 94.00 ton	Ürün 5, Dönem 11: 470.00 ton
Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 2: 321.00 ton	
Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 7: 129.00 ton	<b>Müşteri Stokları (<math>IM_{tmk}</math>)</b>
Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 9: 283.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 2: 253.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 1: 89.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 3: 205.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 2: 232.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 4: 161.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 5: 140.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 5: 76.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 7: 479.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 6: 3.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 1: 73.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 7: 75.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 2: 146.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 9: 200.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 4: 138.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 10: 125.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 6: 202.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 11: 85.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 9: 190.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 2: 155.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 1: 245.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 3: 73.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 3: 18.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 5: 75.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 4: 14.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 7: 387.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 5: 56.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 8: 338.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 6: 497.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 9: 243.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 1: 87.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 10: 157.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 2: 307.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 11: 77.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 6: 147.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 2: 79.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 8: 374.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 4: 89.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 1: 95.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 6: 136.00 ton stok

Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 2: 82.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 7: 87.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 3: 295.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 9: 150.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 8: 369.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 10: 92.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 1: 101.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 11: 50.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 2: 79.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 1: 154.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 3: 311.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 2: 104.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 8: 89.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 3: 81.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 9: 283.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 4: 13.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 1: 52.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 5: 18.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 2: 48.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 6: 428.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 3: 342.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 7: 357.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 7: 3.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 8: 265.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 8: 349.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 9: 215.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 1: 177.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 10: 149.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 4: 297.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 11: 93.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 5: 1.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 2: 232.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 8: 342.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 3: 157.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 1: 86.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 4: 83.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 2: 608.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 6: 65.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 7: 1.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 8: 290.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 11: 145.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 9: 246.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 1: 69.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 10: 161.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 2: 587.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 11: 92.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 9: 1.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 3: 249.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 11: 158.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 4: 179.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 1: 92.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 5: 130.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 2: 44.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 6: 87.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 3: 386.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 8: 289.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 9: 273.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 9: 196.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 1: 227.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 10: 106.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 4: 268.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 11: 44.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 7: 357.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 1: 11.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 1: 94.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 3: 261.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 2: 134.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 4: 187.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 4: 72.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 5: 142.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 5: 77.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 6: 74.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 6: 544.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 7: 2.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 1: 76.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 9: 199.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 2: 87.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 10: 138.00 ton stok

Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 3: 279.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 11: 46.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 8: 316.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 3: 256.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 1: 86.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 4: 199.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 2: 169.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 5: 123.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 3: 1.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 6: 53.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 4: 242.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 8: 258.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 6: 4.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 9: 187.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 7: 57.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 10: 100.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 8: 301.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 11: 58.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 1: 373.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 1: 96.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 5: 163.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 2: 42.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 9: 289.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 4: 223.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 1: 67.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 5: 136.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 2: 71.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 6: 74.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 3: 366.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 7: 1.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 8: 256.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 8: 264.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 1: 290.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 9: 173.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 5: 555.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 10: 128.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 8: 6.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 11: 86.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 1: 43.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 2: 547.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 2: 61.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 3: 499.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 3: 133.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 4: 426.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 5: 529.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 5: 359.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 8: 1.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 6: 313.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 10: 1.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 7: 231.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 11: 25.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 8: 173.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 1: 60.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 9: 86.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 2: 496.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 11: 76.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 9: 235.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 2: 520.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 1: 80.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 3: 450.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 2: 47.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 4: 400.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 3: 469.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 5: 337.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 9: 178.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 6: 265.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 1: 56.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 7: 174.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 2: 87.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 8: 112.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 3: 547.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 9: 73.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 11: 126.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 11: 91.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 1: 56.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 3: 293.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 2: 43.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 4: 243.00 ton stok

Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 3: 724.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 5: 198.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 1: 227.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 6: 141.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 4: 371.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 7: 47.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 7: 1.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 9: 224.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 9: 184.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 10: 174.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 10: 1.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 11: 92.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 11: 168.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 1: 178.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 1: 66.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 2: 85.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 2: 120.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 4: 207.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 4: 198.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 5: 147.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 5: 17.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 6: 93.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 7: 200.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 7: 381.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 9: 1.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 8: 331.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 11: 127.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 9: 247.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 1: 66.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 10: 160.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 2: 251.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 11: 82.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 5: 554.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 2: 52.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 8: 5.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 6: 459.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 1: 47.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 7: 387.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 2: 689.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 8: 296.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 9: 19.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 9: 233.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 1: 111.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 10: 148.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 3: 644.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 11: 84.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 1: 78.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 3: 236.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 2: 288.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 4: 160.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 6: 535.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 5: 106.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 1: 81.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 6: 49.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 2: 49.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 8: 230.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 3: 87.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 9: 154.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 4: 82.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 10: 102.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 5: 59.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 11: 54.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 6: 458.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 2: 83.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 9: 1.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 4: 166.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 11: 2.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 5: 83.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 1: 48.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 8: 254.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 2: 93.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 9: 180.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 3: 334.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 10: 136.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 7: 424.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 11: 87.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 1: 47.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 1: 289.00 ton stok

Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 2: 124.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 2: 226.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 3: 1.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 3: 161.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 4: 606.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 4: 103.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 1: 68.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 5: 211.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 2: 526.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 6: 133.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 5: 1.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 7: 93.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 9: 251.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 9: 246.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 1: 137.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 10: 160.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 3: 201.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 11: 90.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 4: 1.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 3: 285.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 6: 91.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 4: 220.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 7: 148.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 5: 145.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 9: 273.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 6: 98.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 1: 138.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 7: 22.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 3: 41.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 8: 238.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 4: 406.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 9: 194.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 7: 12.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 10: 128.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 10: 1.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 11: 46.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 11: 128.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 1: 205.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 12: 6.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 2: 112.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 1: 89.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 3: 66.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 2: 361.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 5: 499.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 7: 147.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 6: 452.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 8: 176.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 7: 367.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 11: 110.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 8: 312.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 1: 58.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 9: 227.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 2: 44.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 10: 157.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 3: 296.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 11: 62.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 8: 400.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 3: 45.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 1: 47.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 5: 485.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 2: 89.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 6: 431.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 4: 76.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 7: 371.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 5: 79.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 8: 302.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 6: 58.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 9: 220.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 7: 395.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 10: 132.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 10: 1.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 11: 65.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 1: 71.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 2: 408.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 2: 149.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 3: 341.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 3: 151.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 4: 248.00 ton stok

Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 5: 34.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 5: 182.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 6: 531.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 6: 107.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 1: 132.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 7: 65.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 3: 608.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 9: 157.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 11: 90.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 10: 113.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 1: 68.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 11: 60.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 2: 197.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 3: 375.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 5: 53.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 4: 302.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 6: 75.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 5: 235.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 7: 48.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 6: 191.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 8: 370.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 7: 129.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 1: 75.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 8: 79.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 2: 352.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 9: 215.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 5: 348.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 10: 121.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 1: 868.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 11: 51.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 1: 127.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 3: 496.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 3: 26.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 4: 424.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 4: 615.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 5: 351.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 1: 399.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 6: 302.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 4: 15.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 7: 219.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 7: 97.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 8: 141.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 9: 307.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 9: 64.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 1: 93.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 11: 47.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 2: 136.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 3: 667.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 4: 53.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 4: 588.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 5: 108.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 5: 509.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 7: 402.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 6: 438.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 1: 118.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 7: 381.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 3: 441.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 8: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 7: 263.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 9: 224.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 1: 43.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 10: 133.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 2: 676.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 11: 50.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 8: 7.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 1: 160.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 11: 2.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 2: 88.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 1: 166.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 4: 286.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 4: 196.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 5: 227.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 5: 4.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 6: 149.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 7: 127.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 7: 70.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 8: 206.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 9: 96.00 ton stok

Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 11: 132.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 10: 4.00 ton stok
	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 11: 81.00 ton stok
<b>Müşteri Stokları (<math>IM_{tmk}</math>)</b>	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 2: 58.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 1: 64.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 4: 150.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 4: 323.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 5: 80.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 5: 279.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 7: 145.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 6: 238.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 8: 92.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 7: 198.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 9: 44.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 8: 140.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 11: 48.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 9: 91.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 2: 157.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 11: 70.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 3: 74.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 2: 302.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 5: 507.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 3: 213.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 6: 439.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 4: 127.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 7: 357.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 5: 56.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 8: 276.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 7: 73.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 9: 181.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 8: 173.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 10: 103.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 9: 88.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 11: 48.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 10: 1.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 2: 599.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 11: 44.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 3: 546.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 3: 238.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 4: 500.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 4: 188.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 5: 423.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 5: 132.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 6: 339.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 6: 60.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 7: 273.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 8: 315.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 8: 224.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 9: 247.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 9: 178.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 10: 162.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 10: 107.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 11: 71.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 11: 66.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 2: 40.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 1: 67.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 7: 330.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 3: 582.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 8: 255.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 4: 524.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 9: 183.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 5: 439.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 10: 132.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 6: 388.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 11: 64.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 7: 340.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 2: 74.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 8: 280.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 3: 153.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 9: 221.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 4: 58.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 10: 148.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 6: 449.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 11: 64.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 7: 385.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 2: 231.00 ton stok

Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 8: 297.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 3: 148.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 9: 219.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 4: 90.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 10: 128.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 6: 470.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 11: 73.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 7: 411.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 1: 56.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 8: 325.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 3: 550.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 9: 261.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 4: 474.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 10: 176.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 5: 392.00 ton stok	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 11: 87.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 6: 304.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 6: 405.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 7: 234.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 7: 347.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 8: 140.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 8: 289.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 9: 65.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 9: 232.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 10: 14.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 10: 174.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 11: 43.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 11: 91.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 2: 128.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 3: 253.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 3: 80.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 4: 161.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 8: 292.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 5: 67.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 9: 226.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 7: 339.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 10: 184.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 8: 258.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 11: 94.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 9: 193.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 1: 1.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 10: 138.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 2: 311.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 11: 91.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 3: 271.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 2: 76.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 4: 195.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 4: 538.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 5: 477.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 5: 483.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 6: 410.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 6: 409.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 7: 318.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 7: 317.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 8: 251.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 8: 252.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 9: 183.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 9: 212.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 10: 102.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 10: 141.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 11: 44.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 11: 93.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 1: 776.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 2: 454.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 2: 715.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 3: 386.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 3: 635.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 4: 311.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 4: 570.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 5: 234.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 5: 505.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 6: 145.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 6: 436.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 7: 87.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 7: 348.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 9: 159.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 8: 276.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 10: 119.00 ton stok

Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 9: 225.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 11: 52.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 10: 132.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 1: 46.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 11: 88.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 3: 131.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 1: 70.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 4: 69.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 2: 19.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 7: 61.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 4: 545.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 8: 8.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 5: 460.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 9: 193.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 6: 369.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 10: 110.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 7: 295.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 11: 43.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 8: 209.00 ton stok	
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 9: 162.00 ton stok	<b>Ürün Stokları (I<sub>kt</sub>)</b>
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 10: 115.00 ton stok	Ürün 1, Dönem 1: 500.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 11: 60.00 ton stok	Ürün 1, Dönem 2: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 1: 304.00 ton stok	Ürün 1, Dönem 3: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 2: 247.00 ton stok	Ürün 1, Dönem 4: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 3: 170.00 ton stok	Ürün 1, Dönem 5: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 4: 135.00 ton stok	Ürün 1, Dönem 6: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 5: 41.00 ton stok	Ürün 1, Dönem 7: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 7: 47.00 ton stok	Ürün 1, Dönem 8: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 9: 215.00 ton stok	Ürün 1, Dönem 9: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 10: 155.00 ton stok	Ürün 1, Dönem 10: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 11: 85.00 ton stok	Ürün 1, Dönem 11: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 2: 95.00 ton stok	Ürün 1, Dönem 12: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 3: 5.00 ton stok	Ürün 2, Dönem 1: 400.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 5: 46.00 ton stok	Ürün 2, Dönem 2: 400.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 7: 360.00 ton stok	Ürün 2, Dönem 3: 400.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 8: 283.00 ton stok	Ürün 2, Dönem 4: 400.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 9: 227.00 ton stok	Ürün 2, Dönem 5: 400.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 10: 169.00 ton stok	Ürün 2, Dönem 6: 400.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 11: 75.00 ton stok	Ürün 2, Dönem 7: 400.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 1: 56.00 ton stok	Ürün 2, Dönem 8: 400.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 3: 357.00 ton stok	Ürün 2, Dönem 9: 400.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 4: 284.00 ton stok	Ürün 2, Dönem 10: 400.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 5: 233.00 ton stok	Ürün 2, Dönem 11: 400.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 6: 162.00 ton stok	Ürün 2, Dönem 12: 400.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 7: 345.00 ton stok	Ürün 3, Dönem 1: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 8: 252.00 ton stok	Ürün 3, Dönem 2: 300.00 ton stok

Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 9: 198.00 ton stok	Ürün 3, Dönem 3: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 10: 123.00 ton stok	Ürün 3, Dönem 4: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 11: 61.00 ton stok	Ürün 3, Dönem 5: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 2: 598.00 ton stok	Ürün 3, Dönem 6: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 3: 548.00 ton stok	Ürün 3, Dönem 7: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 4: 491.00 ton stok	Ürün 3, Dönem 8: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 5: 418.00 ton stok	Ürün 3, Dönem 9: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 6: 356.00 ton stok	Ürün 3, Dönem 10: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 7: 294.00 ton stok	Ürün 3, Dönem 11: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 8: 207.00 ton stok	Ürün 3, Dönem 12: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 9: 164.00 ton stok	Ürün 4, Dönem 1: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 10: 117.00 ton stok	Ürün 4, Dönem 2: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 11: 44.00 ton stok	Ürün 4, Dönem 3: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 1: 114.00 ton stok	Ürün 4, Dönem 4: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 2: 59.00 ton stok	Ürün 4, Dönem 5: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 4: 148.00 ton stok	Ürün 4, Dönem 6: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 5: 85.00 ton stok	Ürün 4, Dönem 7: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 7: 32.00 ton stok	Ürün 4, Dönem 8: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 8: 173.00 ton stok	Ürün 4, Dönem 9: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 9: 80.00 ton stok	Ürün 4, Dönem 10: 500.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 11: 74.00 ton stok	Ürün 4, Dönem 11: 500.00 ton stok
	Ürün 4, Dönem 12: 500.00 ton stok
<b>Hammadde Stokları (<math>IR_{rt}</math>)</b>	Ürün 5, Dönem 7: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 1: 200.80 ton	Ürün 5, Dönem 8: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 2: 200.00 ton	Ürün 5, Dönem 9: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 3: 200.60 ton	Ürün 5, Dönem 10: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 4: 200.25 ton	Ürün 5, Dönem 11: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 5: 201.75 ton	Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 6: 202.05 ton	<b>Sipariş Verme Kararları ve Maliyetleri</b>
Hammadde 1, Dönem 7: 202.50 ton	Hammadde 1, Dönem 1: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Hammadde 1, Dönem 8: 201.90 ton	Hammadde 1, Dönem 2: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Hammadde 1, Dönem 9: 201.80 ton	Hammadde 1, Dönem 3: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD

Hammadde 1, Dönem 10: 200.85 ton	Hammadde 1, Dönem 4: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Hammadde 1, Dönem 11: 202.70 ton	Hammadde 1, Dönem 5: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Hammadde 1, Dönem 12: 200.60 ton	Hammadde 1, Dönem 6: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Hammadde 2, Dönem 1: 50.70 ton	Hammadde 1, Dönem 7: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Hammadde 2, Dönem 2: 50.00 ton	Hammadde 1, Dönem 8: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Hammadde 2, Dönem 3: 50.90 ton	Hammadde 1, Dönem 9: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Hammadde 2, Dönem 4: 50.00 ton	Hammadde 1, Dönem 11: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Hammadde 2, Dönem 5: 50.00 ton	Hammadde 2, Dönem 1: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Hammadde 2, Dönem 6: 50.70 ton	Hammadde 2, Dönem 2: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Hammadde 2, Dönem 7: 53.00 ton	Hammadde 2, Dönem 3: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Hammadde 2, Dönem 8: 52.10 ton	Hammadde 2, Dönem 4: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Hammadde 2, Dönem 9: 51.70 ton	Hammadde 2, Dönem 5: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Hammadde 2, Dönem 10: 50.90 ton	Hammadde 2, Dönem 6: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Hammadde 2, Dönem 11: 53.30 ton	Hammadde 2, Dönem 7: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Hammadde 2, Dönem 12: 50.90 ton	Hammadde 2, Dönem 8: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Hammadde 3, Dönem 1: 20.15 ton	Hammadde 2, Dönem 9: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Hammadde 3, Dönem 2: 20.75 ton	Hammadde 2, Dönem 11: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Hammadde 3, Dönem 3: 31.25 ton	Hammadde 3, Dönem 1: Sipariş verildi → Maliyet: 125.00 USD
Hammadde 3, Dönem 4: 20.25 ton	Hammadde 3, Dönem 2: Sipariş verildi → Maliyet: 125.00 USD

Hammadde 3, Dönem 5: 20.80 ton	Hammadde 3, Dönem 3: Sipariş verildi → Maliyet: 125.00 USD
Hammadde 3, Dönem 6: 21.05 ton	Hammadde 3, Dönem 4: Sipariş verildi → Maliyet: 125.00 USD
Hammadde 3, Dönem 7: 23.20 ton	Hammadde 3, Dönem 5: Sipariş verildi → Maliyet: 125.00 USD
Hammadde 3, Dönem 8: 23.95 ton	Hammadde 3, Dönem 6: Sipariş verildi → Maliyet: 125.00 USD
Hammadde 3, Dönem 9: 21.75 ton	Hammadde 3, Dönem 7: Sipariş verildi → Maliyet: 125.00 USD
Hammadde 3, Dönem 10: 20.85 ton	Hammadde 3, Dönem 8: Sipariş verildi → Maliyet: 125.00 USD
Hammadde 3, Dönem 11: 20.85 ton	Hammadde 3, Dönem 9: Sipariş verildi → Maliyet: 125.00 USD
Hammadde 3, Dönem 12: 20.85 ton	Hammadde 3, Dönem 11: Sipariş verildi → Maliyet: 125.00 USD
Hammadde 4, Dönem 1: 100.35 ton	Hammadde 4, Dönem 1: Sipariş verildi → Maliyet: 130.00 USD
Hammadde 4, Dönem 2: 100.00 ton	Hammadde 4, Dönem 2: Sipariş verildi → Maliyet: 130.00 USD
Hammadde 4, Dönem 3: 100.15 ton	Hammadde 4, Dönem 3: Sipariş verildi → Maliyet: 130.00 USD
Hammadde 4, Dönem 4: 100.45 ton	Hammadde 4, Dönem 4: Sipariş verildi → Maliyet: 130.00 USD
Hammadde 4, Dönem 5: 100.20 ton	Hammadde 4, Dönem 5: Sipariş verildi → Maliyet: 130.00 USD
Hammadde 4, Dönem 6: 100.15 ton	Hammadde 4, Dönem 6: Sipariş verildi → Maliyet: 130.00 USD
Hammadde 4, Dönem 7: 100.00 ton	Hammadde 4, Dönem 7: Sipariş verildi → Maliyet: 130.00 USD
Hammadde 4, Dönem 8: 103.80 ton	Hammadde 4, Dönem 8: Sipariş verildi → Maliyet: 130.00 USD
Hammadde 4, Dönem 9: 101.10 ton	Hammadde 4, Dönem 9: Sipariş verildi → Maliyet: 130.00 USD
Hammadde 4, Dönem 10: 101.50 ton	Hammadde 4, Dönem 10: Sipariş verildi → Maliyet: 130.00 USD
Hammadde 4, Dönem 11: 102.05 ton	Hammadde 4, Dönem 11: Sipariş verildi → Maliyet: 130.00 USD

Hammadde 4, Dönem 12: 100.55 ton	Hammadde 5, Dönem 1: Sipariş verildi → Maliyet: 200.00 USD
Hammadde 5, Dönem 1: 100.00 ton	Hammadde 5, Dönem 2: Sipariş verildi → Maliyet: 200.00 USD
Hammadde 5, Dönem 2: 100.25 ton	Hammadde 5, Dönem 3: Sipariş verildi → Maliyet: 200.00 USD
Hammadde 5, Dönem 3: 100.10 ton	Hammadde 5, Dönem 4: Sipariş verildi → Maliyet: 200.00 USD
Hammadde 5, Dönem 4: 100.05 ton	
Hammadde 5, Dönem 5: 100.25 ton	
Hammadde 5, Dönem 6: 100.05 ton	
Hammadde 5, Dönem 7: 101.30 ton	
Hammadde 5, Dönem 8: 101.25 ton	
Hammadde 5, Dönem 9: 101.65 ton	
Hammadde 5, Dönem 10: 100.90 ton	
Hammadde 5, Dönem 11: 100.10 ton	
Hammadde 5, Dönem 12: 100.10 ton	

**EK D: Farklı katsayılar ile uygulama sonuç rapor çıktısı**

<b>Hammadde Alımı (<math>X_{rt}</math>)</b>	<b>Ürün Üretimi (<math>P_{kt}</math>)</b>
Hammadde 1, Dönem 1: 2000.00 ton	Ürün 1, Dönem 1: 1720.00 ton
Hammadde 1, Dönem 2: 2000.00 ton	Ürün 1, Dönem 2: 1823.00 ton
Hammadde 1, Dönem 3: 1631.00 ton	Ürün 1, Dönem 3: 1018.00 ton
Hammadde 1, Dönem 4: 1165.00 ton	Ürün 1, Dönem 4: 726.00 ton
Hammadde 1, Dönem 5: 536.00 ton	Ürün 1, Dönem 5: 59.00 ton
Hammadde 1, Dönem 6: 649.00 ton	Ürün 1, Dönem 6: 462.00 ton
Hammadde 1, Dönem 7: 803.00 ton	Ürün 1, Dönem 7: 738.00 ton
Hammadde 1, Dönem 8: 1051.00 ton	Ürün 1, Dönem 8: 670.00 ton
Hammadde 1, Dönem 9: 708.00 ton	Ürün 1, Dönem 9: 825.00 ton
Hammadde 1, Dönem 11: 389.00 ton	Ürün 1, Dönem 11: 521.00 ton
Hammadde 2, Dönem 1: 1600.00 ton	Ürün 2, Dönem 1: 1500.00 ton
Hammadde 2, Dönem 2: 1619.00 ton	Ürün 2, Dönem 2: 1446.00 ton
Hammadde 2, Dönem 3: 1192.00 ton	Ürün 2, Dönem 3: 1498.00 ton
Hammadde 2, Dönem 4: 681.00 ton	Ürün 2, Dönem 4: 58.00 ton
Hammadde 2, Dönem 5: 487.00 ton	Ürün 2, Dönem 5: 1013.00 ton
Hammadde 2, Dönem 6: 488.00 ton	Ürün 2, Dönem 6: 75.00 ton
Hammadde 2, Dönem 7: 836.00 ton	Ürün 2, Dönem 7: 1500.00 ton
Hammadde 2, Dönem 8: 747.00 ton	Ürün 2, Dönem 8: 636.00 ton
Hammadde 2, Dönem 9: 748.00 ton	Ürün 2, Dönem 9: 1021.00 ton
Hammadde 2, Dönem 11: 344.00 ton	Ürün 2, Dönem 11: 111.00 ton
Hammadde 3, Dönem 1: 1994.00 ton	Ürün 3, Dönem 1: 1120.00 ton
Hammadde 3, Dönem 2: 1639.00 ton	Ürün 3, Dönem 2: 1557.00 ton
Hammadde 3, Dönem 3: 1483.00 ton	Ürün 3, Dönem 3: 1888.00 ton
Hammadde 3, Dönem 4: 768.00 ton	Ürün 3, Dönem 4: 1359.00 ton
Hammadde 3, Dönem 5: 782.00 ton	Ürün 3, Dönem 5: 296.00 ton
Hammadde 3, Dönem 6: 832.00 ton	Ürün 3, Dönem 6: 203.00 ton
Hammadde 3, Dönem 7: 679.00 ton	Ürün 3, Dönem 7: 435.00 ton
Hammadde 3, Dönem 8: 734.00 ton	Ürün 3, Dönem 8: 1027.00 ton
Hammadde 3, Dönem 9: 509.00 ton	Ürün 3, Dönem 9: 190.00 ton
Hammadde 3, Dönem 11: 165.00 ton	Ürün 3, Dönem 11: 124.00 ton
Hammadde 4, Dönem 1: 1223.00 ton	Ürün 4, Dönem 1: 2500.00 ton
Hammadde 4, Dönem 2: 1061.00 ton	Ürün 4, Dönem 2: 1478.00 ton
Hammadde 4, Dönem 3: 817.00 ton	Ürün 4, Dönem 3: 1369.00 ton
Hammadde 4, Dönem 4: 573.00 ton	Ürün 4, Dönem 4: 463.00 ton
Hammadde 4, Dönem 5: 239.00 ton	Ürün 4, Dönem 5: 768.00 ton
Hammadde 4, Dönem 6: 444.00 ton	Ürün 4, Dönem 6: 1117.00 ton
Hammadde 4, Dönem 7: 333.00 ton	Ürün 4, Dönem 7: 396.00 ton
Hammadde 4, Dönem 8: 466.00 ton	Ürün 4, Dönem 8: 343.00 ton
Hammadde 4, Dönem 9: 318.00 ton	Ürün 4, Dönem 9: 251.00 ton
Hammadde 4, Dönem 11: 194.00 ton	Ürün 5, Dönem 1: 1500.00 ton
Hammadde 5, Dönem 1: 1993.00 ton	Ürün 5, Dönem 2: 1499.00 ton
Hammadde 5, Dönem 2: 1485.00 ton	Ürün 5, Dönem 3: 732.00 ton
Hammadde 5, Dönem 3: 1384.00 ton	Ürün 5, Dönem 4: 1187.00 ton
Hammadde 5, Dönem 4: 605.00 ton	Ürün 5, Dönem 5: 648.00 ton
Hammadde 5, Dönem 5: 740.00 ton	Ürün 5, Dönem 6: 1304.00 ton
Hammadde 5, Dönem 6: 748.00 ton	Ürün 5, Dönem 7: 235.00 ton
Hammadde 5, Dönem 7: 653.00 ton	Ürün 5, Dönem 8: 929.00 ton
Hammadde 5, Dönem 8: 607.00 ton	Ürün 5, Dönem 9: 462.00 ton
Hammadde 5, Dönem 9: 466.00 ton	Ürün 5, Dönem 11: 449.00 ton
Hammadde 5, Dönem 11: 114.00 ton	

<b>Müşteri Teslimatları (<math>S_{tmk}</math>)</b>	<b>Müşteri Stokları (<math>IM_{tmk}</math>)</b>
Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 1: 94.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 2: 250.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 2: 318.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 3: 202.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 7: 132.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 4: 158.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 9: 283.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 5: 73.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 1: 89.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 7: 75.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 2: 232.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 9: 200.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 5: 140.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 10: 125.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 7: 479.00 ton	Müşteri 1, Ürün 1, Dönem 11: 85.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 1: 73.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 2: 155.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 2: 146.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 3: 73.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 4: 138.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 5: 75.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 6: 203.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 7: 387.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 9: 189.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 8: 338.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 1: 246.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 9: 243.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 4: 18.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 10: 157.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 5: 51.00 ton	Müşteri 1, Ürün 2, Dönem 11: 77.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 6: 515.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 2: 79.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 1: 87.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 4: 89.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 2: 307.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 6: 137.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 6: 147.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 7: 88.00 ton stok
Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 8: 374.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 8: 1.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 1: 95.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 9: 150.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 2: 82.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 10: 92.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 3: 295.00 ton	Müşteri 1, Ürün 3, Dönem 11: 50.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 8: 369.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 1: 155.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 1: 90.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 2: 105.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 2: 92.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 3: 64.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 3: 307.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 6: 428.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 5: 2.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 7: 357.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 7: 2.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 8: 265.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 8: 89.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 9: 215.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 9: 281.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 10: 149.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 1: 52.00 ton	Müşteri 1, Ürün 4, Dönem 11: 93.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 2: 48.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 2: 232.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 3: 343.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 3: 157.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 5: 1.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 4: 83.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 7: 1.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 6: 65.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 8: 348.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 8: 290.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 12: 1.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 9: 246.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 1: 177.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 10: 161.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 4: 297.00 ton	Müşteri 1, Ürün 5, Dönem 11: 92.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 8: 343.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 3: 249.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 1: 86.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 4: 179.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 2: 608.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 5: 130.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 4: 1.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 6: 87.00 ton stok
Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 11: 145.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 8: 289.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 1: 69.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 9: 196.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 2: 588.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 10: 106.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 11: 158.00 ton	Müşteri 2, Ürün 1, Dönem 11: 44.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 1: 92.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 2: 2.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 2: 44.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 3: 259.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 3: 386.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 4: 185.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 9: 273.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 5: 142.00 ton stok

Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 1: 227.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 6: 74.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 4: 614.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 7: 4.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 7: 9.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 8: 2.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 9: 1.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 9: 199.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 11: 1.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 10: 138.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 1: 94.00 ton	Müşteri 2, Ürün 2, Dönem 11: 46.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 2: 134.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 3: 257.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 4: 72.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 4: 200.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 5: 77.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 5: 125.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 6: 544.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 6: 55.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 1: 76.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 8: 257.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 2: 87.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 9: 186.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 3: 279.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 10: 99.00 ton stok
Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 8: 316.00 ton	Müşteri 2, Ürün 3, Dönem 11: 57.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 1: 86.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 1: 96.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 2: 170.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 2: 42.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 4: 245.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 4: 223.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 6: 1.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 5: 135.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 7: 57.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 6: 73.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 8: 300.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 8: 264.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 9: 1.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 9: 173.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 1: 385.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 10: 128.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 5: 151.00 ton	Müşteri 2, Ürün 4, Dönem 11: 86.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 9: 289.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 2: 547.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 1: 67.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 3: 499.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 2: 71.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 4: 427.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 3: 346.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 5: 360.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 8: 276.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 6: 314.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 1: 290.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 7: 231.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 5: 561.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 8: 173.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 1: 43.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 9: 86.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 2: 61.00 ton	Müşteri 2, Ürün 5, Dönem 11: 76.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 3: 133.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 2: 521.00 ton stok
Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 5: 556.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 3: 451.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 1: 60.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 4: 401.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 2: 496.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 5: 338.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 9: 234.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 6: 266.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 11: 1.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 7: 175.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 1: 80.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 8: 113.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 2: 47.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 9: 73.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 3: 469.00 ton	Müşteri 3, Ürün 1, Dönem 11: 91.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 9: 178.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 3: 293.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 1: 56.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 4: 243.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 2: 87.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 5: 198.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 3: 548.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 6: 141.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 7: 3.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 7: 47.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 11: 122.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 9: 224.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 1: 56.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 10: 174.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 2: 43.00 ton	Müşteri 3, Ürün 2, Dönem 11: 92.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 3: 724.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 1: 178.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 1: 227.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 2: 85.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 4: 372.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 4: 553.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 9: 181.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 5: 493.00 ton stok
Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 11: 172.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 6: 439.00 ton stok

Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 1: 67.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 7: 379.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 2: 119.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 8: 329.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 4: 215.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 9: 246.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 7: 201.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 10: 159.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 11: 127.00 ton	Müşteri 3, Ürün 3, Dönem 11: 82.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 1: 66.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 2: 52.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 2: 251.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 6: 459.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 5: 557.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 7: 387.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 7: 2.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 8: 296.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 1: 47.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 9: 233.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 2: 707.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 10: 148.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 7: 1.00 ton	Müşteri 3, Ürün 4, Dönem 11: 84.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 1: 111.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 3: 236.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 3: 644.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 4: 160.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 1: 78.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 5: 106.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 2: 288.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 6: 49.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 6: 534.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 8: 230.00 ton stok
Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 8: 1.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 9: 154.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 1: 81.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 10: 102.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 2: 49.00 ton	Müşteri 3, Ürün 5, Dönem 11: 54.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 3: 87.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 2: 84.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 4: 82.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 4: 169.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 5: 59.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 5: 86.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 6: 461.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 8: 253.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 1: 48.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 9: 180.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 2: 93.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 10: 136.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 3: 334.00 ton	Müşteri 4, Ürün 1, Dönem 11: 87.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 7: 424.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 1: 301.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 1: 48.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 2: 238.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 2: 49.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 3: 173.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 3: 75.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 4: 115.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 4: 606.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 5: 211.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 1: 68.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 6: 133.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 2: 528.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 7: 93.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 9: 251.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 9: 246.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 1: 113.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 10: 160.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 2: 24.00 ton	Müşteri 4, Ürün 2, Dönem 11: 90.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 3: 202.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 3: 265.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 6: 91.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 4: 200.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 7: 140.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 5: 125.00 ton stok
Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 9: 281.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 6: 78.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 1: 138.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 7: 2.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 3: 41.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 8: 238.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 4: 169.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 9: 194.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 7: 250.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 10: 128.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 11: 134.00 ton	Müşteri 4, Ürün 3, Dönem 11: 46.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 1: 89.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 1: 205.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 2: 361.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 2: 112.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 7: 147.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 3: 66.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 8: 177.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 5: 505.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 11: 109.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 6: 458.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 1: 58.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 7: 373.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 2: 44.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 8: 312.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 3: 296.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 9: 227.00 ton stok

Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 8: 400.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 10: 157.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 1: 47.00 ton	Müşteri 4, Ürün 4, Dönem 11: 62.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 2: 88.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 3: 45.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 3: 1.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 5: 512.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 4: 76.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 6: 458.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 5: 79.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 7: 398.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 6: 58.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 8: 328.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 7: 396.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 9: 246.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 1: 71.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 10: 157.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 2: 124.00 ton	Müşteri 4, Ürün 5, Dönem 11: 65.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 3: 118.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 2: 408.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 5: 92.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 3: 341.00 ton stok
Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 6: 531.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 4: 248.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 1: 132.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 5: 182.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 3: 594.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 6: 107.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 7: 3.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 7: 65.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 11: 101.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 9: 156.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 1: 68.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 10: 112.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 2: 195.00 ton	Müşteri 5, Ürün 1, Dönem 11: 60.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 3: 2.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 3: 375.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 5: 53.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 4: 302.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 6: 75.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 5: 235.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 7: 48.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 6: 191.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 8: 370.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 7: 129.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 1: 74.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 8: 79.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 2: 405.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 9: 215.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 5: 296.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 10: 121.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 1: 868.00 ton	Müşteri 5, Ürün 2, Dönem 11: 51.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 1: 153.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 3: 497.00 ton stok
Müşteri 9, Ürün 5, Dönem 4: 615.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 4: 425.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 1: 398.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 5: 352.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 2: 1.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 6: 303.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 3: 1.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 7: 223.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 4: 15.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 8: 145.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 7: 95.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 9: 68.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 8: 1.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 10: 4.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 1, Dönem 9: 307.00 ton	Müşteri 5, Ürün 3, Dönem 11: 47.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 1: 93.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 3: 667.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 2: 131.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 4: 588.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 4: 58.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 5: 509.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 5: 110.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 6: 438.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 7: 398.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 7: 381.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 2, Dönem 11: 2.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 8: 300.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 1: 118.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 9: 224.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 3: 280.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 10: 133.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 7: 421.00 ton	Müşteri 5, Ürün 4, Dönem 11: 50.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 3, Dönem 8: 3.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 1: 160.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 1: 43.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 2: 88.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 2: 685.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 4: 287.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 1: 166.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 5: 228.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 4: 199.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 6: 150.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 6: 1.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 7: 70.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 7: 95.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 9: 93.00 ton stok
Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 8: 238.00 ton	Müşteri 5, Ürün 5, Dönem 11: 81.00 ton stok

Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 11: 132.00 ton	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 1: 1.00 ton stok
	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 2: 58.00 ton stok
<b>Hammadde Stokları (<math>IR_{rt}</math>)</b>	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 4: 167.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 1: 200.00 ton	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 5: 80.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 2: 200.25 ton	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 7: 146.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 3: 200.55 ton	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 8: 93.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 4: 200.15 ton	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 9: 44.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 5: 200.10 ton	Müşteri 6, Ürün 1, Dönem 11: 48.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 6: 200.00 ton	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 2: 157.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 7: 200.20 ton	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 3: 74.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 8: 200.00 ton	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 5: 510.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 9: 200.45 ton	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 6: 442.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 10: 200.45 ton	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 7: 362.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 11: 200.60 ton	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 8: 276.00 ton stok
Hammadde 1, Dönem 12: 200.60 ton	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 9: 181.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 1: 50.00 ton	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 10: 103.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 2: 50.50 ton	Müşteri 6, Ürün 2, Dönem 11: 48.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 3: 50.70 ton	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 2: 617.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 4: 50.60 ton	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 3: 564.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 5: 50.90 ton	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 4: 518.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 6: 50.50 ton	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 5: 441.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 7: 50.80 ton	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 6: 357.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 8: 50.50 ton	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 7: 292.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 9: 50.80 ton	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 8: 243.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 10: 50.80 ton	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 9: 178.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 11: 50.90 ton	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 10: 107.00 ton stok
Hammadde 2, Dönem 12: 50.90 ton	Müşteri 6, Ürün 3, Dönem 11: 66.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 1: 20.00 ton	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 1: 67.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 2: 20.15 ton	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 3: 582.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 3: 20.45 ton	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 4: 524.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 4: 20.20 ton	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 5: 439.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 5: 20.55 ton	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 6: 388.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 6: 20.40 ton	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 7: 340.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 7: 20.25 ton	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 8: 280.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 8: 20.40 ton	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 9: 221.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 9: 20.25 ton	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 10: 148.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 10: 20.25 ton	Müşteri 6, Ürün 4, Dönem 11: 64.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 11: 20.45 ton	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 2: 231.00 ton stok
Hammadde 3, Dönem 12: 20.45 ton	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 3: 148.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 1: 100.00 ton	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 4: 90.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 2: 100.10 ton	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 6: 469.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 3: 100.85 ton	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 7: 410.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 4: 100.35 ton	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 8: 325.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 5: 100.20 ton	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 9: 261.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 6: 100.30 ton	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 10: 176.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 7: 100.65 ton	Müşteri 6, Ürün 5, Dönem 11: 87.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 8: 100.75 ton	Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 6: 408.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 9: 100.15 ton	Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 7: 350.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 10: 100.15 ton	Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 8: 292.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 11: 100.40 ton	Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 9: 234.00 ton stok
Hammadde 4, Dönem 12: 100.40 ton	Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 10: 176.00 ton stok
Hammadde 5, Dönem 1: 100.00 ton	Müşteri 7, Ürün 1, Dönem 11: 91.00 ton stok
Hammadde 5, Dönem 2: 100.00 ton	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 3: 253.00 ton stok
Hammadde 5, Dönem 3: 100.45 ton	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 4: 161.00 ton stok

Hammadde 5, Dönem 4: 100.70 ton	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 5: 67.00 ton stok
Hammadde 5, Dönem 5: 100.25 ton	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 7: 339.00 ton stok
Hammadde 5, Dönem 6: 100.80 ton	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 8: 258.00 ton stok
Hammadde 5, Dönem 7: 100.10 ton	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 9: 193.00 ton stok
Hammadde 5, Dönem 8: 100.35 ton	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 10: 138.00 ton stok
Hammadde 5, Dönem 9: 100.35 ton	Müşteri 7, Ürün 2, Dönem 11: 91.00 ton stok
Hammadde 5, Dönem 10: 100.35 ton	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 1: 1.00 ton stok
Hammadde 5, Dönem 11: 100.65 ton	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 2: 2.00 ton stok
Hammadde 5, Dönem 12: 100.65 ton	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 4: 538.00 ton stok
	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 5: 483.00 ton stok
<b>Ürün Stokları (<math>I_{kt}</math>)</b>	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 6: 409.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 1: 500.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 7: 317.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 2: 500.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 8: 252.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 3: 500.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 9: 212.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 4: 500.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 10: 141.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 5: 500.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 3, Dönem 11: 93.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 6: 500.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 2: 456.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 7: 500.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 3: 388.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 8: 500.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 4: 313.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 9: 500.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 5: 235.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 10: 500.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 6: 146.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 11: 500.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 7: 88.00 ton stok
Ürün 1, Dönem 12: 500.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 8: 1.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 1: 400.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 9: 160.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 2: 400.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 10: 120.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 3: 400.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 11: 53.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 4: 400.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 4, Dönem 12: 1.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 5: 400.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 1: 22.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 6: 400.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 3: 132.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 7: 400.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 4: 69.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 8: 400.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 7: 53.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 9: 400.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 9: 193.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 10: 400.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 10: 110.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 11: 400.00 ton stok	Müşteri 7, Ürün 5, Dönem 11: 43.00 ton stok
Ürün 2, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 1: 64.00 ton stok
Ürün 3, Dönem 1: 300.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 4: 86.00 ton stok
Ürün 3, Dönem 2: 300.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 5: 42.00 ton stok
Ürün 3, Dönem 3: 300.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 6: 1.00 ton stok
Ürün 3, Dönem 4: 301.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 7: 199.00 ton stok
Ürün 3, Dönem 5: 300.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 8: 141.00 ton stok
Ürün 3, Dönem 6: 300.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 9: 92.00 ton stok
Ürün 3, Dönem 7: 300.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 1, Dönem 11: 76.00 ton stok
Ürün 3, Dönem 8: 300.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 2: 302.00 ton stok
Ürün 3, Dönem 9: 300.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 3: 213.00 ton stok
Ürün 3, Dönem 10: 300.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 4: 127.00 ton stok
Ürün 3, Dönem 11: 301.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 5: 56.00 ton stok
Ürün 3, Dönem 12: 300.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 7: 73.00 ton stok
Ürün 4, Dönem 1: 500.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 8: 174.00 ton stok
Ürün 4, Dönem 2: 500.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 9: 89.00 ton stok
Ürün 4, Dönem 3: 500.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 10: 2.00 ton stok
Ürün 4, Dönem 4: 500.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 2, Dönem 11: 44.00 ton stok
Ürün 4, Dönem 5: 500.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 3: 238.00 ton stok
Ürün 4, Dönem 6: 500.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 4: 188.00 ton stok
Ürün 4, Dönem 7: 500.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 5: 132.00 ton stok

Ürün 4, Dönem 8: 500.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 6: 60.00 ton stok
Ürün 4, Dönem 9: 500.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 8: 315.00 ton stok
Ürün 4, Dönem 10: 500.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 9: 247.00 ton stok
Ürün 4, Dönem 11: 500.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 10: 162.00 ton stok
Ürün 4, Dönem 12: 500.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 3, Dönem 11: 71.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 1: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 2: 39.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 2: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 7: 331.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 3: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 8: 256.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 4: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 9: 184.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 5: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 10: 132.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 6: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 4, Dönem 11: 64.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 7: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 2: 49.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 8: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 3: 95.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 9: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 6: 449.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 10: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 7: 385.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 11: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 8: 297.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 9: 219.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 10: 128.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 8, Ürün 5, Dönem 11: 73.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 1: 56.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 3: 536.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 4: 460.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 5: 378.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 6: 290.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 7: 223.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 8: 129.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 9: 54.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 10: 3.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 1, Dönem 11: 43.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 2: 126.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 3: 80.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 8: 292.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 9: 226.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 10: 184.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 2, Dönem 11: 94.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 2: 363.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 3: 323.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 4: 247.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 5: 477.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 6: 410.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 7: 318.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 8: 251.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 9: 183.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 10: 102.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 3, Dönem 11: 44.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 1: 776.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 2: 715.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 3: 635.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 4: 570.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 5: 505.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 6: 436.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 7: 348.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 8: 276.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 9, Ürün 4, Dönem 9: 225.00 ton stok



Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 9: 166.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 10: 119.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 10, Ürün 4, Dönem 11: 44.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 1: 114.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 2: 59.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 4: 151.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 5: 84.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 8: 173.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 9: 80.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Müşteri 10, Ürün 5, Dönem 11: 74.00 ton stok
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	<b>Sipariş Verme Kararları ve Maliyetleri</b>
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 1, Dönem 1: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 1, Dönem 2: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 1, Dönem 3: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 1, Dönem 4: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 1, Dönem 5: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 1, Dönem 6: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 1, Dönem 7: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 1, Dönem 8: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 1, Dönem 9: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 1, Dönem 11: Sipariş verildi → Maliyet: 150.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 2, Dönem 1: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 2, Dönem 2: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 2, Dönem 3: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 2, Dönem 4: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 2, Dönem 5: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 2, Dönem 6: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 2, Dönem 7: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 2, Dönem 8: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 2, Dönem 9: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD
Ürün 5, Dönem 12: 400.00 ton stok	Hammadde 2, Dönem 11: Sipariş verildi → Maliyet: 100.00 USD



