



MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE AŞAMALAR ARASINDA FİRE BULUNAN ÇOK AŞAMALI TEDARİK ZİNCİRİ AĞININ OPTİMİZASYONU

Ercan ŞENYİĞİT^{1,*}

¹Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, KAYSERİ

ÖZET

Tedarik zinciri yönetimi, malzemelerin ve tamamlanmış malların, satıcıdan müşteriye kadar olan akışının potansiyel ara duraklar olarak üretim vasıtaları ve depolar kullanılarak etkili yönetimidir. Bu çalışmada, aşamalar arasında fire bulunan çok aşamalı tedarik zinciri yönetiminde dağıtım ağlarının optimizasyonu problemi ele alınmıştır. Malzeme ihtiyaç kısıdı altında çok aşamalı karma tamsayılı matematiksel model geliştirilmiştir. Kayseri’de faaliyet gösteren F Mobilyada üretilen X koltuğu için hammaddelerin alınmasından, son ürünün dağıtımına kadar tedarik zinciri ağının, Lindo paket programı yardımıyla optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Farklı müşteri taleplerinde gerçekleşen maliyetler ve dağıtım merkezlerinin yerleri ve sayıları analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tedarik zinciri yönetimi, Aşamalar arasında fire bulunan çok aşamalı sistem, Malzeme ihtiyaç kısıtı, Optimizasyon.

THE OPTIMIZATION OF DEFECTIVE MULTI-ECHELON SUPPLY CHAIN NETWORK IN FURNITURE INDUSTRY

ABSTRACT

Supply chain management was effective management of flow of materials and completed goods from vendors to customers by using production instruments and storages as potential pauses. In this study, the optimization of multi-echelon defective supply chain network problem has been addressed. A multi echelon mixed integer model for this problem under material requirements constraints is developed. The optimization of supply chain network of X seat which produced in F Furniture in Kayseri is analyzed from purchasing raw materials to distributing the final products by using Lindo package program. Realized costs and number and location of distribution centres under various customer demands were analyzed.

Keywords: Supply chain management, Defective multi-echelon system, Material requirements constraint, Optimization.

*E-posta:senyigit@erciyes.edu.tr

1. GİRİŞ

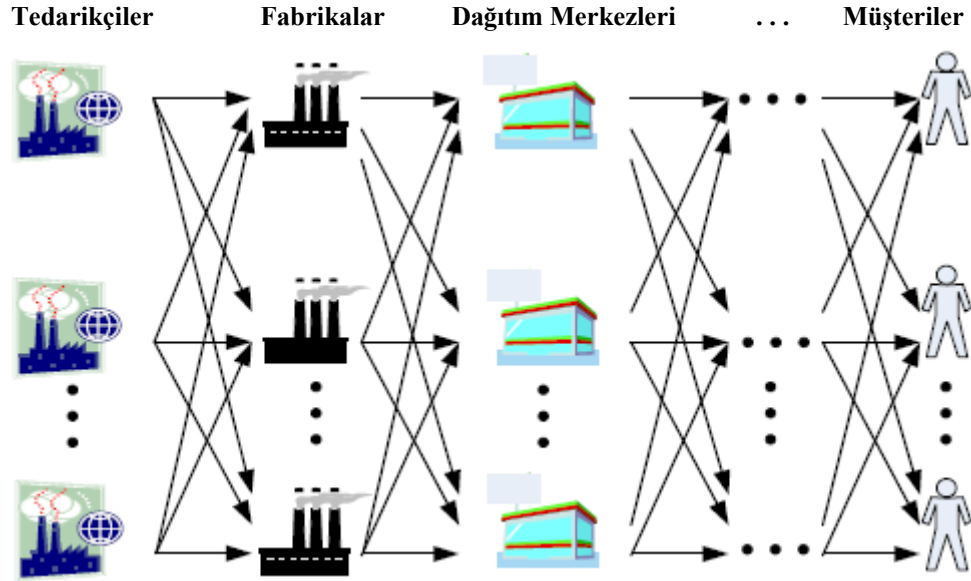
Gelişen teknoloji ve beraberinde gelen küreselleşme, rekabet koşullarını daha da güçlendirmektedir. İşte tam bu noktada, devreye giren “fark yaratan-yenilik” kavramı, günümüz dünyasında önemli kavramlardan biri haline gelmiştir. Fark yaratan işletmeler, bu gelişim sürecine hızla ayak uydurabilmekte ve gelişim/büyüme döngüsünde yerlerini alabilmektedir. İşletmeler açısından fark yaratma, gelişen yönetim anlayışına hızlı bir şekilde adapte olabilme ve kendi iş süreçlerine bu farkı yansıtabilme başarılarından geçmektedir. Fark yaratma günümüz dünyasında, firma içi ya da firma dışı olsun, tüm iş süreçlerinde birlikteliğin yani bütünselliğin ön koşul olarak gösterildiğini ortaya koymaktadır. Herhangi bir firmada, iş süreçlerinin birbirinden ayrılması ya da farklı birer bölüm olarak düşünülmesi, ilgili firmanın karar verme mekanizmalarını yavaşlatmakta, istenilen sonuçlara ulaşmasını geciktirmektedir. Farkı yakalamak isteyen firmalar, gelişen teknolojinin gerisinde kalmama koşulu ile firma içerisindeki ve dışarısındaki tüm iş süreçlerini bir bütün olarak düşünmek zorundadır. Bu bütünsellik anlayışı, farklı iş süreçleri hakkında geliştirilen tüm modellerin temel olarak birleştirilmesini ve aynı bakış açısı ile değerlendirilmesini savunmaktadır. Bu bağlamda, tedarik zinciri yönetimi sistemi de bu konuyu benimseyen ve kendi iş süreçlerine uygulayan firmalar için bir fark yaratmaktadır.

Günümüzde rekabet firmalar arasında değil bu firmaların içinde buldukları tedarik zincirleri üzerinde yapılmaktadır. Tedarik zincirlerini en iyi şekilde kuranlar ve yönetenler pazara daha yakın, müşterinin isteklerini bilen ve hızlı şekilde cevap veren firmalar olacaklardır. İyi bir tedarik zinciri yönetimi sayesinde işletmeler trendlerin takibini daha iyi yapacaklar, müşteri isteklerine en uygun ürünü doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyattan sağlayarak rakiplerine karşı avantaj sağlayacaklardır. Şekil 1’de çok aşamalı tedarik zinciri ağ yapısı örneği gösterilmektedir. Tedarik zinciri (TZ), hammaddelerin tedarikini, üretim ve montajı, depolamayı, stok kontrolünü, sipariş yönetimini, dağıtımını, ürünün müşteriye ulaştırılmasını içeren faaliyetler ve tüm bu faaliyetlerin izlenilmesi için gerekli olan bilgi sistemleri olarak tanımlanabilir. Bir başka tanıma göre tedarik zinciri; malzemelerin elde edilmesi, bu malzemelerin son ürüne dönüştürülmesi ve bu son ürünlerin müşterilere dağıtımını işlevlerini gerçekleştiren tesis ve dağıtım seçenekleri ağı olarak belirtilmektedir [1]. Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY); alıcıya, doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyata, tüm tedarik zinciri için mümkün olan

en düşük maliyetle ulaşmasını sağlayan malzeme, bilgi ve para akışının bütünleşik yönetimidir. Bir başka deyişle zincir içinde yer alan temel iş süreçlerinin koordinasyonunu sağlayacak stratejilerin ve iş modellerinin oluşturulmasıdır.

Teknolojinin büyük bir hızla gelişmesi, müşteri isteklerinin büyük bir hızla artması ve kişiye göre hizmet/ürün anlayışının giderek yaygınlaşması, tedarik zinciri yönetimini daha önemli ve karmaşık bir yapıya sokmuştur. Kurumların uzun dönemde rekabetçi üstünlüğünü gerçekleştirebilmesinin ardında “müşteri tatmini” ile birlikte “düşük maliyetleri” de hedefleyen tedarik zinciri dağıtım ağlarının geliştirilmesinin büyük önemi bulunmaktadır. Birçok imalat işletmesi hammadde temin eden, bunları bitmiş ürünlere dönüştüren ve bitmiş ürünleri müşterilere dağıtan üretim ve dağıtım ağları şeklinde organize olmuştur. “Çok aşamalı” veya “çok-kademeli” üretim/dağıtım ağları kavramları bu tip ağlarla (veya tedarik zincirleriyle) aynı anlama gelir. Üreticiler tedarikçilerden hammadde satın alırlar ve bitmiş ürünlere dönüştürecek şekilde işlerler, ardından bitmiş ürünleri dağıtıcılara ve sonrasında da bayilere ve/veya müşterilere satarlar. Bir parça, nihai müşteriye varmadan önce birden fazla aşama boyunca hareket ederse, bu “çok-aşamalı” bir envanter sistemi şeklinde bir yapılanmadır [2].

Çok aşamalı stok/dağıtım sistemlerinin geçmişine kısaca bakmak gerekirse, ilk olarak 40 yıl önce incelenmeye başlandıkları görülür. O günden bu yana birçok araştırmacı çok-aşamalı üretim ve dağıtım sistemlerini araştırmıştır [3]. Bir periyodik inceleme modelini özel bir ağ için dikkate alan ilk çalışmalardan biri Eppen ve Schrage tarafından 1981 yılında gerçekleştirilmiştir, stoksuz merkezi depolu bir modeli incelemiştirler. Lokal stok noktaları için eşit stoksuzluk olasılıklarına dayanan bir paylaşım kuralı kullanarak, eşit elde tutma ve ceza maliyetlerine dayanan bir optimal maliyet politikası sunmuşlardır. Farklı bir model de Kok’un (1990) çalışmasında incelenmiştir ki burada doldurma oranı (eldeki stoktan hemen dağıtılan talep bölümü) üzerinden her bir stok noktası için stoksuz depolu ve bir kısıtlı bir paylaşım modelini analiz etmiştir. Bu model, Verrijdt ve De Kok (1995) tarafından genel N-aşamalı ağlara ve yine Verrijdt ve De Kok (1996) tarafından merkezi stoklu iki-aşamalı sisteme genişletilmiştir [4].



Şekil 1. Çok aşamalı tedarik zinciri ağ yapısı örneği [5].

Yoo ve arkadaşları, çok-aşamalı dağıtım ağının çizelgelenmesi için gelişmiş bir dağıtım kaynakları planlaması metodu önermişlerdir ki burada sipariş miktarları ve sipariş noktaları, tam zamanında üretim anlayışı altında talebi karşılamak ve stoksuzluk olasılığını minimize etmek üzere dinamik olarak elde edilir. Denemeler; çeşitli talep dağılımları, tahmin hatası dağılımları ve temin süreleri ile yapılmıştır. Bu makalede, olasılıksal talep altında sipariş çizelgeleme için sezgisel bir metot sunulmuştur [6]. Diks ve De Kok, bir dağıtım sistemi veya bir üretim sistemi gibi değişken birçok aşamalı stok sistemini dikkate almışlardır. Sistemin her bir noktasında siparişler periyodik olarak gerçekleşir (veya üretim başlar). Sipariş sabit bir temin süresinin ardından varır. Denge kabulü altında her bir noktanın kontrolünün bir azami sipariş politikası ile yapılmasının maliyet optimal olduğu kanıtlanmıştır. Optimum yenileme siparişi sistem ayrıştırması ile saptanabilir. Ayrıştırma, karmaşık çok-boyutlu kontrol problemlerini basit tek-boyutlu problemlere indirger [7].

Iida çalışmasında, düzensiz taleplere sahip, dinamik çok-aşamalı stok problemini incelemiştir. Bu makalenin amacı, miyopa-yakın (near-myopic) politikaların çok aşamalı stok problemi için kabul edilebilir olduğunu göstermektir. Her bir aşamadaki temin süresinin sabit olduğu kabul edilmiştir [8]. Martel'in çalışması, oldukça genel stokastik talep süreçlerini ve satın alma,

nakliye, stok ve stoksuzluk maliyet yapılarını içeren çok-aşamalı tedarik-dağıtım ağlarında malzeme akışını yönetmek için geçen planlama aralığı politikalarının geliştirilmesine yöneliktir. Öncelikle problem bir stokastik program şeklinde formüle edilmiştir ve bunun deterministik programına “riski yüksek etkili talepler” anlayışına dayanan birçok-aşamalı parti büyüklüğü modeli ile yaklaşılmaktadır. Ardından, bu yaklaşık modelin bir dağıtım kaynakları planlaması ayrıştırması sunulmaktadır. Son olarak, bir dizi benzetim denemesi yoluyla buradaki planlama politikaları ile elde edilen çözümler, emniyet stoklarını kullanan klasik bir dağıtım kaynakları planlaması ile verilen çözümlerle kıyaslanmıştır. Sonuçlar, önerilen yaklaşımın önemli gelişmeler sağladığını göstermektedir [9].

Gümüş ve Güneri çalışmalarında stokastik ve bulanık koşullarda etkili çok aşamalı tedarik zinciri için bir stok yönetimi iskeleti ve bu iskeletin oluşturulabilmesi için deterministik/stokastik sinirsel bulanık maliyet modellerini incelemişlerdir [10]. Wang çalışmasında tedarik zincirinde üretim kayıplarının olduğu durum “Fireli Tedarik Zinciri” sistemini incelemiştir. Fireli tedarik zinciri ağ sisteminin üretim- dağıtım planlaması ve ortak seçimi araştırılmıştır. Karınca kolonisi algoritmasına dayanan çözüm modeli çalışmada geliştirilmiştir [5].

Gerçek hayatta işletmelerde fireler oluşmaktadır. Bu fireleri göz önünde bulunduran uygulama çalışmaları oldukça azdır. Bu çalışmanın amacı bu eksikliği gidermek ve çok aşamalı tedarik zinciri yönetimi kararlarının alınmasına yardımcı olmaktır. 3. bölümde uygulama hakkında bilgi verilmiştir. 4. bölümde ise bu çalışma ile elde edilen sonuçlar belirtilmiştir

2. UYGULAMA

F mobilya 26 yıldır dünyadaki değişimi ve teknolojiyi takip ederek modüler ofis mobilyaları ve ofis sistemleri üretmektedir. 35.280 m²' lik bir alanda ahşap, metal, plastik ve koltuk bölümleri ile entegre bir tesise sahip olan işletme, koltuk, çalışma grupları ve metal ürünler olmak üzere günlük 1400 adet ürün kapasitesine sahiptir. Şekil 2’de X koltuğa ait ürün ağacı ve bileşenlerin fire oranları verilmiştir. X koltuğu 8 farklı bileşenden oluşmaktadır. X koltuğu üretiminde kullanılan bileşen miktarları ve fire oranları Şekil 2’de gösterilmiştir. F mobilyanın ürettiği X koltuğun sahip olduğu tedarik zinciri dağıtım ağı çalışmada dikkate alınmıştır. Bu ağda 11 farklı tedarikçi, 1 fabrika, 4 dağıtım merkezi ve bir müşteri bulunmaktadır. Bu ağ Şekil 3’te

gösterilmiştir. Çalışmada X koltuğu tedarik zinciri dağıtım ağını dikkate alan, doğrusal kısıtlar kullanan çok aşamalı karma tamsayılı model sunulmuştur. Bir sonraki sayfada sunulan modele ilişkin notasyonlar açıklanmış, ardından amaç fonksiyonu ve kısıtlar açıklanmıştır.

Modelin Parametreleri:

X_{it} : i. tedarikçiden fabrikaya gönderilen fireler dâhil t. bileşenin miktarı

C_{it} : i. tedarikçiden fabrikaya gönderilen t. bileşenin birim taşıma maliyeti

Y_k : Fabrikadan k. dağıtım merkezine gönderilen nihai ürün sayısı

C_k : Fabrikadan k. dağıtım merkezine gönderilen nihai ürünün birim taşıma maliyeti

Z_k : k. dağıtım merkezinden müşteriye gönderilen ürün sayısı

A_k : k. dağıtım merkezinden müşteriye gönderilen ürününün birim taşıma maliyeti

M : Fabrikanın sabit işletme maliyeti

E_k : k. dağıtım merkezinin sabit işletme maliyeti

O_{it} : i'nci tedarikçinin t. bileşen kapasitesi

U_k : k'ncü dağıtım merkezinin kapasitesi

I : Dağıtım merkezi sayısı üst sınırı

G_t : t. bileşenin fire dâhil kullanım miktarı

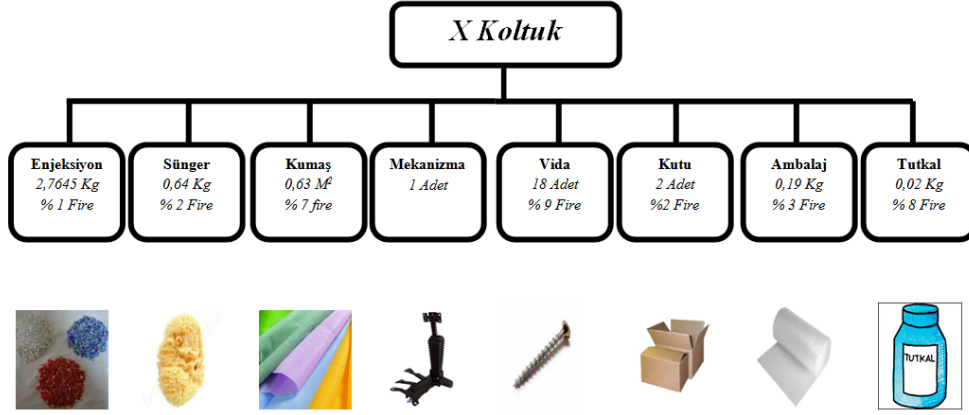
H : Müşteri talep miktarı

$$N : \begin{cases} 1 & \text{Fabrika üretim varsa} \\ 0 & \text{Diğer Durumlarda} \end{cases}$$

$$F_k : \begin{cases} 1 & \text{Dağıtım Gerçekleşirse} \\ 0 & \text{Diğer Durumlarda} \end{cases}$$

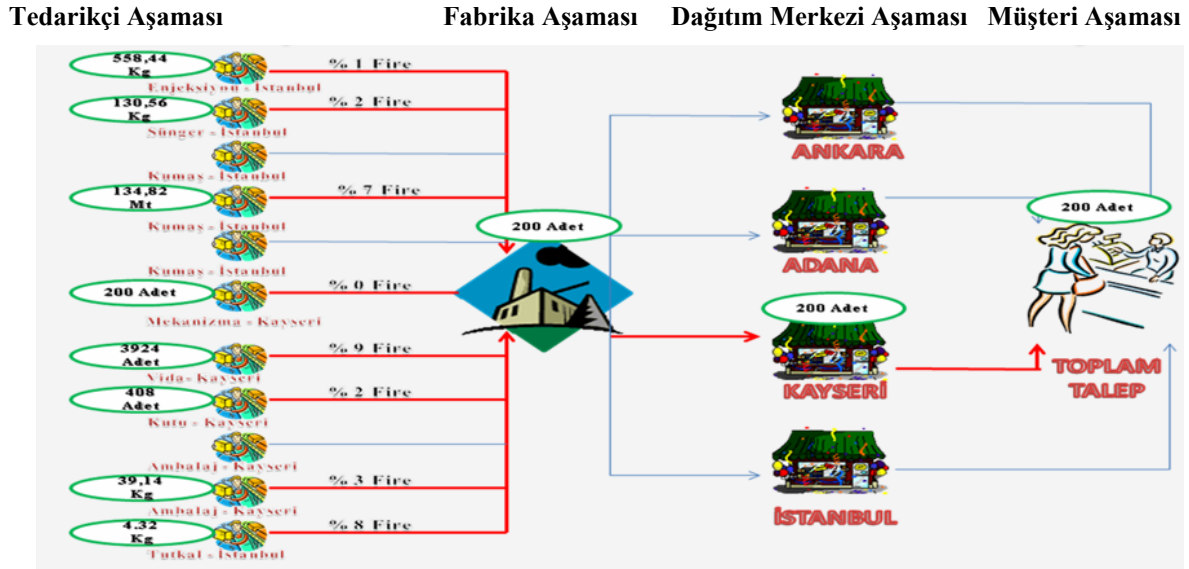
F mobilya X koltuğu tedarik zinciri dağıtım ağı tedarikçi aşaması taşıma maliyetleri [Tablo 1](#)'de, Dağıtım merkezi aşaması taşıma maliyetleri [Tablo 2](#)'de ve Müşteri aşaması taşıma maliyetleri [Tablo 3](#)'te gösterilmiştir. Fabrika ve dağıtım merkezlerinin kapasite ve sabit işletme maliyeti bilgileri sırasıyla [Tablo 4](#) ve [Tablo 5](#)'te gösterilmiştir. [Tablo 1](#)'de gösterilmeyen tedarikçiler, taşıma maliyetlerini kendileri karşılamaktadır. Tabloda sadece işletmenin karşılamakla yükümlü olduğu taşımalar belirtilmiştir. [Tablo 2](#) de fabrikadan 3 Kayseri dağıtım merkezine olan taşıma maliyeti gösterilmemiştir. Bunun nedeni, bu dağıtım merkezinin fabrikanın içerisinde yer

almasıdır. Çalışmada, X ürününe talepte bulunan müşterilerin Türkiye'nin herhangi bir ilinde olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 2. X koltuk ürün ağacı ve fire oranlarının gösterilmesi.

Şekil 3 incelendiğinde 8 farklı bileşen için 11 farklı tedarikçi olduğu görülmektedir. Enjeksiyon ve sünger bileşenleri için İstanbul'da birer tedarikçi vardır. Kumaş bileşeni için İstanbul'da 3 farklı tedarikçi mevcuttur. Vida, kutu ve mekanizma bileşenleri için Kayseri'de birer tedarikçi vardır. Ambalaj bileşeni için Kayseri'de iki farklı tedarikçi mevcuttur. Tutkal bileşeni için İstanbul'da bir adet tedarikçi vardır.



Şekil 3. F mobilya X koltuğu tedarik zinciri ağ yapısının gösterimi.

Tablo 1. Tedarikçi aşamasında geçerli taşıma maliyetleri

Tedarikçiler	Bileşen No	Taşıma Maliyetleri
1. Tedarikçi Enjeksiyon	1	0,02 TL / Kg
1. Tedarikçi Kumaş	3	0,08 TL / Metre
2. Tedarikçi Kumaş	3	0,06 TL / Metre
3. Tedarikçi Kumaş	3	0,07 TL / Metre

Tablo 2. Fabrika aşamasında geçerli taşıma maliyetleri

Fabrika (Kayseri)	Dağıtım Merkezleri			
	1 (Ankara)	2 (Adana)	3 (Kayseri)	4 (İstanbul)
	1,07 TL/Adet	1,03 TL/Adet	-	1,8 TL/Adet

Tablo 3. Müşteri aşamasında geçerli taşıma maliyetleri

Dağıtım Merkezleri	Müşteriler
1 (Ankara)	2,6 TL/Adet
2 (Adana)	2,7 TL/Adet
3 (Kayseri)	2,2 TL/Adet
4 (İstanbul)	3,1 TL/Adet

Tablo 4. Fabrikanın X koltuğu üretim kapasitesinin ve sabit işletme maliyetinin gösterimi

	Kapasite	Sabit işletme maliyeti
Fabrika (Kayseri)	16500 Adet	230000 TL

Tablo 5. Dağıtım merkezleri kapasite ve sabit işletme maliyetlerinin gösterimi

Dağıtım Merkezleri	Kapasite	Sabit işletme maliyetleri
1 (Ankara)	500 Adet	5000 TL
2 (Adana)	150 Adet	3000 TL
3 (Kayseri)	1250 Adet	3000 TL
4 (İstanbul)	1000 Adet	15000 TL

Tablolarda verilen parametreler kullanılarak oluşturulan modelin amaç fonksiyonu ve kısıtları aşağıdaki gibidir.

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min} \sum_i \sum_t X_{it} C_{it} + \sum_k Y_k C_k + \sum_k \sum_l Z_{kl} C_{kl} + \sum_k E_k F_k + MN \quad (1)$$

Kısıtlar:

$$X_{it} \leq O_{it} \quad (2)$$

$$\sum_k Y_k \leq 16500N \quad (3)$$

$$\sum_i \sum_t X_{it} - G_t \sum_k Y_k = 0 \quad (4)$$

$$\sum_k Z_k \geq H \quad (5)$$

$$X_{it}, Y_k, Z_k \geq 0 \quad (6)$$

$$\sum_k z_k \leq U_k F_k \quad (7)$$

$$\sum_k F_k \leq I \quad (8)$$

$$\sum_k Y_k - \sum_k Z_k = 0 \quad (9)$$

$$N, F_k = \{0,1\} \quad (10)$$

Kurulan modelde eşitlik (1), amaç fonksiyonunu göstermektedir. Çalışmada iki farklı tür maliyet dikkate alınmıştır. Bunlar; taşıma maliyetleri ve işletme maliyetleridir. Toplam maliyet bu iki farklı maliyet türünün toplanmasıyla elde edilmektedir.

(2) ile (10) arasındaki eşitlikler farklı kısıtları göstermektedir. (2) numaralı eşitlik tedarikçi kapasite kısıtını göstermektedir. Buna göre bir tedarikçiden fabrikalara gönderilen hammadde miktarı, bu tedarikçinin ilgili hammaddeye ilişkin kapasitesinin üzerinde değildir. (3) numaralı eşitlik, üretim kapasite gereksinimini belirlemektedir. Buna göre bir fabrikadan dağıtılan toplam ürün, bu fabrikanın üretim kapasitesinin üzerinde değildir. (4) numaralı eşitlik, bir tedarikçiden fabrikaya gönderilen fire dâhil bileşenlerin miktarının, fabrikada fireler çıktıktan sonra son ürün üretmek için kullanılacak miktara eşit olacağını göstermektedir.

(5) numaralı eşitlik, müşteri talebinin, müşteri için dağıtım merkezlerinden gönderilen son ürün miktarını aşamayacağını göstermektedir. (6) numaralı eşitlik, tüm değişkenlerin pozitif olduğunu göstermektedir. (7) numaralı eşitlik, dağıtım merkezlerinden gönderilen toplam ürün miktarı, bu dağıtım merkezlerinin depolama kapasitesinin üzerinde değildir. (8) numaralı eşitlik, açılması düşünülen dağıtım merkezi sayısını belirtmektedir. (9) numaralı eşitlik, fabrikadan dağıtım merkezlerine gönderilen son ürün miktarının, aynı dağıtım merkezlerinden müşterilere gönderilen son ürün miktarına eşit olacağını göstermektedir. (10) numaralı eşitlik, bazı karar değişkenlerinin ikili değerler aldığını göstermektedir.

Tablo 6'da 200 adet müşteri talebi için Lindo paket programından elde edilen çözüm gösterilmiştir. Bu çözüme göre, Toplam Maliyet; 233559,8 TL olarak bulunmuştur. **Şekil 3**'te 200 adet müşteri talebi için tedarik zinciri ağı gösterilmiştir. Aktif olarak sadece dağıtım merkezi-3 (Kayseri) faaliyet göstermektedir. Fabrikamız faal durumda ve kullanılan tedarikçiler $X_1, X_2, X_4, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{11}$ olarak belirlenmiştir. 1 numaralı tedarikçiden 1. bileşen için verilen sipariş miktarı 558,44 kg' dır. 2 numaralı tedarikçiden 2. bileşen için verilen sipariş miktarı 130,56 kg.'dır. 4 numaralı tedarikçiden 3. bileşen için verilen sipariş miktarı 134,82 m.'dir. 6 numaralı tedarikçiden 4. bileşen için verilen sipariş miktarı 200 adettir. 7 numaralı tedarikçiden 5. bileşen için verilen sipariş miktarı 11772 adettir. 8 numaralı tedarikçiden 6. bileşen için verilen sipariş miktarı 408 adettir. 9 numaralı tedarikçiden 7. bileşen için verilen sipariş miktarı 39,14 kg.'dır. 11 numaralı tedarikçiden 8. bileşen için verilen sipariş miktarı 4,32 kg.'dır. Bu değerlere fireler dâhildir. Bu çalışmada sadece tedarikçi aşamasında fire olduğu kabul edilmiştir.

Tablo 6. 200 adet müşteri talebi için Lindo çözümünün gösterimi

Değişken	Değer	Değişken	Değer
N_1	1	X_{86}	408
F_1	0	X_{97}	39,14
F_2	0	X_{107}	0
F_3	1	X_{118}	4,32
F_4	0	Y_1	0
X_{11}	558,44	Y_2	0
X_{22}	130,56	Y_3	200
X_{33}	0	Y_4	0
X_{43}	134,82	Z_1	0
X_{53}	0	Z_2	0
X_{64}	200	Z_3	200
X_{75}	11772	Z_4	0

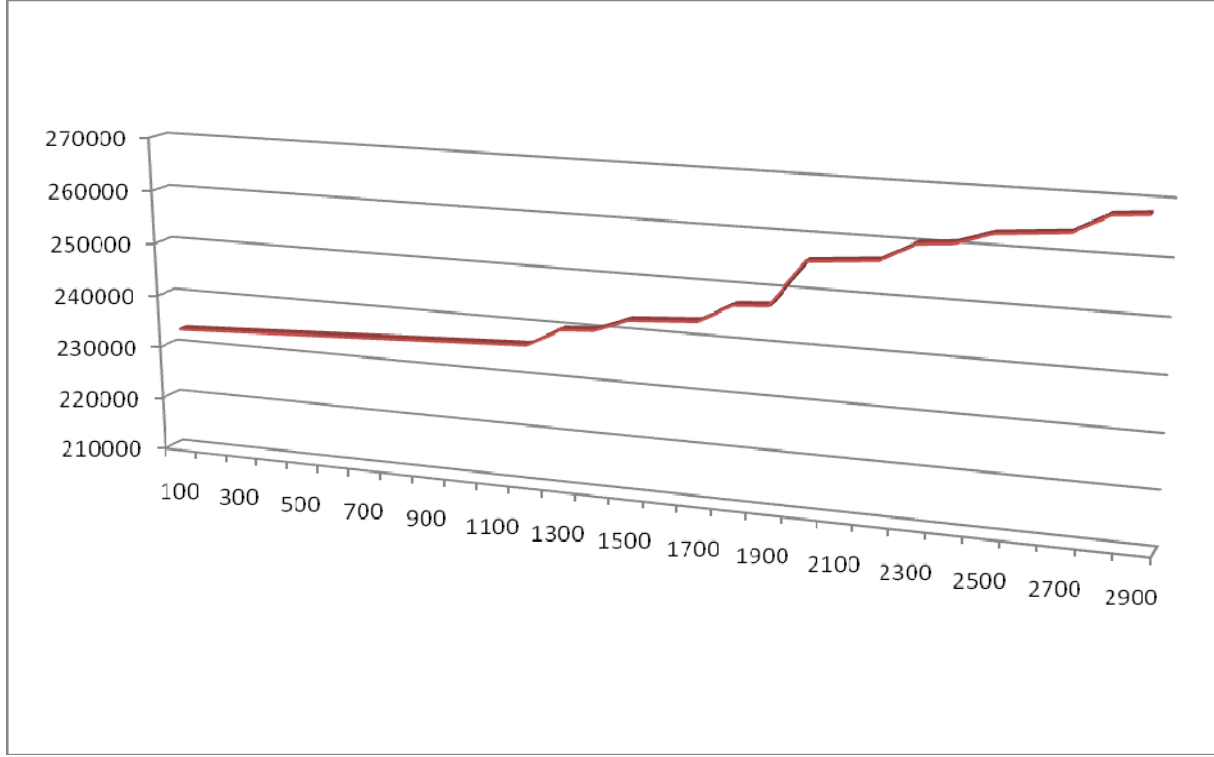
Toplam Maliyet=233559,8

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmayla amaçlanan, işletmenin ilgili ürün çok aşamalı tedarik zinciri ağını optimum şekilde kullanmasını sağlamaktır. Doğal olarak bu ürünle ilgili çok farklı miktarlarda talepler ortaya çıkabilir. Bu farklı müşteri taleplerinde hangi tedarikçiden hangi miktarda bileşen alınacağı, hangi dağıtım merkezinden faydalanacağı bilgisinin işletmeye aktarılması amaçlanmıştır. Bu amaçla müşteri talebinin 100 adet olduğu durumdan başlayarak, müşteri talebini 100'er adet arttırılarak 2900 adet talebe ulaşacağı 29 farklı talep durumu dikkate alınmıştır. 29 farklı talep durumu Lindo programı ile çözülmüştür. 2900 adetten fazla müşteri talebi olması durumunda kurulmuş olan model çözüm verememektedir. Bu durumun sebebi dağıtım merkezlerinin kapasite toplamalarının 2900 adet olmasıdır. İşletmenin 2900 âdetin üzerinde müşteri talebini karşılayabilmesi için tedarik zinciri yapısını yenilemesi gerekmektedir.

Şekil 4'te farklı müşteri talepleri için Lindo programı ile elde edilen toplam maliyetlerin değişimi gösterilmektedir. Normalde müşteri taleplerinin artmasıyla eğrinin doğrusal bir yol

izlemesi beklenir. Fakat burada talepler arttıkça dağıtım merkezlerinin artışı, farklı dağıtım merkezlerinin kullanılması ve bu merkezler arasında taşıma maliyetlerinin farklı olması nedeniyle toplam maliyet çizgisi doğrusal bir yapı göstermemektedir.

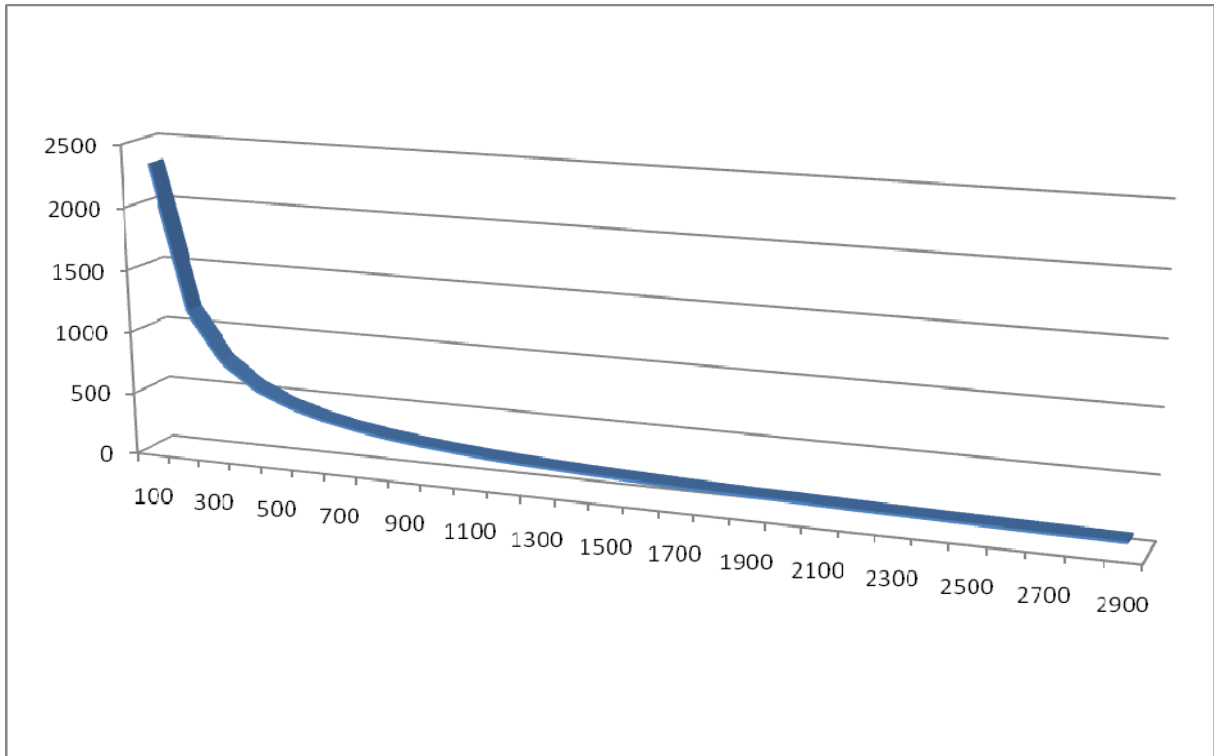


Şekil 4. Farklı müşteri taleplerinde toplam maliyetin değişiminin gösterilmesi.

Şekil 5'te ise farklı müşteri taleplerinde birim ürün başına düşen toplam maliyetin değişimi gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde, müşteri talebinin 1900 ve üzerinde olduğu durumlarda birim ürün başına düşen toplam maliyet eğrisinin yatay bir yapıya kavuştuğu gözlenmektedir. Müşteri talebinin 1900 üzerinde olduğu durumlarda işletmenin tedarik zinciri ağı ekonomik olmaktadır. Müşteri talebinin 100 ile 1900 üzerinde olduğu durumlarda tedarik zinciri ağının ekonomik olmadığı gözlenmektedir.

Şekil 6'da ise farklı müşteri taleplerinde optimum çözümde kullanılan dağıtım merkezleri sayıları ve yerleri gösterilmektedir. Kullanılan dağıtım merkezi farklılıkları ise maliyeti minimize etme çabasıyla kaynaklanmaktadır. Örneğin 1700,1900 ve 2000 adet müşteri

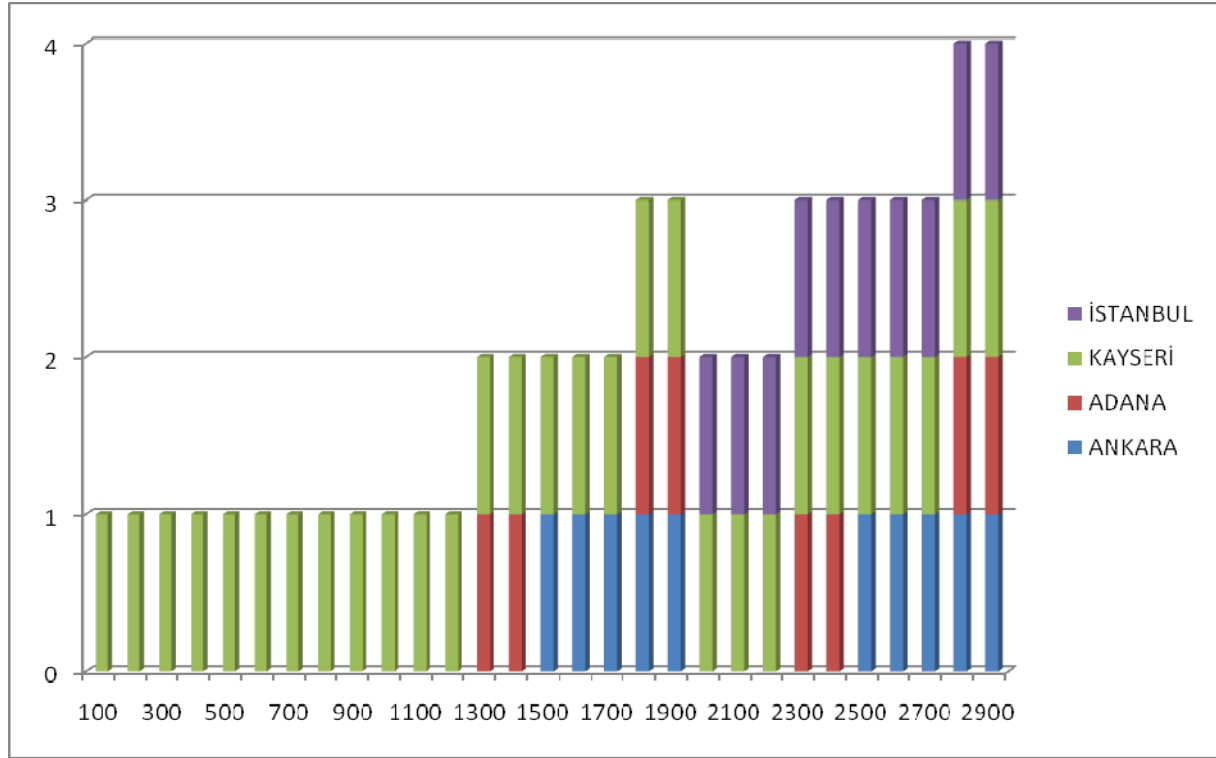
talepleri dikkate alındığında; 1700 adet müşteri talebinde Ankara ve Kayseri dağıtım merkezleri kullanılmakta iken 1900 adet müşteri talebinde ise Ankara, Kayseri ve Adana dağıtım merkezleri kullanılmaktadır. 2000 adet müşteri talebi oluştuğunda ise İstanbul ve Kayseri dağıtım merkezleri kullanılmaktadır. Bu çalışmayla sürekli aynı dağıtım merkezini kullanmanın ekonomik olmayacağı gösterilmiştir. Farklı müşteri taleplerinde farklı dağıtım merkezlerinin kullanılması ile toplam maliyet en aza indirilebilir.



Şekil 5. Farklı müşteri taleplerinde birim ürün başına maliyetin değişiminin gösterimi.

İşletmeler için rekabet önemini gittikçe artıran bir faktördür. Rekabette ise fark yaratan yenilik kavramı ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmayla, işletmeye X ürünü ile ilgili müşteri talebi belli olduğunda hangi tedarikçiden hangi bileşeni hangi miktarda alacağı ve hangi dağıtım merkezlerini kullanacağı bilgisi ve toplam maliyetin en aza indirilmesi sağlanmıştır. Tedarik zinciri ağını optimum şekilde kullanan işletmeler fark yaratan yeniliğe ulaşmış olacaklardır. Gerçek hayat uygulamalarında fireler oluşacaktır. Bu firelerin göz önünde bulundurulması daha gerçekçi sonuçlar elde etmemizi sağlayacaktır. Bu çalışma aşamalar arasında fire bulunan bir

tedarik zinciri ağının optimizasyonun dikkate alındığı ilk çalışmadır. Bu çalışma, üretim ve depolama maliyetlerinin dikkate alınmasıyla geliştirilebilir.



Şekil 6. Farklı müşteri taleplerinde optimum çözümde kullanılan dağıtım merkezlerinin gösterimi.

KAYNAKLAR

1. Yüksel H. Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilgi Sistemlerinin Önemi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Cilt: 4. Sayı: 3, 202, 2002.
2. Rau H., Wu M.-Y. and Wee H.-M., Integrated Inventory Model for Deteriorating Items under A Multi-Echelon Supply Chain Environment, Int. J. Production Economics, 86, 155–168, 2003.
3. Van der Vorst J.G.A.J., Beulens A.J.M. and van Beek P., Modelling and Simulating Multi-Echelon Food Systems, European Journal of Operational Research, 122, 354-366, 2000.
4. Verrijdt J.H.C.M. and de Kok A.G., Distribution Planning for A Divergent Depotless Two-Echelon Network under Service Constraints, European Journal of Operational Research, 89, 341-354, 1996.
5. Wang H. S., A Two-phase Ant Colony Algorithm for Multi-echelon Defective Supply Chain Network Design, European Journal of Operational Research, 192, 243-252, 2009.

6. Yoo Y.-J., Kim W.-S. and Rhee, J.T., Efficient Inventory Management in Multi- Echelon Distribution Systems, Computers and Ind. Eng. 33(3-4), 729-732, 1997.
7. Diks E.B. and de Kok A.G., Optimal Control of A Divergent Multi-Echelon Inventory System, European Journal of Operational Research, 111, 75-97, 1998.
8. Iida T., The Infinite Horizon Non-Stationary Stochastic Multi-Echelon Inventory Problem and Near-Myopic Policies, European Journal of Operational Research, 134, 525-539, 2001.
9. Martel A., Policies for Multi-Echelon Supply; DRP Systems with Probabilistic Time-Varying Demands, INFOR 41(1), ABI/INFORM Global: 71, 2003.
10. Gümüş A.T. and Güneri, A.F., A multi-echelon inventory mangement framework for stochastic and fuzzy supply chains”, Expert Systems with Applications, doi:10.1016/j.eswa.2008.06.082.