T.C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE ÜRETİM/DAĞITIM PLANLAMA KARAR SÜRECİNDE TASARIM VE OPTİMİZASYON

Emine B.CAVLAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Konya, 2009

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE ÜRETİM/DAĞITIM PLANLAMA KARAR SÜRECİNDE TASARIM VE OPTİMİZASYON

Emine B.CAVLAK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Turan PAKSOY

2009, 91 Sayfa

Jüri:

Tedarik zinciri malzeme tedariği işlemlerini yerine getiren, bunları yarı mamul ve mamullere dönüştüren ve daha sonra bunları dağıtım kanallarıyla müşterilere ulaştıran hizmet ve dağıtım seçeneklerinden oluşan ağdır. Tedarikçiler, imalatçılar, dağıtıcılar, toptancılar, perakendeciler, müşteriler gibi öğelerden oluşan bu iş ağının tasarımı problemi tedarik zinciri yönetimi içinde stratejik bir öneme sahiptir.

Bu çalışmada, tedarik zinciri yönetiminde dağıtım ağlarının tasarımı ve optimizasyonu problemi ele alınmıştır. Firmaların rekabetinde önem arz eden tedarik zinciri yönetimi konusunda; bakış açısı geliştirmek, modeli doğru kurmak için bilgilendirmek, optimizasyonun mantığı altında yatan, verimlilik artışı, kar realizasyonu ve iyileştirmesi, maliyetlerin kontrol edilebilir hale getirilmesi anahtarlarına uygun olarak doğru optimum model üzerinde çalışma sağlamak amaçlanmıştır. Konya/Türkiye de faaliyet gösteren bitkisel yağ tesisi için yeni bir model geliştirilmiştir. Önerilen model firmadan sağlanan gerçek verilerle LİNDO paket programıyla çözülmüş ve sonuçlar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Üretim/Dağıtım Ağları ve Lineer Programlama, Bitkisel yağ üreticisi ağ tasarımı ve optimizasyonu

ABSTRACT

PhD Thesis

DESİGN AND OPTİMİZATİON IN MANUFACTURING/DISTRIBUTION PLANNING DECISIONS IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Emine B.CAVLAK

Selçuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Industrial Engineer Branch

Advisor: Doç. Dr. Turan PAKSOY
2009, 91 Page

Jury:

A supply chain is a network of facilities and distribution options that performs the functions of procurement of materials, transformation of these materials into intermediate and finished products, and the distribution of these finished products to the customers. Network design problem, that includes various business actors such as suppliers, manufacturers, distributors, retailers and costumers, has a strategic role in supply chain management. In this study the distrubition networks design and its optimization problem in the supply chain management is eveluated. It is aimed that to study on the optimum modelling in the supply chain management which is very important for the companies' competitions to improve the vision , to inform for developping the right model , and to become convenient in the optimization related factors such as productivity increase , realization of profit and correcting and providing traceable cost . A novel linear programming model is developed for a food enterprise in which edible vegetable oil is produced in Konya/Turkey. Proposed model is performed with real data from enterprise via LINDO package program and results are discussed.

Keywords: Supply Chain Management, Production-Distribution Network and Linear Programming, Edible Vegetable Oil Manufacturer Network Design and Optimization.

ŞEKİL LİSTESİ **SAYFA**

Şekil 3.1 Tedarik zinciri yapısı…....……....20
Şekil 3.2 Tek safalı tedarik zinciri……21
Şekil 3.3 Çok safalı tedarik zinciri....…….....21
Şekil 3.4 Tedarik zinciri yönetimi fonksiyonları..……26
Şekil 3.5 Temel tedarik zinciri kararları…….....27
Şekil 3.6 Porter'in beş güç modeli ……...34
Şekil 3.7 Tedarik zinciri dağıtım ağının yapısı ……43
Şekil 3.8 SCOR Modeli ……....48
Şekil 3.9 Tedarik zincirinde üretim ve dağıtım sistemleri ……62
Şekil 4.1 Bitkisel Yağ Firmasının tedarik zinciri ağı……....65
Şekil 4.2 ABC Yağ firmasının üretim/dağıtım ağı……67
Şekil 4.3 Yağ ve ambalaj tipleri……68
Şekil 5.1 Taşınan ham yağ miktarlarının (Ham yağ silolarından rafinerilere)silo kapasite değişimlerine yanıtı ……..77
Şekil 5.2 Taşınan rafine yağ miktarlarının (rafinerilerden dolum hatlarına) rafinerilerin kapasite değişimlerine yanıtı…….……..…78
Şekil 5.3 Herbir nakliye maliyetlerine ve toplam maliyete Depoların talep değişimlerinin yanıtı……..….80

TABLO LİSTESİ **SAYFA**

Tablo 3.1 TZ optimizasyonunun işletmeye sağladığı katma değer……38
Tablo 3.2 Tedarikçi seçimi arayüzü 54

Tablo 4.1 ABC Yağ firmasının ve özel markalar depolarının talep miktarları ……... 69

Tablo 4.2 Yağ firması-özel markalar depoları ve fabrika arası taşıma maliyetleri ……70

Tablo 4.3 Ham yağ tedarikçisinden ham yağ silolarına litre başı taşıma maliyeti ve her bir silonun kapasitesi ……..……...70

Tablo 4.4 Zeytinyağ tedarikçisinden zeytinyağ silolarına litre başı taşıma maliyeti (TL) ve her bir silonun kapasitesi .....…….71

Tablo 4.5 Her bir ambalaj için teneke hatlarının kapasitesi .....…….71

Tablo 4.6 Her bir ambalaj için pet hatlarının kapasitesi .....…….71

Tablo 4.7 LINDO paket programı ile elde edilen sonuçlar .....…72
Tablo 5.1 Ham yağ silolarından rafinerilere taşınan miktarın senaryo 1'e göre değişimi 76

Tablo 5.2 Rafine yağ silolarından dolum hatlarına taşınan miktarın senaryo 2'ye göre değişimi .....……..……77

Tablo 5.3 Farklı maliyetlerin senaryo 3'e göre değişimi …….....79

KISALTMALAR

EPD: Explicit Production Distribution(Belirtilmiş Üretim Dağıtım)

ERP: Kurumsal Kaynak Planlaması

GSCM: Global Tedarik Zinciri Yönetimi

MİP: Malzeme İhtiyaç Planlaması

MRP: Malzeme İhtiyaç Planlaması

MRP II: İmalat Kaynakları Planlaması

SCOR: Tedarik Zinciri İşlemleri Referans Modeli

TZ: Tedarik Zinciri

TZY: Tedarik Zinciri Yönetimi

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **İ**

ABSTRACT ..... **İİ**

ŞEKİL LİSTESİ…… ..... **İİİ**

TABLO LİSTESİ ..... **İV**

KISALTMALAR ..... **V**

İÇİNDEKİLER ..... **Vİ**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

3. METERYAL VE METOT **9**

3.1. Meteryal 9

3.1.1. *Uygulama yapılan firma hakkında genel bilgi* *10*

3.2. Metot 12

3.2.1. *ABC Firmasının üretim/dağıtım ağı optimizasyonu için geliştirilen yeni doğrusal model* *12*

3.3. Tedarik Zincirinin Yapısı Ve Tedarik Zinciri Yönetimi 19

3.3.1. *Tedarik zinciri yapısı* *19*

3.3.2. *Tedarik zinciri çeşitleri* *20*

3.3.3. *Tedarik zinciri yönetimi* *22*

3.3.4. *Tedarik zinciri yönetiminin fonksiyonları* *26*

3.3.5. *Tedarik zinciri yönetiminin kararları* *27*

3.3.5.1. Üretim kararları 28

3.3.5.2. Envanter kararları 28

3.3.5.3. Yerleşim kararları 29

3.3.5.4. Nakliye (Dağıtım) kararları 29

3.3.5.5. Bilgi kararları 30

3.3.5.6. Tedarik zincirinde bilginin fonksiyonları 31

3.3.5.7. Tedarik zincirinde bilginin prensipleri 32

3.4. Tedarik Zinciri Yönetiminde Etkili Olan Yaklaşımlar 33

3.4.1. *Rekabet* *33*

3.4.2. *Dış kaynaklara yönelme (Outsourcing)* *34*

3.4.3. *Teknoloji* *35*

3.5. Tedarik Zinciri Performansı 36

3.5.1. *Nitel performans ölçütleri* *36*

3.5.2. *Nicel performans ölçütleri* *37*

3.6. Etkin Bir Tedarik Zinciri Yönetiminin İşletmelere Kazandırdıkları 38

3.7. Tedarik Zinciri Yönetiminde Üretim/Dağıtım Planlama Karar Sürecinde Tasarım Ve Optimizasyon Yaklaşımları 41

3.7.1. *Tedarik zinciri ağı tasarımı amaçları* *43*

3.8. Tedarik Zinciri Modelleme 44

3.8.1. *Analitik modeller* *44*

3.8.2. *Ekonomik modeller* *46*

3.8.3. Simülasyon ve bilgi tabanlı modeller *47*
3.8.4. Tedarik zinciri işlemleri referans modeli (SCOR) *48*
3.9. Tedarik Zinciri Problemleri 49
3.10. Tedarik Zincirinin Kısıtları 50
3.10.1. Talep kapsamı/miktarı *51*
3.10.2. Kapasite *51*
3.10.3. Hizmet uyumu *52*
3.11. Tedarik Zinciri Ağ Tasarımı 52
3.12. Tedarik Zinciri Etkinliklerinin İyileştirilmesi 53
3.12.1. Tedarikçi seçimi *53*
3.12.2. Üretim planlama *54*
3.12.3. Stok yönetimi *56*
3.12.4. Sevkiyat ve dağıtım *57*
3.12.5. Kurumsal kaynak planlaması ve malzeme ihtiyaç planlaması *57*
3.13. Bütünleşmiş Üretim-Dağıtım Sistemleri 61
3.13.1. Tedarik zinciri entegrasyonu ve bilişim teknolojileri *62*
3.13.2. Tedarik zinciri entegrasyonu başarı faktörleri *63*

4. SAYISAL UYGULAMA VE SONUÇLARI 65

5. TARTIŞMA 74

5.1. Senaryo Analizi 74
5.2. Duyarlılık Analizi 75

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 81

7. KAYNAKLAR 85

ÖNSÖZ

Çalışmalarım boyunca değerli yardımları ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli hocalarım danışmanım, Sn. Doç. Dr. Turan PAKSOY'a ve Sn. Yrd. Doç. Dr. Atilla ARICIOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Endüstri Mühendisliği alanında gerçekleştirdiği çalışmalarıyla yardımcı olan Sn. Eren ÖZCEYLAN ' a teşekkür ederim.

Çalışmamım uygulamasını yaptığım bitkisel yağ isletmesine, bana bu fırsatı verdiği için teşekkür ederim.

İyi bir eğitim almamı sağlayan ve her daim yanımda olan aileme ayrıca teşekkürü borç bilirim.

Emine B.CAVLAK

1.GİRİŞ

Günümüzde müşteriler, kendilerine iş kuruluşlarının daha iyi ve daha ucuz ürünler, daha kısa yanıt süreleri, daha çok ürün gurubu ve daha yüksek hizmet düzeyleri sunmalarını isterler. Herhangi bir girişimin son başarısının sadece bir firmanın yeteneği ve kapasitesinin etrafında inşa edilmemesi nedeniyle tedarik zinciri kavramı, rekabet piyasasında önemini her geçen gün artırmaktadır. Yoğun rekabet ortamında kuruluşların, sadece ürün veya hizmet üretmesi yeterliliğini kaybetmiştir. Küreselleşme ile birlikte ivme kazanan "müşteri memnuniyeti", rekabetin, "olmazsa olmaz" koşullarından olmuştur. Varlığını devam ettirmek isteyen şirketler, minimum maliyet, maksimum hizmet düzeyi sınırlarında bu memnuniyeti sağlamak zorundadırlar.

Şirketler geniş bir alana dağılan müşterilerine daha yakın olmak, ürün teslim ve servis sürelerini daha da kısaltıp, daha iyi hizmet verebilmek amacıyla bölgesel pazarlama ve bölgesel dağıtım merkezleri kurma yoluna gitmişlerdir. Tedarik zincir tasarım problemi, küresel pazar tarafından tanıştırılan artan rekabet yüzünden önem kazanmaktadır. Firmalar, yüksek müşteri hizmet düzeylerini sürdürmek için zorlanırken, aynı zamanda, maliyeti azaltmak ve kâr marjlarını sürdürmek için de zorlanır (Altıparmak ve ark. 2007). Küresel pazarlarda, sürekli rekabet halindeki işletmeler dikkatlerini iş süreçlerinin etkinliği ve etkililiği üzerinde yoğunlaştırmışlardır. Bundan dolayı planlama, kontrol ve tasarım gibi pek çok stratejik fonksiyonu bünyesinde barındıran tedarik zinciri yönetiminin "TZY" önemi daha iyi kavranmaya başlanmıştır.

Tedarik zincirinde ana süreçler; üretim planlama - kontrol, dağıtım ve lojistiktir. Üretim planlaması ve kontrol, sürecin tasarımı ve tüm imalat sürecinin, malzeme taşıma, çizelgeleme ve envanter kontrolü gibi yönetimini tanımlar. Dağıtım ve lojistik süreci, ürünlerin nasıl bulunup, fabrikadan veya depodan müşterilere nasıl taşınacağını kararlaştırır. Bu süreç, stok geri kazanımını, taşımacılık ve son ürün teslimi yönetimin kapsar. Bu süreçlerde, üretim — dağıtım planlaması, TZY'de global optimizasyonu

desteklemesi için en önemli parçaların biridir ve bütünleşmiş planlama yapısı içinde çözülmelidir (Lee ve ark. 2002).

Bu çalışmada küresel rekabet ortamında önemlilik arz eden tedarik zinciri yönetimi sistemi, tedarik zinciri problem yapısını matematiksel olarak ifade etmek ve hammadde tedariğinden son müşteriye kadar TZY ağını optimum bir şekilde tasarlamak amacıyla, tedarik zinciri yönetiminde üretim/dağıtım ağları tasarımı ve optimizasyonu için yeni bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model, bir yağ firmasında; çok ürünlü, çok aşamalı, kapalı çevrim esnek bir tedarik zinciri ağına uygulanmıştır.

Giriş niteliğindeki birinci bölümün ardından, ikinci bölümde; kaynak araştırması yapılmıştır.

Üçüncü bölümde; araştırma amacı, yöntemi ve geliştirilen model, notasyonları, kısıtları ve amaç fonksiyonu ile beraber açıklanmış, reel verilere dayalı sayısal bir uygulamayla, profesyonel bir paket programında test edilmiştir. İlaveten üçüncü bölümde; tedarik zinciri yönetimi ve performansı, tedarik zinciri yönetiminde etkili olan yaklaşımlar, etkin bir tedarik zinciri yönetiminin işletmelere sağladığı faydalar incelenmiştir. Tedarik zinciri modelleme, tedarik zinciri problemleri, tedarik zinciri kısıtları, tedarik zinciri ağ tasarımı, tedarik zinciri etkinliklerinin iyileştirilmesi ve bütünleşmiş üretim- dağıtım sistemleri ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde; modelin çözümü ve elde edilen optimum sonuçlar yorumlanmıştır.

Beşinci bölümde; senaryo analizi ve problemin bazı parametreler için duyarlılık analizi yapılmış, sonuçlar değerlendirilip yorumlanmıştır.

Son bölümde ise; uygulama sonucu yorumlanıp konuyla ilgili yapılacak ileriki çalışmalar için önerilere yer verilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, tedarik zinciri üretim-dağıtım ağı tasarımına ilişkin geçmişte yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Williams (1981), tedarik zinciri ağlarında, üretim ve dağıtım operasyonları için amacı maliyetleri minimize etmek olan yedi sezgisel algoritma sunmuştur.

Cohen ve Lee (1989); yazarların "globâl kaynak dağıtımı" olarak adlandırdıkları politikayı geliştirmek için, ekonomik sipariş miktarı (EOQ) tekniği tabanlı, deterministik karma tam sayılı ve doğrusal olmayan matematiksel programlama modeli sunmuştur. Özellikle bu modelde amaç fonksiyonu; imalat yerleri ve dağıtım merkezleri için vergi sonrası kârı maksimize etmektedir ve aynı zamanda malzeme ihtiyaçlarını ve tüm ürünler için atamaları belirlemektedir.

Cohen ve Moon (1991), bütünleşik tedarik zinciri ağ tasarım problemi için optimum üretim akışını ve tedarik zincirini elde etmek adına karma tamsayılı bir model geliştirmişlerdir. Modelde tesis konfigürasyonu sabit kabul edilmiştir.

Pyke ve Cohen (1993), bütünleşik tedarik zinciri için matematiksel programda rastsal değişkenlerin değerlerinin hesaplanması için stokastik alt modeller kullanılarak matematiksel bir program geliştirmişlerdir. Tek ürünün söz konusu olduğu model, imalat tesisi, depo ve perakendecilerden oluşan üç seviyeli bütünleşik bir tedarik zincirinde, servis düzeyi kısıtı altında toplam maliyeti en küçükleyen ekonomik yeniden sipariş aralığını, ikmal parti hacimlerini ve perakendeciler için maksimum sipariş miktarı seviyesini belirlemektedir.

Arntzen ve ark. (1995), globâl tedarik zinciri yönetimi olarak "GSCM" adlandırılan karma tamsayılı bir model geliştirmiştir. GSCM, malzeme listesi, talep miktarları, maliyetler ve vergiler gibi girdileri kullanarak, faaliyet günlerini ve üretim (sabit ve değişken), stok, malzeme taşıma ve ulaştırmaya ilişkin maliyetleri en azlayan dağıtım merkezlerinin sayısını ve yerlerini, müşteri-dağıtım merkezi ve ürün-tesis atamalarını belirlemektedir.

Camm ve ark. (1997), Procter & Gamble firması için tamsayılı programlama geliştirmişlerdir. Modelin amacı; Dağıtım merkezlerinin yerlerini saptamak ve müşteri bölgelerine bu seçilen merkezleri atamaktır. Modelin amaç fonksiyonu seçilen dağıtım merkezlerinde ve atanan müşteri bölgelerinde toplam maliyeti minimize etmektir.

Özdamar ve Yazgaç (1997), stok maliyetleri ve taşıma maliyetlerini de kapsayan toplam sistem maliyetinin minimize edildiği, bir merkezi üretim tesisi ile farklı bölgelerde bulunan depolama merkezlerini kapsayan bir sistem için bir üretim-dağıtım modeli geliştirmişlerdir. Sistemin kısıtları; üretim kapasitesi, stok dengesi eşitlikleri ve filo büyüklüğünde oluşmaktadır.

Doğan ve Goetschalckx (1999), geliştirdikleri model de stratejik tedarik zinciri ağları ve taktik üretim –dağıtım yer atamaları modellenmiştir. Mevsimsel değişimlere bağlı olarak müşteri taleplerinin değişkendir. Çoklu olası konfigürasyonla verilen bir takım potansiyel tedarikçiler, potansiyel tesis yerleri ve dağıtım merkezleri ve müşteri taleplerinden oluşan modelde amaç, üretim-dağıtım sistemlerinde en düşük toplamda, üretim nakliye stok ve tesis maliyetlerini müşteri istekleriyle bütünleştirmektir. Geliştirilen karma sayılı programlama formulasyonu Benders'in ayrışma metodolojisine dayanmaktadır.

Petrovic ve ark. (1999), tedarik zincirindeki her bir stok için belirsizlik altında, uygun maliyetler ile tedarik zincirinin kabul edilebilir bir servis düzeyini veren sipariş miktarlarını belirlemek için geliştirilmiş ve özel amaçlı benzetim programı ile işletilerek sınırlı bir zaman ufku süresince seri bağlı tedarik zincirinin performans ölçüleri ve dinamikleri analiz edilmiştir. Problem, bulanık ortamda modellenmiştir. Model sonucunda; belirsiz müşteri talebinin ve tedarik zinciri boyunca belirsiz teslimlerin, tedarik zincirinin davranışına büyük etkisi olduğu ortaya konmuştur.

Barbarasoğlu ve Özgür (1999), eşzamanlı olarak, üretim ve iki basamaklı dağıtım kararlı, merkezi planlama perspektifiyle karma tam sayılı matematiksel model geliştirdi ve büyük ölçekli üretim ve dağıtım problemi Lagrangean gevşemesi kullanılarak çözülmüştür.

Ganeshan ve ark. (2001), tedarik zinciri performansının, tahmin hatası, aşamalar arasındaki iletişimin biçimi ve planlama sıklığı olmak üzere üç stok planlama

parametresine olan duyarlılığı bir örnek olay üzerinde simülasyon yöntemi ile analiz etmişler, stok parametrelerinin ve yönetim tekniklerinin geniş bir perakende tedarik zincirinin performansı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, bu üç parametrenin de tedarik zinciri performansı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Artan tahmin hataları, hizmet seviyesini ve yatırımın geri dönüşünü azaltmakta ve çevrim süresini artırmaktadır. Planlama sıklığının artışı yatırımın geri dönüşünü ve hizmet seviyelerini artırmakta, çevrim sürelerini düşürmektedir.

Sakawa ve ark. (2002), merkeziyetçi olmayan iki seviyeli etkileşimli bulanık programlama yaklaşımı ile ev aletleri imal eden ana sanayi ile tedarikçilerinin amaçları arasında bir uzlaşma sağlayan bir model geliştirmişlerdir. Bu taşıma ve işgücü atama probleminde rasyonel ve etkin bir plan ortaya koyabilmek ve işletmeler arası işbirliğini yansıtabilmek için etkileşimli bulanık programlama kullanılmış ve her bir işletme için iyi bir sonuç elde etmişlerdir.

Syarif ve ark. (2002), genetik algoritmalara dayalı, karma tamsayılı doğrusal programlama yapısında, bir algoritma geliştirmişlerdir. Geliştirilen modelin amacı, belirli bir kapasiteye sahip potansiyel tesislerin kurulmasının sabit maliyeti ve müşteri talebinin tesislerden taşınması maliyeti toplamının en azlayacak tesislerin ve dağıtım ağının en uygun tasarımın elde etmektir. Geliştirilen algoritmanın performansı basit genetik algoritmalar ve LINDO ile karşılaştırılmış, basit genetik algoritmalara göre, sezgisel çözümler ve bilgisayar işlem zamanı bakımından daha iyi sonuçlar elde edildiği gösterilmiştir.

Yan ve ark. (2003), doğrusal, mantık kısıtları kullanarak, tedarik zinciri tasarımı için stratejik ve çok aşamalı bir karma tamsayılı üretim-dağıtım modeli önermişlerdir. Tedarikçiler, üreticiler, dağıtım merkezleri ve müşteri bölgelerinden oluşan çok aşamalı tedarik zinciri için malzeme ihtiyaçlarını da göz önüne alan bir tasarım gerçekleştiren üretim-dağıtım modelidir.

Yılmaz (2004), tek ürünlü, çok tedarikçili, çok üreticili ve çok dağıtıcılı deterministik bir üretim ağdan oluşan, üç aşamalı üretim-dağıtım ağı için stratejik planlama problemini göz önüne almıştır. Modelin amacı, sistemin üretim, dağıtım, taşıma ve kapasite artırma sabit maliyetlerini minimize etmektir.

Chen ve Lee (2004), çok aşamalı tedarik zinciri şebekesinde, belirlenen ölçülemeyen amaçlara ulaşabilmek için çok ürünlü, çok aşamalı ve çok dönemli bir planlama modeli önermişlerdir. Modeli kararların seviyesi, üretim-dağıtım entegrasyonunun yapısı ve problem parametrelerine dayanan beş sınıfta sınıflandırmışlardır. Talep miktarlarının ve ürün fiyatlarının belirsiz olan ve "EPD" (*explicit productiondistribution*) olarak adlandırdıkları modelde, bilinen olasılıklara sahip farklı senaryolar kullanılmış; satıcıların ve alıcıların ürün fiyatları ile ilgili birbirine uymayan tercihleri bulanık kümeler kullanılarak ifade edilmiştir.

Rizk ve ark. (2005), çalışmalarında üretim ve dağıtım merkezleri arasında çok öğeli dinamik bütünleşik üretim-dağıtım planlama problemini incemişlerdir. Talebin deterministik, zamanın değişken olduğu modelde karma tamsayılı doğrusal programlama kullanılmıştır. Sonuçlar CPLEX paket programında yorumlanmıştır.

Santoso ve ark.'nın (2005), tedarik zinciri ağ tasarım problemleri için geliştirdikleri model, gerçekçi bir ölçekte çözüm algoritması ve stokastik modelden oluşur. Çözüm metodolojisi hızlandırılmış Benders ayrıştırma algoritmasına dayanır. Model, örnekleme stratejisi ve ortalama örnek tahmin planını bütünleştirerek büyük ölçekli stokastik tedarik zinciri tasarım problemlerini yüksek kalitede hızlı bir şekilde çözümü amacını içerir. İki gerçek tedarik zincir şebekesini içeren sayısal çalışma, teklif edilen çözüm stratejisinin verimliliğine ek olarak stokastik modelinin önemine dikkat çekmiştir.

Nagurney ve ark. (2005), çok katmanlı tedarik zinciri yapısındaki tersine tedarik zincirinde, e-geri dönüşüm dengesini sağlamaya çalışmışlardır.

Gen ve ark. (2005), çok aşamalı ve çok dönemli bir tedarik zinciri ağı için melez bir genetik algoritma geliştirmişlerdir.

Paksoy (2005), malzeme ihtiyaç kısıtı altında çok aşamalı bir tedarik zinciri ağı tasarımı için karma tamsayılı bir doğrusal programlama modeli geliştirmiştir.

Bolduc ve ark. (2006), geliştirmiş oldukları modelde çok periyotlu araç rotalama problemleri için büyük ölçekli üretim ve dağıtım ağlarında, araçların seyahat ve stok maliyetlerini minimize etmeyi amaçlar. Programda önce her bir araç teslimi tek tedarikçiye uygulanmış, problem analiz edilmiş ve model en verimli şekilde formüle

edilmiştir. Daha sonra aynı herustik, araçların birden fazla perakendeciye teslimi için kullanılmıştır. Problem karma tamsayılı programlama tekniği ile modellenmiş ve analiz edilmiştir.

Altıparmak ve ark. (2006), genetik algoritmalara dayalı, çok amaçlı bir tedarik zinciri şebekesi tasarımı problemi için optimum sonuçlar kümesini bulmak amacıyla yeni bir çözüm yöntemi önermişlerdir.

Mele ve ark. (2006), kimyasal tedarik zinciri yönetiminde talep belirsizliği altında yeni bir yaklaşım getirmiştirler. Modelin ana amaçlardan biri, büyük ölçekli karma tamsayılı doğrusal olmayan problemlerle birleşmiş sayısal problemlerin üstesinden gelmektir. Çalışma birkaç üretim alanından, tedarikçilerden, depolardan ve dağıtım merkezlerinden oluşan tedarik zincir problemleri için belirsizlik altında karar vermeye ışık tutmuştur.

Lin ve ark. (2007), melez bir genetik algoritma yöntemiyle, geleneksel çok aşamalı, tedarik zinciri ağı için elde ettiği sonuçları esnek bir tedarik zinciri ağında da çözerek karşılaştırmış ve elde ettiği sonuçlarla esnek tedarik zinciri yapısının avantajlarından bahsetmiştir.

Wang (2007), daha önceki çalışmalarda tedarik zincirinin kusursuz bir dengede çalıştığı varsayımını değiştirerek, aşamalar arasındaki dengesizliği kusurlu tedarik zinciri kavramıyla açıklamıştır. Kusurlu tedarik zincirlerinde ağ tasarımında maliyet minimizasyonu için karınca kolonisi yöntemini kullanmıştır.

Yang ve ark. (2009), hammadde tedarikçileri, üreticiler, perakendeciler, müşteriler ve onarım merkezinden oluşan kapalı bir tedarik zinciri ağı için genel bir optimizasyon modeli geliştirmişlerdir. Değişimsel eşitsizlikler teorisiyle aşamalar arasındaki dengeyi sağlayarak ağ planlaması yapmışlardır.

Xu ve Nozick (2009), globâl tedarik zinciri tasarımında, tedarikçi seçimini en iyi şekilde kullanması için çok periyotlu tek ürünlü, iki basamaklı karma tamsayılı bir stokastik program ve çözüm prosedürü formüle edilmiştir. Çalışmada; tedarik zinciri tasarımı, stokastik programlama, tesis yeri ve risk analizi entegrasyonu ve karar modelleme gibi dört ana alan üzerinde geniş kaynak taramalarına yer verilmiştir.

Tuzkaya ve Önüt (2009), tedarikçi-depo-üreticiden oluşan iki aşamalı bir tedarik zinciri için holonik sistem yaklaşımıyla yok satma ve elde tutma maliyetlerini minimize eden bir model geliştirmişlerdir.

Bidhandi ve ark. (2009), deterministik, çoklu-emtia, tek periyodlu tedarik zinciri ağ tasarımı problemlerini çözmek için karma tamsayılı doğrusal programlama tekniği ile yeni bir çözüm algoritması sunmuşlardır. Modelin entegrasyonu için tedarik zinciri planlamada stratejik seviye ve taktik seviye bütünleştirilmiştir. Tesisler için, açık veya kapalı kararlar; ikili karar değişkenleri ile üretim ve nakil akış kararları ise sürekli karar değişkenleri ile ifade edilir. Model, tedarikçiler için yer ve kapasite seçeneklerini, depo seçimi, ürün saha tayini ve üretim akışları bütünleştirir.

3. METERYAL VE METOT

Bu bölümde öncelikle çalışmanın amacı, önemi, kapsamı ve yöntemine dair kısaca değinilecek, çalışmanın kapsamına dair teorik esaslardan bahsedilecek, tedarik zinciri yönetimi ve optimizasyonu kapsamında konular değerlendirilecektir. Ayrıca geliştirilen model, notasyonları, kısıtları ve amaç fonksiyonu ile beraber açıklanacak, reel verilere dayalı sayısal bir uygulamayla, profesyonel bir paket programında test edilecektir.

3.1. Meteryal

Bu çalışmada, bir tedarik zinciri ağını oluşturan üretim tesisleri, perakendeciler, dağıtım merkezleri sayılarının ve yerlerinin tespiti, aralarındaki malzeme akış miktarının belirlenmesi ve taşıma maliyetlerinin minimizasyonu amacıyla üretim/dağıtım ağları tasarımı ve optimizasyonu için yeni bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model; çok ürünlü, çok aşamalı, bir tedarik zinciri ağı yapısına sahip Konya'da faaliyet gösteren bir gıda firmasında uygulanarak ortaya çıkan maliyet unsurlarının yorumlanması amaçlanmıştır.

Son yıllarda küreselleşme ile birlikte, rekabetin artması ve koşulların giderek zorlaşması ile işletmeler, kendi bünyelerindeki iyileştirme ve verimlilik arttırma çalışmalarını, ilişkide bulundukları dış sistemlere doğru yöneltmeye başlamışlardır. İşletme dış sistemini oluşturan tedarikçiler, dağıtım merkezleri, perakendeciler, servis sunanlarla arasındaki ağı optimum bir şekilde oluşturduğu müddetçe "var" olacağından çalışmanın önemi buraya işaret etmektedir.

Seçilen firmanın tedarik zinciri; bir üretim tesisi, tedarikçiler, bayiler, perakendeciler ve dağıtım merkezlerinden oluşmaktadır. Ağı oluşturan bu faktörlerin sayılarının ve yerlerinin tespiti, aralarındaki malzeme akış miktarının belirlenmesi ve taşıma maliyetlerinin en küçüklenmesi ve optimum üretim/dağıtım ağları tasarımı

hedeflenmiştir. Geliştirilen model çok ürünlü, çok aşamalı, kapalı çevrim esnek bir tedarik zinciri ağı yapısına sahip bu firmada uygulanıp, profesyonel bir optimizasyon paket programı ile çözülerek optimum sonuçlar elde edilmesi ve yorumlanması çalışma kapsamını oluşturmaktadır.

3.1.1. Uygulama yapılan firma hakkında genel bilgi

1950'li yıllarda gıda ticareti ile faaliyete başlayan ABC firması tüketiciye kaliteli ürünler sunmak hedefiyle, 1989 yılında temeli atılan ve 1991 yılı Ekim ayında üretime başlayan, 102.000 m^2 açık 42.000 m^2 kapalı alan üzerine kurulu ve "Ayçiçek yağı, Zeytin yağı, Mısırözü yağı, Soya yağı, Kanola yağı, Pamuk yağı, Fındık yağı, Bitkisel Karışım Yağlar vb gibi" tüm bitkisel yağları rafine edebilecek kapasitedeki tesislerinde bitkisel yağların hemen hemen hepsinin üretimi ve satışı gerçekleşmektedir. Sektöründe Dünya'nın en ileri teknolojisi kullanılarak üretim yapılan ABC tesisleri, Türkiye'nin kalitesi ISO 9002 Kalite Sistem Belgesi ile tescil edilen ilk bitkisel yağ tesisi unvanını taşımaktadır.

ABC Bitkisel Yağ Rafinasyon Tesisleri, teknoloji seçiminden uygulama aşamasına kadar Dünyaca ünlü danışman firmaların desteğini alarak kurulmuştur. Teknolojiyi belirleme safhasında Dünyanın en ileri sistemleri araştırılmıştır. Üretimde kullanılan makineler, paslanmaz ve çelik malzemelerden oluşup, Belçika ve İsveç gibi sektörde öncü olan ülkelerden alınmış, bunun yanında Almanya, Hollanda ve Japonya ürünü ekipmanlarla desteklenmiştir.

ABC Bitkisel Yağ Rafinasyon Tesislerinde her şey, kusursuz, mükemmel bir ürünün üretimini hedef almaktadır. Üretim süreci, aynı üstün kaliteyi sürekli olarak üretebilecek, insan hatasından bağımsız, PLC Otomasyon sistemlerinin kontrolündedir. Üretimde uygulanan en ileri donanım ve teknoloji, mühendisinden çalışanların her birine kadar, her kademede görev alanların kalite konusundaki bilgi ve inancıyla desteklenmektedir.

Yağlarda rafinasyon işlemi kimyasal ve fiziksel olmak üzere iki yöntemle yapılmaktadır. ABC Saf Bitkisel yağları üretme işlemi, ham maddenin içindeki yabancı maddelerden tamamen uzaklaştırıldığı beş (5) temel aşamada gerçekleşmektedir ve 36 saatte tamamlanmaktadır. Bu aşamalar; fosfolipidlerin giderilmesi (Deguumming), asitlik giderme (Nötralizasyon), renk açma (Ağartma), mumsu maddelerin uzaklaştırılması (kışlandırma-vinterizasyon) ve koku gidermedir (deodorizasyon). ABC Bitkisel yağ tesislerinde bu aşamaların her biri, en ileri arındırma seviyesini sağlayan, dünyanın en ileri teknolojisine sahip olan ana kumanda merkezinde sıcaklık, basınç ve seviye kontrol değerleri PLC otomasyon sistemleri ile otomatik olarak görülen ve ayarlanan birimlerde gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle ürün uzun ömürlü ve saftır. Üretimin her aşamasında yağın kalitesi sürekli olarak ISO 17025 belgeli laboratuarda izlenmekte ve sistem kontrol altında bulundurulmaktadır. Kurulu tesisten alınan örnekler üzerinde, günde 350-400 analiz yapılmaktadır.

Bitkisel yağ rafinasyon süreci ham yağ tedariği ile başlar. Fabrikaya tankerlerle gelen ham yağ tankeri içeriye alınmadan evvel tüm analizleri yapılır ve laboratuardan alınan onay sonucu araç içeriye, ham yağ silolarına boşaltılmak üzere alınır. Rafinasyon durumuna göre siloda stoklanan ham yağ rafinasyon için sisteme alınır. Firmada 2 adet rafinasyon tesisi vardır. 60 ton /gün lük kapasiteye sahip rafine 1 tesisinden sonra kurulan, 300 ton /gün lük kapasiteye sahip olan Rafine 2 tesisi ile birlikte toplam günlük 360 ton ve yıllık 130000 tonluk bir kapasiteye ulaşılmıştır. Rafinasyon süreci tamamlanan yağ, rafine yağ silolarına veya dolum ve paketleme ünitesine gönderilir. Rafine yağ dolumu; dolum ve paketleme ünitesinde gerçekleşir. iki adet kollektörün varlığı, farklı çeşit yağları aynı anda doldurulmasına imkân vermektedir. Rafine edilen ham yağ (sızma zeytinyağı hariç), rafine yağ silolarında bekletilebilir. Zeytinyağı siloları rafine yağ silolarından ayrıdır.

Dolum ve paketleme ünitesinde 4 ayrı hat mevcuttur. Hat 1 ve hat 2; teneke dolum makineleri, Hat 3 ve hat 4; pet şişe ve diğer çeşit şişe dolum hatlarıdır. Hat 1 ve Hat 2 de 5-10-18 lt teneke dolumları, diğer hatlarda 1 lt ve 2 lt pet şişe dolumu yapılmaktadır. Dolumu yapılan ürünler paketlendikten sonra direkt sevk edilmekte veya sevk edilmek üzere kısa bir süre stoklanmaktadır.

ABC firması hem kendi ürünlerinin hem de özel marka ürünleri üretilmektedir. Bim, Kipa, Diasa, Carrefour vb. mağzalar ABC firmasının müşterisidir. Firma markasına sahip ürünler yurdun hemen hemen her yerinde bulunan firmanın kendi bayilerine, özel markalar ise yine çeşitli illerde olan dağıtım merkezlerine sevk edilmektedir. Özel marka ürünlerde bazı bölgeler tüm yağ çeşitini almayıp sadece birkaç çeşit ürün alabilmektedirler(örneğin soya yağı) . Dağıtım merkezlerine gelen yağlar, toptancılara, mağazalara veya küçük çaplı alıcılara dağıtımı yapılmaktadır.

Yukarıda görüldüğü gibi, ABC firmasına ait bilgiler ve ham yağdan son müşteriye kadar süreç anlatılmıştır. Bir sonraki bölümde üretim- dağıtım optimizasyonu için geliştirilen model açıklanacaktır.

3.2. Metot

Araştırmada kaynak taramasından hareketle problem tanımlanmış, hedefler ve kısıtlar belirlenmiştir. Karma tamsayılı bir doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model bir sonraki bölümde LINDO paket programı ile çözülerek sonuçlar elde edilmiş, bazı parametreler için duyarlılık analizi yapılmış, sonuçlar yorumlanmıştır.

3.2.1. ABC Firmasının üretim/dağıtım ağı optimizasyonu için geliştirilen yeni doğrusal model

Bu bölümde ABC firmasının tedarik zinciri ağı için, malzeme ihtiyaç kısıtı altında, yeni bir doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Matematiksel modelin yapısı; amaçlar, karar değişkenleri, sabitler, parametreler, maliyetler, talepler, taşıma kapasiteleri ve çeşitli diğer varsayımların tanımlanmasını gerektirir.

Amaç Fonksiyonu,

$$Min[\sum_i X_i \cdot C_i + \sum_n O_n \cdot C_n + \sum_t \sum_p \sum_v \sum_b H_{tpvb} \cdot C_{tpvb} + \sum_u \sum_p \sum_v \sum_d G_{upvd} \cdot C_{upvd}] \quad (1)$$

Kısıtlar,

$$\sum_i X_i \le a \quad (2)$$

$$\sum_j Y_{ij} \le b_i \quad \forall_i \quad (3)$$

$$\sum_k Z_{jk} + \sum_l W_{jl} + \sum_m Q_{jm} \le c_j \quad \forall_j \quad (4)$$

$$\sum_t N_{kt} + \sum_u L_{ku} \le d_k \quad \forall_k \quad (5)$$

$$\sum_t F_{lt} + \sum_u S_{lu} \le e_l \quad \forall_l \quad (6)$$

$$\sum_t K_{mt} + \sum_u M_{mu} \le f_m \quad \forall_m \quad (7)$$

$$\sum_n O_n \le g \quad (8)$$

$$\sum_t A_{nt} + \sum_u V_{nu} \le h_n \quad \forall_n \quad (9)$$

$$\sum_p H_{tpvb} \le i_{tvb} \quad \forall_{t,v,b} \quad (10)$$

$$\sum_p G_{upvd} \le j_{uvd} \quad \forall_{u,v,d} \quad (11)$$

$$X_i - \sum_j Y_{ij} = 0 \quad \forall_i \quad (12)$$

$$(1-\varpi_j) \cdot \sum_i Y_{ij} - (\sum_k Z_{jk} + \sum_l W_{jl} + \sum_m Q_{jm}) = 0 \quad \forall_j \quad (13)$$

$$w_j \cdot \sum_i Y_{ij} - P_j = 0 \qquad \forall_j \tag{14}$$

$$\sum_j Z_{jk} - (\sum_t N_{kt} + \sum_u L_{ku}) = 0 \qquad \forall_k \tag{15}$$

$$\sum_j W_{jl} - (\sum_t F_{lt} + \sum_u S_{lu}) = 0 \qquad \forall_l \tag{16}$$

$$\sum_j Q_{jm} - (\sum_t K_{mt} + \sum_u M_{mu}) = 0 \qquad \forall_m \tag{17}$$

$$O_n - (\sum_t A_{nt} + \sum_u V_{nu}) = 0 \qquad \forall_n \tag{18}$$

$$\sum_k N_{kt} - \alpha_b \cdot \sum_p H_{tpvb} = 0 \qquad \forall_{t,v:1,b} \tag{19}$$

$$\sum_l F_{lt} - \alpha_b \cdot \sum_p H_{tpvb} = 0 \qquad \forall_{t,v:2,b} \tag{20}$$

$$\sum_m K_{mt} - \alpha_b \cdot \sum_p H_{tpvb} = 0 \qquad \forall_{t,v:3,b} \tag{21}$$

$$\sum_n A_{nt} - \alpha_b \cdot \sum_p H_{tpvb} = 0 \qquad \forall_{t,v:4,b} \tag{22}$$

$$\sum_k L_{ku} - \beta_d \cdot \sum_p G_{upvd} = 0 \qquad \forall_{u,v:1,d} \tag{23}$$

$$\sum_l S_{lu} - \beta_d \cdot \sum_p G_{upvd} = 0 \qquad \forall_{u,v:2,d} \tag{24}$$

$$\sum_m M_{mu} - \beta_d \cdot \sum_p G_{upvd} = 0 \qquad \forall_{u,v:3,d} \tag{25}$$

$$\sum_n V_{nu} - \beta_d \cdot \sum_p G_{upvd} = 0 \qquad \forall_{u,v:4,d} \tag{26}$$

$$\sum_t H_{tpvb} \geq k_{pvb} \qquad \forall_{p,v,b} \tag{27}$$

$$\sum_u G_{upvd} \geq l_{pvd} \qquad \forall_{p,v,d} \tag{28}$$

$$X_i, Y_{ij}, Z_{jk}, W_{jl}, Q_{jm}, P_j, N_{kt}, F_{lt}, K_{mt}, L_{ku}, S_{lu}, M_{mu}, O_n, A_{nt}, V_{nu}, H_{tpvb}, G_{upvd} \geq 0 \quad \forall_{i,j,k,l,m,n,t,u,b,d,v,p} \tag{29}$$

Notasyonlar;

i : ham yağ silo gurupları

j : rafineri gurupları

k : rafine ayçiçek yağı silo gurupları

l : rafine mısır yağı silo gurupları

m : rafine soya yağı silo gurupları

n : zeytinyağı silo gurupları

t : teneke dolum hatları

u : pet dolum hatları

b : teneke ambalaj boyutları

d : pet ambalaj boyutları

v : bitmiş ürün gurupları

p : firma markası ve özel marka stok alanları

Karar Değişkenleri

X_i :Tedarikçiden i' nci hamyağ silosuna taşınan yağ(zeytinyağı hariç) miktarı(lt)

Y_{ij} : i' nci ham yağ silosundan j' nci rafineriye taşınan yağ (zeytinyağı hariç) miktarı(lt) Z_{jk} : j' nci rafineriden k' nci rafine ayçiçeği yağı silosuna taşınan yağ miktarı (lt)

W_{jl} : j' nci rafineriden l' nci rafine mısır yağı silosuna taşınan yağ miktarı (lt)

Q_{jm} : j' nci rafineriden m' nci rafine soya yağı silosuna taşınan yağ miktarı (lt)

P_j : j' nci rafineriden geri dönüşüm sürecine taşınan geridönüşüm yağ miktarı (lt)

N_{kt} : k' ncı silodan t' nci dolum hattına taşınan ayçiçek yağı miktarı(lt)

F_{lt} : l' nci silodan t' nci dolum hattına taşınan mısır yağı miktarı(lt)

K_{mt} : m' nci silodan t' nci dolum hattına taşınan soya yağı miktarı(lt)

L_{ku} : k' ncı silodan u' ncu dolum hattına taşınan ayçiçek yağı miktarı(lt)

S_{lu} : l' nci silodan u' ncu dolum hattına taşınan mısır yağı miktarı(lt)

M_{mu} : m' nci silodan u' ncu dolum hattına taşınan soya yağı miktarı(lt)

O_n : tedarikçiden n' nci zeytinyağı silosuna taşınan zeytinyağı miktarı (lt)

A_{nt} : n' nci silodan t'nci dolum hattına taşınan zeytinyağı miktarı (lt)

V_{nu} : n' nci silodan u'ncu dolum hattına taşınan zeytinyağı miktarı (lt)

H_{tpvb} : t'nci dolum hattından p' nci depoya taşınan v'nci ürünün b'nci ambalaj boyu (lt)

G_{upvd} : u'ncu dolum hattından p' nci depoya taşınan v'nci ürünün b'nci ambalaj boyu (lt)

Parametreler,

C_i : ham yağ tedarikçisinden i'nci ham yağ silosuna taşınan yağın birim maliyeti (TL)

C_n : zeytinyağı tedarikçisinden n' nci zeytinyağı silosuna taşınan yağın birim maliyeti

C_{tpvb} : t'nci dolum hattından p'nci depoya taşınan v'nci ürünün b'nci ambalajın birim taşıma maliyeti

C_{upvd} : u'ncu dolum hattından p'nci depoya taşınan v'nci ürünün d'nci ambalajın birim taşıma maliyeti

a : ham yağ tedarikçilerin kapasitesi

b_i : i' nci ham yağ silo kapasitesi

c_j : j' nci rafineri kapasitesi

d_k : k'ncı rafine ayçiçek yağı silo kapasitesi

e_l : l 'nci rafine mısır yağı silo kapasitesi

f_m : m'nci rafine soya yağı silo kapasitesi

g : zeytinyağı tedarikçi kapasitesi

h_n : n'nci zeytin yağı silo kapasitesi

i_{tvb} : v'nci yağın b'nci ambalajı için t'nci dolum hattında kapasitesi

j_{uvd} : v'nci yağın d'nci ambalajı için u'ncu dolum hattında kapasitesi

ϖ_j : j'nci rafineriden gelen % geridönüşüm miktarı

α_b : b'nci teneke ambalaj boyutu (lt)

β_d : d'nci pet ambalaj boyutu (lt)

k_{pvb} : v'nci yağın b'nci ambalajı için p'nci deponun talebi.

l_{pvd} : v'nci yağın d'nci ambalajı için p'nci deponun talebi

Amaç fonksiyonu (1), fabrika, yağ tedarikçileri ve depolar arasında taşıma maliyetlerini içermektedir. İkinci, üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı, yedinci, sekizinci, dokuzuncu, onuncu, onbirinci kısıtlar; tüm tedarikçilerin, ham yağ silolarının, rafinerilerin, rafine yağ silolarının ve dolum hatlarının kapasitesitelerini aşmamasını garantiler(Eşitlik (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11))). Eşitlik (12) tedarikçiden i' nci ham yağ silosuna taşınan toplam ham yağ miktarının, i'nci ham yağ silosundan j'nci rafineriye taşınınan toplam ham yağ miktarına eşit veya daha büyük olmasını sağlar. Eşitlik 13 ve 14, j'nci rafineriden taşınan toplam ham yağ miktarının belirli yüzdesinin, j'nci rafineriden geri dönüşüm için taşınan yağın toplam mikatarına eşit olmasını sağlar. Eşitlik 15, j'nci rafineriden k'ncı ayçiçek yağı silosuna taşınan toplam ayçiçek yağı miktarının, k'ncı ayçiçek yağı silosundan t'nci ve u'ncu dolum hatlarına taşınan toplam ayçiçek yağı miktarından eşit veya daha büyük olmasını garantiler. Eşitlik 16, j'nci rafineriden l'nci mısır yağı silosuna taşınan toplam mısır yağı miktarının, l'nci mısır yağı silosundan, t'nci ve u'ncu dolum hatlarına taşınan toplam mısır yağı miktarından eşit veya daha büyük olmasını sağlar. Eşitlik 17, j'nci rafineriden m'nci soya yağı silosuna taşınan toplam soya yağı miktarının, m'nci mısır yağı silosundan, t'nci ve u'ncu dolum hatlarına taşınan toplam soya yağı miktarından eşit veya daha büyük olmasını sağlar. Eşitlik 18 , tedarikçiden n'nci zeytinyağı silosuna taşınan toplam zeytinyağı miktarının , n'nci zeytinyağı silosundan, t'nci ve u'ncu dolum hatlarına taşınan toplam zeytinyağı miktarına eşit veya daha büyük olmasını sağlar.

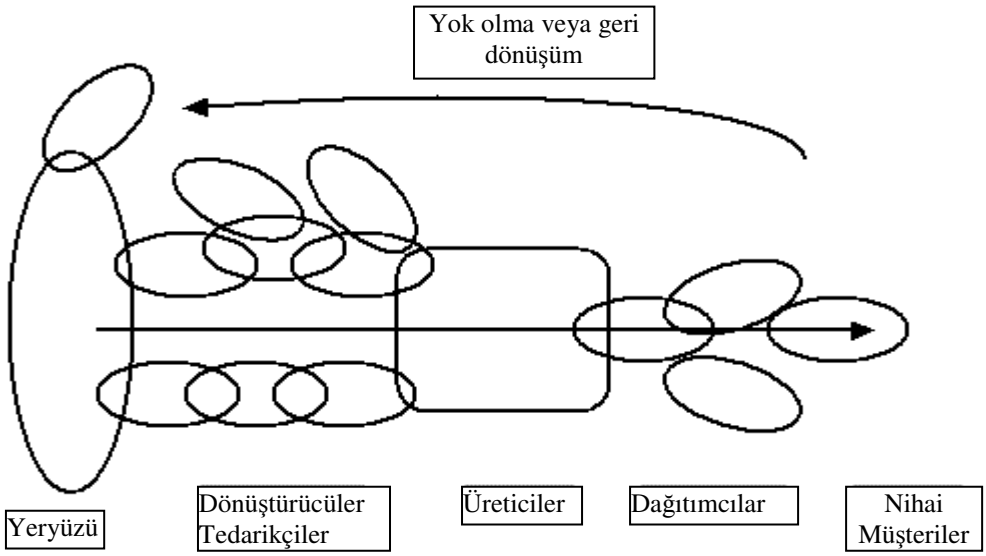
Eşitlik 19, k'ncı ayçiçek yağı silosundan t' nci dolum hattına taşınan toplam ayçiçek yağı miktarının, t'nci dolum hattından p'nci depoya taşınan toplam ayçiçek yağı teneke ambalaj miktarına eşit veya daha büyük olmasını garantiler. Eşitlik 20, l'nci mısır yağı silosundan t' nci dolum hattına taşınan toplam mısır yağı miktarının, t'nci dolum hattından p'nci depoya taşınan toplam mısır yağı teneke ambalaj miktarına eşit veya daha büyük olmasını garantiler. Eşitlik 21, m'nci soya yağı silosundan t' nci dolum hattına taşınan toplam soya yağı miktarının, t'nci dolum hattından p'nci depoya taşınan toplam soya yağı teneke ambalaj miktarına eşit veya daha büyük olmasını sağlar. Eşitlik 22, n'nci zeytinyağı silosundan t' nci dolum hattına taşınan toplam zeytinyağı miktarının, t'nci dolum hattından p'nci depoya taşınan toplam zeytinyağı teneke ambalaj miktarına eşit veya daha büyük olmasını sağlar. Eşitlik 23, k'ncı ayçiçek yağı silosundan u' ncu dolum hattına taşınan toplam ayçiçek yağı miktarının, u' ncu dolum hattından p'nci depoya taşınan toplam ayçiçek yağı pet ambalaj miktarına eşit veya daha büyük olmasını garantiler. Eşitlik 24, l'nci mısır yağı silosundan u' ncu dolum hattına taşınan toplam mısır yağı miktarının, u'ncu dolum hattından p'nci depoya taşınan toplam mısır yağı pet ambalaj miktarına eşit veya daha büyük olmasını garantiler. Eşitlik 25, m'nci soya yağı silosundan u' ncu dolum hattına taşınan toplam soya yağı miktarının, u'ncu dolum hattından p'nci depoya taşınan toplam soya yağı pet ambalaj miktarına eşit veya daha büyük olmasını sağlar. Eşitlik 26, n'nci zeytinyağı silosundan u' ncu dolum hattına taşınan toplam zeytinyağı miktarının, u'ncu dolum hattından p'nci depoya taşınan toplam zeytinyağı pet ambalaj miktarına eşit veya daha büyük olmasını sağlar. Eşitlik 27 ve 28, dolum hatlarından p' nci depolara taşınan tüm yağların toplam teneke ve pet ambalaj miktarlarının , p'nci depoların toplam talebinden eşit veya daha büyük olması kısıtıdır. Eşitlik 29, işaret kısıtıdır.

3.3. Tedarik Zincirinin Yapısı Ve Tedarik Zinciri Yönetimi

Bu bölümde tedarik zinciri yapısı ve çeşitlerine yer verilmiş, tedarik zinciri yönetimi, performansı, tedarik zinciri yönetiminde etkili olan yaklaşımlar ve etkin bir tedarik zinciri yönetiminin işletmelere sağladığı faydalar incelenmiştir.

3.3.1. Tedarik zinciri yapısı

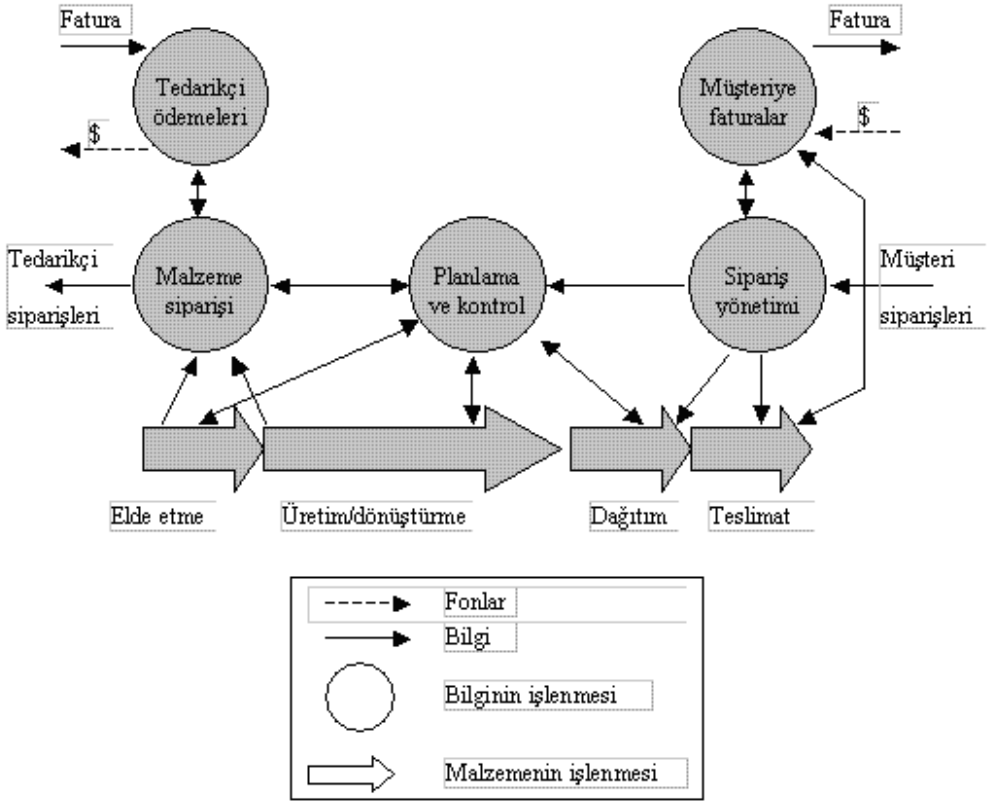
Bir tedarik zinciri, malzemelerin temini fonksiyonunu yerine getiren, bu malzemeleri ara ve bitmiş ürünlere dönüştüren ve müşterilere bu bitmiş ürünlerin dağıtımını yapan tesislerin ve dağıtım seçeneklerinin bir şebekesidir (Hugos 2003). Tedarik zinciri; satılacak mal için gerekli satın alma ve elde etme ile başlar. Ardından, satışların desteklenmesi amacıyla envanter yönetimi ve depo yönetimine yönelir. Ürünlerin müşterilere teslimatıyla son bulur. Tedarik zincirinde malzemeler hammadde kaynaklarından, bu hammaddeleri yarı mamullere dönüştüren bir üretim seviyesine geçer. Bu yarı mamuller daha sonra tamamlanmış ürünleri meydana getirmek üzere bir sonraki seviyede birleştirilecektir. Elde edilen ürünler dağıtım merkezlerine ve buralardan da satıcılar ve müşterilere aktarılır (Elagöz 2006). Şekil 3.1 ’de tedarik zincir yapısı görülmektedir.



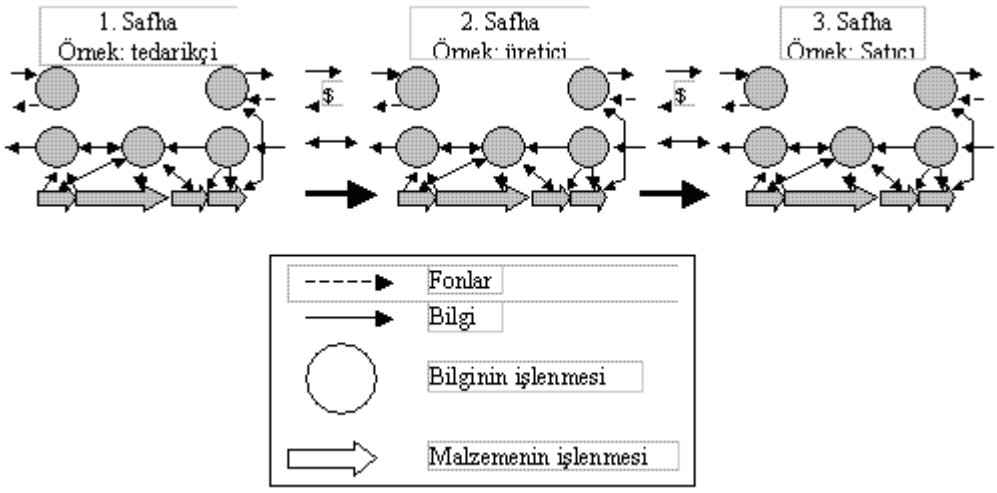
Şekil 3.1 Tedarik zinciri yapısı (Elagöz 2006)

3.3.2. Tedarik zinciri çeşitleri

Tedarik zincirleri, artan kompleksliliğe göre çeşitlilik gösterir. Tek safhalı tedarik zinciri hammaddelerin elde edilmesi, üretim ve dağıtımın malzeme akış fonksiyonlarını birleştirir. Bu çeşit tedarik zincirinde birçok bilgi işleme ve karar verme fonksiyonu bulunmaktadır. Fonların yönetimi de kapsanmaktadır, çünkü borçlar ve alacaklar formundaki işletme sermayesi, envanter ve ekipman formundaki çalışma sermayesi kadar önemlidir. Şekil 3.2'de Tek safalı Tedarik zinciri yapısı görülmektedir (Elagöz 2006).



Şekil 3.2 Tek safalı tedarik zinciri (Elagöz 2006)



Şekil 3.3 Çok safalı tedarik zinciri (Elagöz 2006)

Çok safhalı tedarik zinciri yönetimi, tipik olarak çok şirketli tedarik zincirleridir, ancak özellikle de tek safhalı tedarik zincirlerinin çoklu kopyalarıdır. Şekil 3.3'te çok safalı tedarik zinciri yapısı gösterilmiştir. Volkswagen çok safhalı tedarik zincirine bir örnek sunmaktadır. Üretici, ilerideki sipariş bilgilerini ve gerçek siparişleri elektronik olarak almak üzere satıcılarıyla birlikte çalışmakta ve günlük otomobil üretim planlaması için verileri girmektedir (Elagöz 2006).

3.3.3. Tedarik zinciri yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi tedarikçilerden son kullanıcıya malzeme akışının kontrolü ve planlanmasıyla ilgili entegre bir yaklaşımı ifade eder. Tedarik Zinciri Konseyi (2001), tedarik zinciri yönetimini; " Tedarik ve talep, hammadde ve pazar kaynağı, imalat ve montaj, depo ve stok izleme, sipariş giriş ve sipariş yönetim, tüm kanal boyunca dağıtım ve müşterilere teslimatın yönetimini içerir" seklinde tanımlamıştır.

Tedarik zinciri yönetimi malzeme ve ürünlerin, temel hammadde arzından nihai ürün aşamasına kadar (olası geri dönüşüm ve yeniden kullanım dahil) yönetimini kapsayan; firmaların tedarikçilerinin proseslerinden, rekabet avantajlarını destekleyecek teknoloji ve yeteneklerinden nasıl yararlanacağı üzerine odaklanan ve geleneksel işletme içi faaliyetleri, optimizasyon ve etkinlik ortak gayesi ile ticari ortaklıklar kurarak yayan bir yönetim felsefesidir (Özdemir 2004).

Tarihsel perspektif içerisinde sırasıyla MRP "malzeme ihtiyaç planlaması", MRP II "imalat kaynakları planlaması", ERP "kurumsal kaynak planlaması" ve TZY'ye kadar gelen süreçte, 1960'lı yıllarda MRP; üretici işletmeler için ürün ağaçları açan, ürünlerin hangi parçalardan oluştuğu, hangi parçaya ne miktarda ve ne zaman ihtiyaç olduğu bilgisini veren sistemler olarak ortaya çıkmış ve üretim sektöründe bilgisayar ve bilgi sistemlerinin kullanılmaya başlamasına önayak olmuştur. Daha sonra, 1970'li yıllarda MRP II ile bu özelliklerin üzerine satış, satın alma, insan kaynakları, kalite gibi fonksiyonlar da eklenmiştir. ERP ise birden fazla noktada üretimle dağıtım yapan ama tek bir şirketin üretim gibi iç operasyonlarını koordine eden bir sistemdir. Tedarik zinciri

ise modelde rolü olan işletmeleri birbiriyle konuşturan, bunların birbirine bilgi sağlamasını amaçlayan güvenli bir ortamda zamanında hatasız, ihtiyaç duyulan kadar ve doğru kişiye bilginin ulaşmasını sağlayan bir iş modeli sunmaktadır. Tedarik zinciri yönetimini oluşturan 7 prensip şöyle tanımlanabilir (Anderson ve ark. 1997):

1. **Hizmet gereksinimleri temel alınarak müşterilerin bölümlere ayrılması**: Geleneksel olarak müşteri sınıflandırması sanayi, ürün veya tüketim malı müşterisi şeklinde yapılmaktadır. İlk olarak bölümlere ayrılmış müşterilerin önceliklerinin tespit edilmesi gerekir. Bunun için günümüzde her bölümün marjinal kârlılığını belirlemek ve müşteri dengesini ölçmek için ileri analitik teknikler kullanılmaktadır. Bu teknikler, bölümlerin etkinliğini ve verimliliğini belirlemede önemli rol oynarlar.

2. **Hizmet gereksinimlerine göre lojistik ağını ayarlamak:**

   Her firma kendine göre stok, depo ve taşıma faaliyetlerini yerine getirecek bir lojistik ağ sistemi geliştirmiştir. Bazı firmalar, bu ağ sistemlerini kurarken tüm müşterilerinin ihtiyaçları doğrultusunda hareket etmiş, bazıları ise bir müşteri grubunu mutlu etmeyi hedef edinmiştir.

3. **Pazar sinyallerini dinlemek ve planlamak:** Bir firma için pazarın talep miktarı, çoğu zaman satıcılardan alınan bilgilerin değerlendirilmesiyle hesaplanmaktadır. Dağıtımcılar müşteri talep bilgilerini üreticilere iletir, üreticiler de dağıtımcılar için stokları yönetir. Böylece, artan talepler için doğru üretim tahminini yapma ve bu üründen gerçekten ne kadar istendiğini belirleme görevlerini birlikte yerine getirmektedirler.

4. **Son ürünün montajını mümkün olduğunca pazaryerine yakın yapmak**.

5. **Toplam maliyeti stratejik olarak azaltmak için tedariğin kaynaklarını yönetmek:** Pazarda düşük fiyat için tedarik zinciri içinde maliyetleri paylaşmak bir hedef olabilir. Burada amaç maliyet paylaşımına giren herkesin kârlılık ve fayda paylaşımından pay almasını sağlamaktır. Aslında üreticiler satıcılarla maliyetin paylaştırılması yönünde kısa veya uzun vadeli anlaşmalar yaparak stratejik ilişkiler çerçevesinde firmalarına avantaj sağlayabilirler.

6. **Bir tedarik zincirini-geniş teknoloji stratejisiyle geliştirmek:** Tedarik zinciri yöneticisi, kısa, orta ve uzun dönemler için ürün, hizmet ve bilgi akışlarını dikkate

alan tedarik zinciri stratejisini belirlemek durumundadır. Buna göre kısa dönemde günlük raporlama sistemi ve elektronik ticaretin kullanıldığı karşılıklı tedarik zinciri sistemi oluşturulmalıdır. Orta dönemde kaynakların verimli kullanılması için ana üretim planlamasına dayalı talep ve nakliye planları hazırlanarak karar verme işlemleri kolaylaştırılmalıdır. Uzun dönemde ise, malzeme ve aletlerin tedariği, entegre ağ modellerinin kurulması, fabrika, dağıtım merkezi ve tedarikçi alternatiflerinin belirlenmesi gibi stratejik analizler yapılmalıdır.

7. **Ve kolektif başarıyı ölçmek için tedarik zincir-geniş performans ölçülerini benimsemek:** Firmaların zaman zaman değişik ölçüm yöntemleri kullanarak durum değerlendirmesi yapmaları söz konusudur. Buna göre iyi bir tedarik zinciri yönetiminde siparişlerin zamanında, eksiksiz olarak karşılanması, faturaların doğru fiyatlandırılmış şekilde hatasız kesilmesi ve ürünlerin zarar görmeden teslim edilmesi gibi konulara performans ölçümleri yapılmalıdır.

Tedarik zinciri yönetimi, birçok disiplini içeren ve bazı nitel ve nicel araçları kullanan kapsamlı bir konudur. Bu kapsamlı konunun incelenmesini ve anlaşılmasını kolaylaştırmak için Johnson ve Pyke (1999) Tedarik Zincir Yönetimini 12 kısma ayırmışlardır :

- Yerleşme (Location),
- Nakliye ve lojistik,
- Envanter ve tahmin,
- Pazarlama ve kanalların yeniden yapılandırılması,
- Kaynaklanma (sourcing) ve tedarik yönetimi,
- Bilgi ve elektronik aracılık çevresi (electronic mediated environment),
- Ürün tasarımı ve ürün tanıtımı,
- Hizmet ve satış sonrası hizmet,
- Ters lojistik ve çevresel konular (reverse logistic and green environment),
- Dış kaynaklanma (outsourcing) ve stratejik bağlantılar (strategic alliances),

- Ölçümler ve özendiriciler (metric and incentives),
- Global konular.

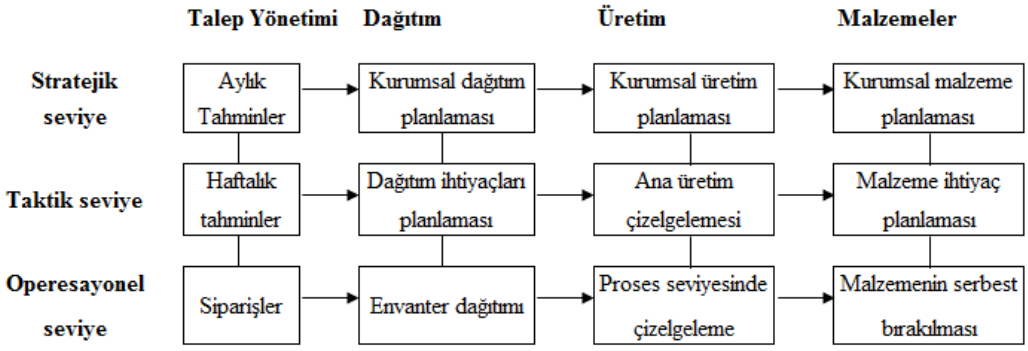
Tedarik zinciri yönetimi firmaların üretim ve lojistik faaliyetlerinin planlanmasında aktif rol oynar. Zaman zaman optimize edilmesi gereken iş süreçler şu şekilde ifade edilebilir (Özdemir 2005).

- Tedarik Planlaması (Satın alma, temin ve stok planlama),
- Talep Planlaması (Müşteri ilişkileri yönetimi, sipariş işleme),
- Üretim Planlaması (ERP entegrasyonu, ileri planlama ve çizelgeleme, üretim gerçek zamanlarının belirlenmesi),
- Lojistik Planlaması (Dağıtım yönetimi ve sipariş teslimi).

Tedarik zinciri yönetimiyle geleneksel lojistik kavramı arasında bir fark vardır. Lojistikler tipik olarak, tek bir organizasyonun içinde meydana gelen faaliyetleri işaret ederken; tedarik zincirleri ise birlikte çalışan ve bir ürünü pazara teslim etmek için onların faaliyetlerini koordine eden şirketlerin şebekelerine isnat eder. Ayrıca geleneksel lojistik; tedarik, dağıtım, bakım ve stok yönetimi gibi faaliyetlerin uyarılarına odaklanırken; tedarik zinciri yönetimi ise geleneksel lojistiğin hepsini kapsadığı gibi buna ilave; pazarlama, yeni ürün gelişimi, finans ve müşteri hizmetini de kapsar (Hugos 2003).

3.3.4. Tedarik zinciri yönetiminin fonksiyonları

Tedarik zinciri yönetimi fonksiyonları: Stratejik seviye, taktik seviye ve operasyonel seviye olarak üç seviyede çalışmaktadır (Bkz. Şekil 3.4). Her bir seviye, kararların alındığı sürenin periyodu ve bu periyod süresince alınan kararların sıklığı ile birbirinden ayrılmaktadır. Stratejik seviyede: Üretimin nerede tahsis edileceği ve en iyi kaynak bulma stratejinin ne olacağı; Taktik seviyede: Tahmin yürütme, planlama, temin süresi kısa olan malzemelerin siparişi ve üretim ihtiyaçlarının karşılanması için fazla mesailerin çizelgelenip çizelgelenmeyeceği; Operasyonel seviyede ise: Envanter dağıtımı, detaylı çizelgeleme ve bir makine bozulduğu zaman bir siparişin ne yapılacağı gibi konular ele alınmaktadır (Yamak 1999).



Şekil 3.4 Tedarik zinciri yönetimi fonksiyonları (Elagöz 2006)

Üretimin tabanı dinamik bir yapıdadır. Planlanmamış olayların gerçekleşmesi çizelgelenmiş faaliyetlerden sapmalara yol açabilir. Üretim kontrol sisteminin, planlı bir üretim için, üretim hedeflerini optimize edecek yöntemlerle bu olaylara cevap vermesi gereklidir. Olaylar bazı durumlarda, söz konusu kısımda kontrol altında olmayan problemlere yol açabilir. Üretim kontrol sistemi, faaliyetlerini planlama, satış ve pazarlama gibi daha üst seviyelerdeki fonksiyonlarla koordine etmelidir (Elagöz 2006).

3.3.5. Tedarik zinciri yönetiminin kararları

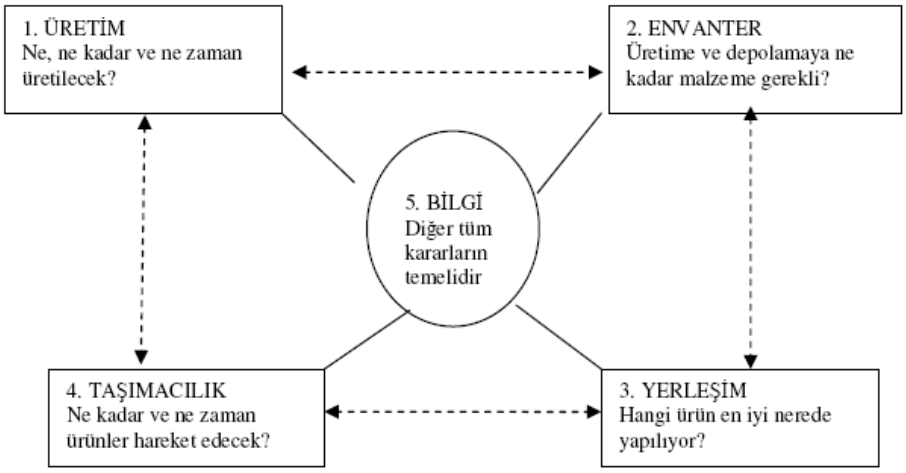
Tedarik zinciri kararları iki ana kategoride sınıflandırılmaktadır:

• Stratejik

• Operasyonel

Stratejik kararlar uzun bir zaman diliminde gerçekleşmektedir. Bu kararlar firmanın stratejileri ile bağlantılıdır ve tasarlama açısından tedarik zinciri politikalarına yol göstermektedir. Diğer yandan operasyonel kararlar kısa dönemlidir ve günlük bazlı aktivitelere odaklanmaktadır. Bu tip kararlardaki amaç; stratejik olarak planlanmış tedarik zincirinde ürün akışını verimli bir şekilde yönetmektir. Her bir karar alanı hem stratejik hem de operasyonel öğeler içermektedir. (Ganeshan ve Harrison 1995). Bu karar alanları bir alt bölümde özetlenmektedir.

Tedarik zincirlerinde kararlar alınırken iki nokta göz önünde bulundurulur: Talebe hızlı cevap ve etkinlik. Çoğu zaman bu iki nokta birbirleri ile çakışmaktadırlar. İşletmeler çalışma şartlarına göre bu iki önemli noktayı dikkate alarak çeşitli kararlar almak zorundadırlar. Tedarik zinciri ağ tasarım kararları, üretim, envanter, yerleşim, taşımacılık, ve bilgi olarak sınıflandırılabilir (Şekil 3.5).



3.3. Şekil 3.5 Temel tedarik zinciri kararları (Yıldızöz 2006)

Üretim Kararları; Pazar, hangi ürünleri ister? , Hangi ürünlerden, ne kadar üretilmeli? Ve ne kadar zaman gerektirir?(Stratejik) gibi soruların cevabını arar. Bu faaliyet tesis kapasitelerini, iş yükü dengelemesini, kalite kontrolü ve ekipman bakımını dikkate alan (Operasyonel) ana üretim çizelgelerinin yaratılmasını kapsar (Hugos 2003).

Stratejik kararların firmanın gelir, maliyet ve müşteri servis seviyelerine büyük etkisi vardır. Bu kararlar vasıtaların var olduğunu varsaymakta, ürünün vasıtalara giden veya ürünün vasıtalardan gelen tüm yollarını belirlemektedir. Diğer bir kritik konu ise; üretim vasıtalarının kapasitesidir. Bu kapasite; firma içindeki dikey entegrasyon seviyesine göre değişmektedir. Operasyonel kararlar ayrıntılı üretim planlamasına odaklanmaktadır.

3.3.5.2. Envanter kararları

Envanter kararları hangi envanterin yönetileceğini ifade etmektedir. Envanterler; hammadde olsun, ara mamul olsun ya da bitmiş bir mamul olsun tedarik zincirinin her adımında yer almaktadır. İlk amacı tedarik zincirinde yaşanan belirsizliklere karşın tampon görevi yapmaktır. Envanteri elde bulundurmanın kendi değerinin %20 ile 40'ı

arasında maliyeti vardır. Envanterin verimli bir şekilde yönetimi tedarik zinciri operasyonunda kritik bir noktadır. Üst yönetim; hedeflerin belirlenmesinde stratejiktir. Ancak birçok araştırma envanter yönetimine operasyonel bir bakış açısı ile yaklaşmaktadır. Bu yaklaşım dağıtım stratejilerini, kontrol politikalarını, sipariş miktarının optimum seviyesinin belirlenmesini ve yeniden sipariş noktasının belirlenmesini içermektedir ve her stok noktasındaki güvenli stok seviyesini belirlemektedir. Bu seviyeler müşteri servis seviyelerinin öncelikli belirleyici noktaları oldukları için oldukça önemli kritiklerdir.

3.3.5.3. Yerleşim kararları

Üretim merkezlerinin, stok noktalarının ve kaynak noktalarının coğrafi olarak yerleşimi, bir tedarik zincirinin oluşturulmasında doğal olarak ilk adımdır. Bunların boyutu, sayısı ve konumu belirlendikten sonra ürünlerin nihai müşteriye kadar akabileceği mümkün güzergâhlar da belirlenebilmektedir. Bu kararlar, müşteri pazarlarına erişimin temel stratejisini temsil ettiği ve gelir, maliyet ve hizmet seviyesinde önemli bir etkisi olduğu için bir firma için büyük önem taşımaktadır. Bu kararlar; üretim maliyetleri, vergiler, üretim sınırlamaları ve buna benzerlerini göz önüne alan bir optimizasyon rutini tarafından belirlenmelidir. Yerleşim kararları temel olarak stratejik olsa da, operasyonel bir seviyeyle de ilişkilidir.

3.3.5.4. Nakliye (Dağıtım) kararları

Genelde Stok, bir tedarik zincir yerinden başka bir yere nasıl hareket ettirilmeli? Sorusunun cevabı aranır. Nakliye kararlarının seçim tarzı en stratejik olanlardandır. Envanter kararları ile yakından ilgilidir. Havayolu ile nakliye hızlı, güvenilir ve stokların güvenli olmasını garanti ederken diğer yandan pahalı bir yöntemdir. Öte yandan deniz yolu veya tren ile gerçekleştirilen nakliye daha ucuzdur, ancak bu tip

nakliyelerdeki belirsizlikleri yok etmek için büyük miktarlarda envanteri bulundurmak gerekmektedir (Hugos 2003). Bu yüzden müşteri servis seviyesi ve coğrafi yer bu tip kararlarda önemli rol oynamaktadır. Nakliye; lojistik maliyetlerinin %30'undan fazla olduğu için, operasyonel verimlilik ekonomik bir anlam kazanmaktadır. Nakliye büyüklüğü, rota ve ekipmanların planlanması firmanın nakliye stratejisinin verimli bir şekilde yönetilmesindeki kilit noktalardır.

3.3.5.5. Bilgi kararları

Ne kadar veri toplanmalı ve ne kadar bilgi paylaşılmalı? sorularının yanıtı aranır. Zamanında ve doğru bilgi, daha iyi koordinasyon ve daha iyi karar vermedir. Uygun bilgiyle, insanlar, neyin, ne kadar üretilecek olduğu hakkında ve stoğun nereye depolanacağı ve nasıl taşınacağı ile ilgili etkin kararları verebilir. Tedarik zincirinde birçok firma başarısını bilginin yapısında ve bu bilgiye diğerleriyle paylaşmasını sağlayan sistemlerine borçludur. Bu konudaki en bilinen örneklerden birisi Procter&Gamble ile Wal-Mart'ta yaşanmaktadır. Bir dizi anlaşmayla bu parakendecilik sektöründe lider konumda bulunan Wal-Mart ile P&G sadık müşteri geliştirme konusundaki faaliyet birliğine gitmişlerdir. Bu takımların başlıca amacı firmalar arası paylaşımını kolaylaştıracak ve lojistik, finans, muhasebe, yönetim bilişim sistemi ve tedarik konularında geniş çapta bilgi paylaşımını sağlamaktır.

Tedarik zinciri yönetimine katılan tüm kurumlar, belirli birer rolü yerine getirirler. Her üye, onu diğerlerinden ayıran becerilerine uygun özel bir fonksiyonda ya da alanda çalışır. Risk bu noktada oluşur. Çünkü üye firma, kendi işindeki başarı ya da başarısızlıktan ziyade tedarik zinciri başarısını önemser (Tanyaş 2004).

Tedarik zinciri yönetiminde işbirliği ve eş zamanlı çalışma sağlandığında; özellikle üretim planlama, tasarım ve mühendislik, sipariş, sevkiyat, sipariş durumu

izleme, iade uyarıları, fatura bilgileri, sözleşmeler, tedarikçi performansına ilişkin bilgiler kayıtlı ve paylaşılabilir hale getirildiğinde rekabet avantajı sağlanacaktır. Bilginin artması sistem içindeki verimsizliklerin ortaya çıkarılmasına ve giderilmesine olanak verecektir (Şen 2006). En riskli konumda olan firmalar, işbirliğinin beslenmesinde daha aktif rol ve sorumluluk almak durumundadırlar.

Perakendeciler, bilgi erişimi açısından çok önemli bir konumdadırlar. Onları tedarik zincirinde güçlü yere getiren faktörler şunlardır (Beşkese 2004):

- Barkod ve tarayıcı gibi teknolojiler,
- Boyutları ve satış hacimleri,
- Son müşteri ile doğrudan temasta olmaları.

3.3.5.6. Tedarik zincirinde bilginin fonksiyonları

Tedarik zincirinde bilginin fonksiyonları operasyonel sistemler, yönetim kontrolü, karar analizi, stratejik planlama olmak üzere 4 kategoride incelenmiştir.

a. Operasyonel sistemler

Özellikleri; resmi kuralların olması, fonksiyonlar arası iletişimlerin olması, yüksek hacimde işlemler olması ve günlük operasyonlara odaklanmalıdır. Bunlar bilgi sisteminin verimliliğini belirler.

b. Yönetim kontrolü

Bu seviyede; performans ölçümü ve raporlama yapılır. Yönetime hizmet seviyesi ve kaynak kullanımı konusunda geri besleme sağladığı için önemlidir. Yönetim kontrolü, değerlendirici, taktik ve orta döneme odaklanmıştır. Yaygın performans

ölçütleri, finansal, müşteri hizmeti, üretkenlik ve kalite göstergeleridir. Ayrıca taşıma ve depolama maliyetleri, stok devri, sipariş karşılama oranı gibi oranlar kullanılmaktadır.

c. Karar analizi

Lojistik stratejilerinin ve taktik alternatiflerinin belirlenmesinde, değerlendirilmesinde ve karşılaştırılmasında yöneticilere yardımcı olarak karar uygulamalarıdır. Araç rotalama ve programlama, stok yönetimi, tesis yer seçimi ve operasyonel ödünleşmelerin ve düzenlemelerinin fayda-maliyet analizleri tipik karar analizleridir. Karar analizleri de taktik değerlendirme odaklıdır. Yönetim kontrolünden farklı olarak gelecekteki taktik alternatiflerini değerlendirmeye de odaklanırlar, geniş opsiyonların göz önüne alınabilmesi için esnektirler. Verimlilikten çok etkinliğe odaklanırlar.

d. Stratejik planlama

Lojistik stratejisi geliştirmek ve bu stratejileri sürekli olarak iyileştirmek üzere bilgi desteğine odaklanırlar. Karar analizlerinin, daha özet daha az yapılandırılmış ve uzun döneme odaklanan halleridir. Örnek olarak; stratejik işbirlikleri ile sağlanacak sinerji ve firma yeteneklerinin ve pazar fırsatlarının geliştirilmesi (Beşkese 2004).

3.3.5.7. Tedarik zincirinde bilginin prensipleri

Tedarik zincirinde bilginin prensiplerini 6 maddede özetleyebiliriz:

1. Erişebilirlik,

2. Doğruluk(lojistik bilgi sistemlerinin gerçek fiziksel değerleri veya durumu karşılayabilme derecesi olarak tanımlanır),

3. Zamanında olma,

4. İstisna tabanlı olma(problemlerin ve fırsatların belirlenmesi için gerekir.),

5. Esneklik,

6. Uygun biçim (raporlar ve ekranlar doğru bilgiyi doğru yapıda ve sırada içermeli) .

3.4. Tedarik Zinciri Yönetiminde Etkili Olan Yaklaşımlar

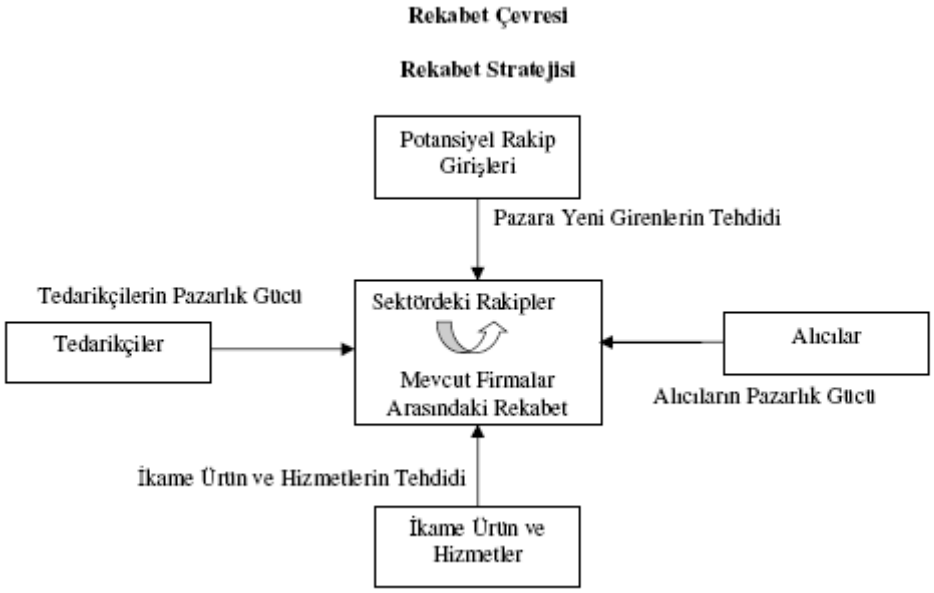
Tedarik zinciri yönetiminde etkili olan yaklaşımlar; rekabet, dış kaynaklara yönelme (outsourcing) ve teknoloji olarak üç kısımda incelenmiştir.

3.4.1. Rekabet

TZY'nde etkili olan faktörlerden birincisi ulusal ve uluslararası alanda artan rekabettir. Rekabet koşullarına bağlı olarak isletmelerin, müşterilerinin taleplerini hızlı bir şekilde karşılayabilmelerinin önemi de artmaktadır. Günümüzde müşterilerin değişen taleplerini karşılayamayan isletmelerin başarısız olması kaçınılmazdır. Ürün yaşam sürecinin kısalması ve müşteriye özel üretimin önemli hale gelmesi ile birlikte işletmeler esnek süreçlere yönelmiştir. Bunun sonucu olarak da isletmeler tedarikçi sayılarını azaltırken aynı zamanda tedarikçi ve isletme arasındaki güven unsuru da daha önemli hale gelmiştir.

Porter'a göre (2000), bir endüstrideki rekabetin düzeyi ve doğasına beş gücün temel teşkil ettiğini ifade etmektedir. Bunlar sırasıyla; piyasaya yeni girenlerin tehdidi, tedarikçilerin pazarlık gücü, müşterilerin pazarlık gücü ikame ürünlerin tehdidi ve

pazardaki rekabet düzeyini içermektedir. İşletmelerin rekabetçi ortamda etkili bir şekilde yer alabilmesi için, endüstride tehdit ve fırsatlara neden olan faktörlerin etkin bir şekilde analiz edilmesini sağlayarak işletmeye katkılar sağlamaktadır. TZ ağlarının tasarımı ve eniyilemesi bu nedenle son yıllarda oldukça dikkat çekmiştir. Porter'ın beş güç modeli aşağıda Şekil 3.6' da gösterilmektedir.



Şekil 3.6 Porter'in beş güç modeli (Porter 2000)

3.4.2. Dış kaynaklara yönelme (Outsourcing)

Artan rekabet ve küreselleşme sonucu, isletmeler gittikçe artan ölçüde sadece kendi sahip oldukları yetenek ve becerileri esas alan işleri yapmak istemekte, öz yeteneklerinin kullanılmadığı isleri organizasyon dışındaki başka isletmelerden almak eğilimleri, yaygın bir dış kaynaklardan yararlanma "Outsourcing" uygulamasını ortaya çıkarmıştır. Dünya ölçeğinde yaşanan değişim ve gelişmelerden sonra, hemen hemen

hiçbir isletme mal, hizmet ve bilgisini kendisinin tasarlaması ve pazarlaması için gerekli olan uzmanlığa sahip değillerdir. Günümüz isletmeleri, yalnızca en iyi yapabilecekleri islere odaklanırlar. Diğer isleri ise, bunları en iyi yapan dış kaynaklardan satın alırlar. Bu isletmeler daha sonra dış tedarikçileriyle karşılıklı bir iletişim ağı kurarlar. TZY'nin önemli hale gelmesinin nedenlerinden birisi de bu karşılıklı is birliğinin öneminin giderek artmasıdır.

İşletmeler dış kaynaklardan faydalanarak aşağıda belirtilen faydaları elde edebilirler (Karasu 2006):

- İsletmede geriye kalan islerin basitleştirilmesi ve kalite üzerinde odaklanılması,
- İsletmedeki stokların azaltılması sonucu üretim işlemlerinin daha düşük maliyetle gerçekleştirilmesi,
- Tedarikçi doğrudan ürün tasarımında yer alıyorsa daha düşük ürün geliştirme maliyetlerine ulaşılması,
- Geliştirilemeyen ya da maliyet-etkinlik karşılaştırması nedeniyle gerçekleştirilemeyen yeteneklere ve teknolojilere ulaşılması,
- İşletme tarafından sermaye yatırımı olmaksızın ek üretim kapasitesi elde edilmesidir.

3.4.3. Teknoloji

TZY'nin gelişimini etkileyen önemli bir faktörde son yıllarda teknolojide meydana gelen hızlı gelişmelerdir. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte isletmeler arasında bilgi paylaşımı kolaylaşmıştır. Teknolojide yaşanan gelişmeler müşterilere dünyanın herhangi bir yerinde ihtiyaçları olan ürünü alma fırsatını getirmiştir. İsletmeler içinde tedarikçi alternatifleri artmıştır. Bilgi teknolojilerindeki ilerlemeler sonucu, isletmeler pazar bilgilerine çok daha hızlı ulaşabilmektedir. Bu gelişmelere bağlı olarak

isletmelerin tek baslarına faaliyette bulunmaları güçleşmekte ve TZY daha önemli hale gelmektedir.

3.5. Tedarik Zinciri Performansı

Tedarik zinciri araştırmasında ve analizinde en önemli konulardan birisi de zincirin performans ölçümlerinin belirlenmesidir. Bir performans ya da performans ölçüm grubu mevcut sistemin verimliliğini belirlemek ya da alternatif sistemlerin karşılaştırmasını yapmak için kullanılır. Performans ölçütleri ayrıca amaçlanan sistemin tasarımında da kullanılabilir. Performans ölçütleri nicel performans ölçütleri ve nitel performans ölçütleri olmak üzere iki ana başlık altında toplanmaktadır (Beamon 1998).

3.5.1. Nitel performans ölçütleri

Tedarik zincirinin tasarımında ve analizinde kullanılan ve sayısal olarak tanımlanamayan nitel performans ölçütleri şunladır:

Müşteri memnuniyeti: Müşteri memnuniyetinin derecesi, alınan servis ya da ürünle belirlenir ve bu hem iç hem de dış müşterilerle uygulanabilir.

Esneklik: Talepteki dalgalanmalara karşı tedarik zincirinin verebileceği yanıtın derecesidir.

Bilgi ve malzeme akış entegrasyonu: Tedarik zinciri içerisinde yer alan tüm aşamalar arasındaki bilginin akışı ve malzemelerin taşınmasın derecesidir.

Etkili risk yönetimi: Tedarik zincirindeki ilişkilerin hepsi doğal risk içerir. Etkili risk yönetimi bu risklerin etkisini minimize etmenin derecesi olarak tanımlanır.

Tedarikçi performansı: Hammaddelerin üretim firmalarına zamanında ve iyi koşullar altından dağıtılmasının derecesidir.

3.5.2. Nicel performans ölçütleri

Tedarik zincirinin tasarımında ve analizinde kullanılan ve sayısal olarak ifade edilebilen nicel performans ölçütleri şunlardır:

A.Direkt olarak maliyete ya da kâr dayalı amaç,

B.Müşteri sorumluluğunda dayalı amaç.

A.Maliyete dayalı ölçütler

Maliyete dayalı performans ölçütleri; maliyet ve envanter yatırım minimizasyonu, satışların ve yatırım geri dönüş maksimizasyonu olmak üzere 4 gurupta incelenmiştir.

Maliyet minimizasyonu: En çok kullanılan araçtır. Maliyet genel olarak tüm tedarik zinciri için ya da özel iş birimleri için minimize edilir.

Satışların maksimizasyonu: Satış karını ya da birim satışların sayısını arttırmaktadır. Kar maksimizasyonu: Karı maksimize etmeyi amaçlar.

Envanter yatırım minimizasyonu: Envanter maliyetlerini minimize eder. Bu maliyet ürün maliyetlerini ve elde tutma maliyetlerini kapsamaktadır.

Yatırım geri dönüş maksimizasyonu: Üretim için yapılan yatırımın geri dönüş oranını maksimize etmeyi amaçlar.

B. Müşteri sorumluluğuna dayalı ölçütler

Müşteri sorumluluğuna dayalı performans ölçütleri; ürün gecikmelerinin, temin süresinin ve müşteri teslim süresinin minimizasyonu; doluluk oranı maksimizasyonu olmak üzere dört gurupta incelenmiştir.

Doluluk oranı maksimizasyonu: Müşteri siparişlerinin zamanında eksiksiz olarak yerine getirilmesinin maksimizasyonunu amaçlar.

Ürün gecikmelerinin minimizasyonu: Planlanan ürün dağıtım tarihi ile gerçekleşen ürün dağıtım tarihi arasındaki zaman miktarının minimize edilmesi amaçlanır.

Müşteri teslim süresinin minimizasyonu: Sipariş verildiği zamandan siparişin müşteri tarafından alınmasına kadar geçen zamanın minimize edilmesi amaçlanır.

Temin süresinin minimizasyonu: Bir ürünün üretimine başlanmasından o işlemin bitişine kadar geçen sürenin minize edilmesi amaçlanır (Beamon 1998).

3.6. Etkin Bir Tedarik Zinciri Yönetiminin İşletmelere Kazandırdıkları

Etkin bir tedarik zinciri yönetimi, işletmenin üretim ve pazarlamaya ilişkin faaliyetlerini olumlu yönde etkileyecek; daha fazla müşteri memnuniyeti, daha etkin ve verimli bir işletme olunmasını sağlayacak, daha düşük maliyetler ve daha yüksek kar ile birlikte istikrarlı büyümenin yolunu açacaktır. Tedarik zinciri yönetiminin etkin olması işletme açısından:

- Girdilerin teminini garantileyerek, üretimin devamlılığını sağlar,
- Tedarik süresini azaltarak, pazardaki değişikliklere kısa sürede cevap verilmesini sağlar,
- Tüketici taleplerini en iyi şekilde karşılayarak kaliteyi artırır,
- Teknoloji kullanarak, yeniliği teşvik eder,
- Toplam maliyetleri azaltır,
- İşletmenin tüm bilgi, materyal ve para akışı yönetilebilir duruma gelir.

Etkin bir Tedarik zinciri yönetiminin işletmeye sağladığı faydalara ilişkin yapılan bir çalışmada; tedarik zinciri optimizasyonu ile işletmeye sağlanan katma değer aşağıdaki tabloda (Tablo 3.1) özetlenmiştir.

Tablo 3.1 Tedarik zinciri optimizasyonunun işletmeye sağladığı katma değer (Şen 2006)

İyileşme Sağlanan Alanlar	Net Katkı %
Teslim Performansının İyileştirilmesi	% 15-28
Envanterin Azaltılması	%25-60
SiparişKarşılama Oranının İyileştirilmesi	%20-30
Talep Tahmin Başarısı	%25-80
Tedarik Çevrim Süresinin Kısaltılması	%30-50
Lojistik Masraflarının Azaltılması	%25-50
Verimlilik ve Kapasite Artışı	%10-20

a) Tedarik zinciri yönetiminin olumlu yanları

Tedarik zinciri yönetimi; fiyat, kalite ve teknoloji gibi çıktıların geliştirilmesini ve uygulamaların uyumlu bütünleşmiş ve yüksek performanslı olmalarını sağlamaktadır. TZY uygulamaları, çok yönlü ve çok kullanışlı gelişim aktivitesi için temel oluşturur. Uyumlu strateji, haberleşme liderliği ve is süreci yönetimini geliştirirler. Müşteri/tedarikçi yoğunlaşmasını sağlar ve sanayinin vizyonunu ve araştırmasını en iyi uygulamalar içinde birleştirir. Dolayısıyla TZY'nin beklenen yararları hammadde kaynaklarından son tüketiciye kadar bütün alanlarda ortaya çıkmaktadır. TZY'nin gerçek etki derecesi, tedarik zincirinde yarattığı görüş yeteneğindedir. Ekonomik hesaplamalar, TZY'nin daha düşük stok ve sevkiyat ile çalışan isletmeler için en iyi miktarlarda dengelemeler yapabildiğini göstermektedir.

Tedarik Zinciri Yönetiminin işletmeler arası işbirliği sonucunda sağladığı bilgi paylaşımları yardımı ile kaynakların gereksiz kullanımı ve zaman israfından kaçınılması gibi yararları başta olmak üzere oldukça fazla yararından bahsetmek mümkündür. Bu yararlardan bazıları Tedarik Zinciri Konseyince şu şekilde ifade edilmiştir:

a. Teslimat performansının iyileşmesi,

b. Stokların azalması,

c. Çevrim süresinin kısalması,

d. Tahmin doğruluğunun artması,

e. Zincir boyunca verimliliğin artması,

f. Zincir boyunca maliyetlerin düşmesi,

g. Kapasite gerçekleşme oranının artmasıdır.

Bu yararlar ve daha fazlası aynı zincirde yer alan firmaların (tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci vb.) arasında iletişimin tam olarak kurulması, zincir boyunca faaliyetlerin birlikte koordinasyonu ve kontrolü sayesinde ortak amaç olarak belirlenen zincirin bütününde maliyetlerin azaltılması, verimliliğin artırılması, karlılık ve müşteri tatmini gibi amaçlara ulaşmak üzere elde edilebilir.

b-)Tedarik zinciri yönetiminin olumsuz yanları

Üretim isletmelerinin tamamı TZY sistemlerine sahiptir. Ancak bunlardan birçoğu geliştirilmemiş, karmaşık veya kontrol edilmez durumdadır. Benzer şekilde bazı isletmelerde tam entegrasyonu ve birleşik fonksiyonel sistemi gerçekleştirememiştir. TZY, sürekli gelişmemişlikten yüksek performans arasındadır. Rekabet pozisyonunun geliştirilmesi durumunda isletmenin süreklilik içinde nerede olduğunun incelenmesine ihtiyaç vardır. TZY, bazen öncelikli aktiviteler nedeniyle çok zaman kaybına neden olur ve bu nedenle istenilen seviyede TZY uygulaması elde edilemez. Yanlış girişimler üzerine yoğunlaşma gereksiz masraflara sebep olur (Elagöz 2006).

Tedarik zinciri boyunca bilginin paylaşılma ihtiyacının önemi büyüktür. Bunun yanında zincir boyunca paylaşılacak bilginin doğruluğu da en az paylaşma ihtiyacı kadar önemlidir. Tedarik zincirinin bir ucundan diğerine akan doğruluğu olmayan bozulmuş bilgi; gereksiz stok yatırımları, düşük düzeyde müşteri servisi, yanlış planlanan kapasite planları, verimsiz tasıma ve tutturulamayan üretim planları gibi çok büyük verimsizliklere yol açar. Tedarik zinciri boyunca yanlış bilgi akısının oluşturduğu bu hareketlilik kamçı etkisi (bullwhip effect) olarak adlandırılır (Handfield ve Ernest 1999).

3.7. Tedarik Zinciri Yönetiminde Üretim/Dağıtım Planlama Karar Sürecinde Tasarım Ve Optimizasyon Yaklaşımları

Üretim-Dağıtım ağının tasarımı genel olarak yerleştirme ve paylaştırma problemlerinden oluşur. Bunlar, çeşitli tesislerin (fabrika ya da depo gibi) yeri kararlaştırılırken, aynı zamanda tesisler arasındaki akışların da talep odaklarına hizmet edecek şekilde paylaştırılması anlamında problemlerdir. Ele alınması gereken diğer konular dışarıdan edinim kararları, dağıtım kanalının tipi ve örneğin geri dönüşüm ağı ihtiyacı gibi çevresel faktörlerdir.

Ağ tasarım problemleri, tüm tedarik zincirinin uzun vadeli verimli çalışması için optimize edilmeye ihtiyaç duyulan en etraflı stratejik karar konularından biridir (Selim ve Özkarahan 2008). Endüstriyel bağlamda verilmiş genel bir üretim-dağıtım ağı tasarım modeline varmak için; ilk olarak, imalat üretim sürecinin jenerik, kavramsal bir modeli ayrıntılı olarak hazırlanmalıdır. Böyle kavramsal modeller, imalat sürecinin özünü yakalamak için operasyonel detaylar sorun olmadan üretim-ürün evrelerini bütünleşik tarzda ele alınırlar. Bu kavramsal modellerde ürünler, ürün ailelerine gruplanır ve bazı faaliyetler birkaç operasyonun amalgamı (birleşimi) olabilirler ve farklı potansiyel teknolojiler kullanılarak girdilerin nasıl çıktıya dönüştürüldüğünü tanımlayan her aktivite için metot sayısı ile bağlantılıdır (Pardalos ve Geunes 2005).

Tedarik zincirinin ağlarının etkin tasarımı ve yönetimi üretimin ve çeşitli ürünlerin tesliminin düşük maliyet, kısa gecikme zamanı ve yüksek kalitede olmasına yardım eder. Rekabetçi operasyonel performans açısından Tedarik zinciri ağının yapısının çok önemli olduğu açıktır. TZ ağ tasarım probleminin karmaşıklığıyla başa çıkmak için şebekeyi; Gelen ağ, dağıtım ağı ve giden ağ olarak alt şebekelere de ayrıştırabiliriz. Dağıtım ağları tasarımında da ortak amaç, perakendecilerin talebini, depoların ve tesis kapasitelerini aşmadan tatmin edildiği en az maliyetli sistemi kararlaştırmaktır.

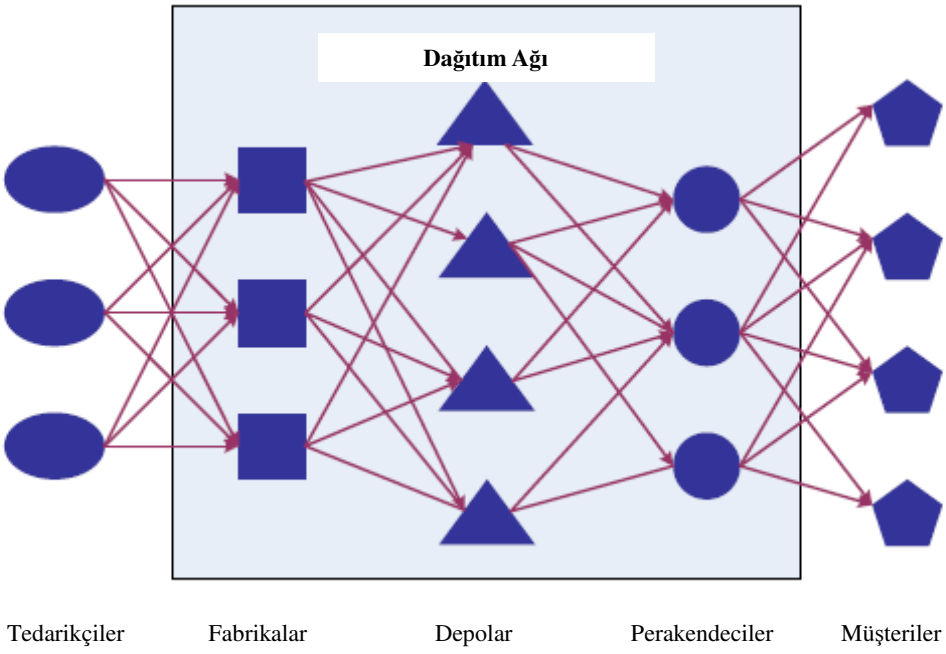
Bir dağıtım ağını tasarlarken iki anahtar karar vardır:

1. Ürünler, müşteri yerine mi teslim edilecek veya takdir edilmiş bir yerden mi toplanacak?
2. Ürünler, bir aracı boyunca mı akacak?

Ürünleri üretim tesislerinden müşteriye hareketi için kullanılan dağıtım ağları tasarımının çeşitli tipleri vardır**.** Şekil 3.7 'de depolar, perakendeciler ve üretim tesislerinden oluşmuş bir dağıtım şebekesi görülmektedir (Selim ve Özkarahan 2008).

Ağ yapısının tanımlaması, önemli stratejik bir karardır. Lojistik şebekelerinin yapısı, yönlendirilmiş bir çizge ile temsil edilebilir. Ağ düğümleri, tedarik kaynaklarına, var olan tesisler, onun, bir üretim veya dağıtım merkezini inşa etmek veya satın almak için mümkün yerlere, (Taşeronlar, genel depolar, 3PL birleşme merkezleri vs.) potansiyel ortakların tesislerine, veya talep bölgelerine karşılık gelir. Şebeke yayları, düğümlerin arasında ürünlerin akışını temsil eder (Pardalos ve Geunes 2005).

Tasarım seçeneğinde, stok, yerel olarak perakende satış depoları ve distribütör depolarında stoklandığı hesaba alınır. Bu tür şebeke yapısının ana avantajı, teslim maliyetini düşürür ve diğer şebekelerden daha hızlı bir yanıt sağlar. En büyük dezavantaj ise artırılan envanter ve tesis maliyetleridir (Selim ve Özkarahan 2008).



Şekil 3.7 Tedarik zinciri dağıtım ağının yapısı (Selim ve Özkarahan 2008)

3.7.1. Tedarik zinciri ağı tasarımı amaçları

Tedarik zinciri ağı tasarımında istenen tasarımın gerçekleşebilmesi için konulan hedefler yani amaçlar belirlenmelidir. Bu amaçlar daha önce anlatılan operasyonel, taktik ve stratejik kararların uygulanmasıyla gerçekleşebilecek olan amaçlardır. Belirlenen amaçlar doğrultusunda verilen kararlar mevcut tedarik zinciri ağının daha iyi optimize olmasını sağlar. Bu kararların, gelir, maliyet ve hizmet seviyesi üzerinde çok önemli etkileri vardır. Bu karar bileşenlerinin birbirleriyle etkileşimli olması sebebiyle karar sürecinde koordinasyon ve ödünleşme etkilerinin değerlendirilmesi gereklidir. Aktiviteler arasında önemli maliyet çatışmaları olan durumlarda bu aktiviteler koordineli biçimde yönetilmelidir. Ağ boyunca maliyet çatışması olan alanlar ve tedarik zincirindeki bir firma tarafından alınan bir kararın, ağdaki diğer firmaları etkilemesi dolayısıyla, toplam maliyet denklemi genişletilmeli ve karar verirken, ufuk işletmenin sınırlarının dışına genişlemelidir. Örnek olarak üretici firmanın stok politikalarının, hem

tedarikçinin stok maliyetlerini hem de taşıyıcının operasyon maliyetlerini etkilemesidir (Peker ve ark. 2009).

3.8. Tedarik Zinciri Modelleme

Bu çalışmada tedarik zinciri modelleme; Analitik modeller, ekonomik modeller, simülasyon ve bilgi tabanlı modeller, Tedarik Zinciri İşlemleri Referans Modeli "SCOR" olarak dört guruba ayrılmıştır.

3.8.1. Analitik modeller

Analitik modelleri iki başlık altında inceleyebiliriz.

A-Deterministik analitik modeller

Tüm parametreleri sabit veya karar verici tarafından kesin bir şekilde bilindiği varsayılan modeller, deterministik modeller sınıfında yer almaktadır (Paksoy ve Altıparmak 2003). Tedarik zincirinin modellenmesinde deterministik modeli kullanan ilk araştırmacı Williams'dır. Williams (1983), montaj tedarik zinciri ağların üretim ve dağıtım operasyonları için amacı üretim ve dağıtım maliyetlerini minimize etmek olan 7 herustik (sezgisel) algoritma sunmuştur. Ortalama maliyeti minimize etmek için tedarik zinciri ağını oluşturan her bir düğümdeki üretim ve dağıtım parti hacimlerini eş zamanlı olarak belirleyen bir dinamik programlama algoritması geliştirmiştir.

İshii ve ark. (1988), sonlu ufuk boyunca entegre edilmiş tedarik zinciri için düşük maliyetli çözümlerle ilgili gecikme zamanı ve taban stok seviyesini belirleyen deterministik bir model geliştirmiştir.

Cohen ve Moon (1990); Cohen ve Lee nin PILOT olarak adlandırılan modelini geliştirmiştirler. Model çeşitli parametrelerin tedarik zincir maliyeti üzerindeki etkisini ve hangi üretim tesisi ve dağıtım merkez açılmalı gibi problemlerin yanıtını araştırmıştır.

Newhart ve ark. (1993), optimal tedarik zincirini iki evreli bir yaklaşımla tasarlamıştır. Birinci evresinde; matematiksel program ve herustik (sezgisel) modelin kombinasyonunu ve tedarik zinciri boyunca stokta tutulan farklı ürünlerin sayısının minimizasyonunu amaçlamıştırlar. İkinci evresinde ise; stok modeli tabanlı elektronik çizelge olup, talep ve gecikme zamanı dalgalanmalarını absorbe eden minumum güvenlik stoğu miktarını saptamıştırlar.

Voudouris (1996), tedarik zincirinde verimi ve yanıt vermeyi geliştiren matematiksel model tasarlamıştır.

B-Stokastik analitik modeller

Cohen ve Lee (1988), tedarik zinciri yönetimi üretim sistemindeki her aşama için bütün malzemelerin; malzeme ihtiyaç politikalarının kurulması amacı ile bir model geliştirmiştir. Bu modelde aşağıda belirtilen alt modeller kullanılmıştırlar:

Malzeme Kontrol: Malzeme sipariş miktarlarını, yeni sipariş miktarlarını belirler ve teslim sürelerini ayarlar.

Üretim kontrol: Her ürün için üretim parti büyüklüklerini, temin sürelerini belirler.

Nihai ürünlerin depolanması: Ekonomik sipariş miktarlarını ve parti büyüklüklerini belirler.

Dağıtım: Her dağıtım merkezi için envanter sipariş politikalarını hazırlar. Bu alt modellerin her biri minimum maliyetleri amaçlamaktadır. Son aşamada, bu alt modellerin her biri için toplam maliyeti minimum yapan matematiksel bir model kullanarak yaklaşık optimal sipariş politikası belirlenir.

Lee ve ark. (1993), geliştirdikleri modelde; her tesisteki her üründe hedeflenen servis düzeyini elde etmek için gerekli stok düzeyini hesaplayarak malzeme sipariş politikasını belirlemeyi ve verilen malzeme sipariş politikası ile her tesisteki her ürün için servis düzeyini saptamışlardır. Geliştirdikleri stokastik, periyodik gözden geçirmeli modelde, en düşük maliyetli ve en yüksek servis düzeyiyle sonuçlanan farklı pazar segmentleri için uygun üretim ve ürün prosesleri dizaynını en iyilemeyi amaçlamışlardır.

Lee ve ark.'na (1997) göre, "kırbaç etkisi" (bullwhip effect) olarak ta bilinen, tedarik zincirinde bilgi eksikliğinin veya hatalarının maliyetini stokastik matematiksel modeller kullanarak analiz etmişlerdir. Sipariş ve fiyat değişimleri, talep işleme gibi nedenlerle müşteri talebinin çarpıtıldığı durumlarda, tedarik zinciri boyunca aşağıdan yukarıya doğru (tüketim noktalarından tedarikçilere) yanlış bilginin düzeyinin her bir aşamada artarak tedarik ile talep arasındaki ilişkiyi gerçeklikten uzaklaştırdığı tespit edilmiştir (Paksoy ve Altıparmak 2003).

Sabria ve Beamon (2000), güncel araştırmaların stokastik ve deterministik modellere odaklandığından bahseder. Deterministik modellerin daha stratejik; stokastik modellerin ise daha operasyonel olduğuna değinirler. Yazarlar ayrıca, bir tedarik zincirinde stratejik ve operasyona ait açıların eşzamanlı analizi için bir minimizasyon modeli geliştirmişlerdir. Modelleri, ilk olarak stratejik amacı analiz eder. Stratejik amaç analizinin çıktısı sonra, operasyona ait amaçta minimum maliyet çözümü geliştirmek için kullanılır.

3.8.2. Ekonomik modeller

Christy ve Grout (1994), tedarik zincirindeki satıcı-tedarikçi ilişkinin modellenmesi için ekonomik bir model geliştirmiştir. Bu çalışmanın temeli 2X2 tedarik zinciri "ilişki matrisi"dir. Bu matrise yüksek değerden düşük değere işlem kesinliği ve yine aynı şekilde ürün kesinliği bulunmaktadır. Böylece matris kullanılarak satıcı ve tedarikçi arasındaki göreceli risk elde edilmiş olunur. Bunun temeli oyun teorisine dayanmaktadır. Örneğin işlem kesinliği düşükse bu durumda satıcı riski üzerine alır; aynı şekilde ürün kesinliği düşükse bu durumda tedarikçi riski üzerine alır.

3.8.3. Simülasyon ve bilgi tabanlı modeller

Towill ve ark. (1992), çeşitli tedarik zinciri stratejilerinin etkinliğini geliştirmek için simülasyon tekniğini kullanmıştır. Araştırılan bu stratejiler aşağıdaki aşağıdaki gibidir:

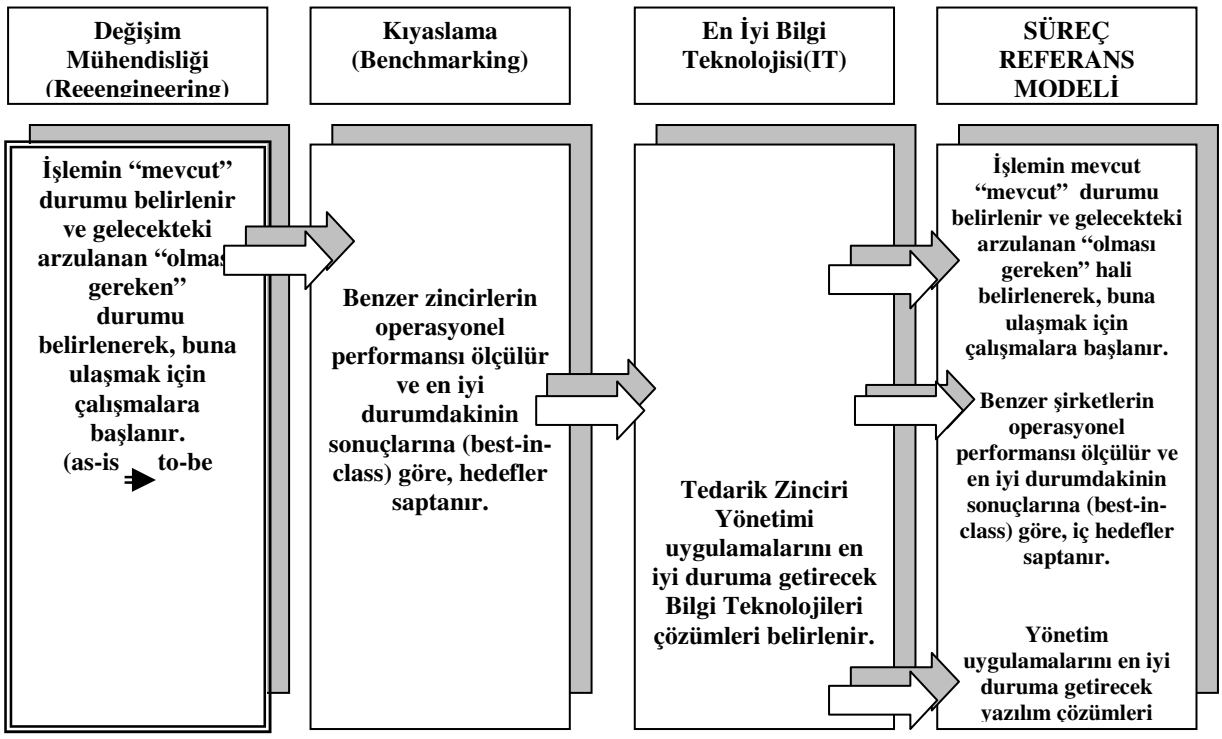
1) İmalat basamağında dağıtım fonksiyonunu kapsayarak tedarik zincirinin dağıtım basamaklarının azaltılması,
2) Zincir boyunca bilgi akışının entegrasyonu,
3) Zaman ertelemesini azaltmak için tam zamanlı üretim politikasının uygulanması,
4) Ara ürünlerin ve malzemelerin hareketlerinin geliştirilmesi.

Simülasyon modelinin amacı hangi stratejinin en etkili olduğunu belirlemektedir. Yapılan çalışmalar sonunda birinci ve üçüncü stratejiler en iyi yöntemler olarak belirlenmiştir.

Günümüzde firmaların içinde bulundukları tedarik ağları gittikçe karmaşıklaşmaktadır. Bunun yanında iş dünyasının globalleşmesi, ürün çeşitlerinin giderek artması, ürün hayat çevrimlerinin ise giderek azalması tedarik zinciri yaklaşımlarında özellikle internet teknolojisinin kullanımının daha etken bir biçimde uygulanmasını sağlamıştır. Nitekim ileri bilişim teknolojileri ve internet, daha sıkı bir koordinasyonun ve işbirliğinin sağlanması amacına yönelik benimsenen tedarik zinciri entegrasyonu için büyük bir fırsattır.

3.8.4. Tedarik zinciri işlemleri referans modeli (SCOR)

"SCOR Modeli" (Supply Chain Operations Reference Model); Tedarik Zinciri Konseyi'ndeki (SCC-Supply Chain Council, www.supply-chain.org) Pittiglio Rabin Todd & McGrath, Advanced Manufacturing Research, Bayer, Compaq Computer, Procter & Gamble, Lockheed Martin, Nortel, Rockwell Semiconductor, Texas Instruments vd şirketlerin çalışmaları sonucu 1996'da ortaya çıkarılmış, müşteri memnuniyetini amaçlayan tedarik zincirlerinin yönetimi için standart bir metodoloji sağlayan bir modeldir. İş süreçlerin yeniden yapılandırılması, kıyaslama ve süreç analizi gibi Süreç Referans Modelleri yaklaşımlarını birleştiren bir yapıdır**.** Şekil 3.8 SCOR modeli yapısı görülmektedir (Tanyaş 2006).



Şekil 3.8 SCOR Modeli (Tanyaş 2006)

Tedarik zinciri operasyonları referans modeli altında, tedarik zinciri yönetimi entegre: Planlama, Kaynak Bulma, Üretim, Dağıtım ve Geri Dönüş Süreçleri seklinde tanımlanmaktadır Modelde adı geçen, planlama süreci, arz talep dengesine dayanarak kaynak hammadde, üretim ve dağıtım ihtiyaçlarını belirlemeyi içermektedir. Planlanan ya da gerçekleşen talebi karşılamak için mal ve hizmetlerin temin işlerini kaynak bulma süreci, üretimin gerçekleşmesini de üretim süreci yerine getirmektedir. Dağıtım süreci ise, üretilen malın teslimine ilişkin sipariş, nakliye ve dağıtım yönetimini ilgilendiren işleri kapsamaktadır. Müşteri ödemeleri ve herhangi bir nedenle malların iade edilmesi gibi müşteri ilişkileri sistemi de geri dönüş süreci içinde yer alır.

3.9. Tedarik Zinciri Problemleri

Tedarik zinciri yönetimi problemi üç ana uygulama alanında ele alınabilir. Müşteri yönetimi, üretim yönetimi ve ürün geliştirme. Müşteri yönetimi hedef pazarın tanımlanması ve hedef müşteri kitlesine yönelik programların uygulanması ile ilgili aktiviteleri ele alır. Üretim yönetimi satın alma, talep tahmin, siparişlerin karşılanması ve lojistik gibi farklı süreçleri içerir. Ürün geliştirme, tedarik zinciri yönetimi bağlamında, tedarik zinciri için tasarım ve yerelleştirme için tasarım gibi stratejileri kapsar (Giannoccaro ve Pontrandolfo 2001).

Her tedarik zinciri modelinin kendine özgü özellikleri olmasına rağmen, birçoğu aşağıda tanımlanan adımların yerine getirilmesini gerektirir (Paksoy 2005).

a- Problemin tanımlanması: Bir çalışma halihazırda bir ihtiyacı giderecek şekilde hazırlanmamışsa, detaylı ve eksiksiz olması bir anlam ifade etmez. Etkili bir çalışma yapabilmek için, potansiyel problemleri olan sistem parçalarının incelenmesi ve çalışmanın buna göre hazırlanması gerekir. İyi bir model kurucusu tarafından, sistemin diğer parçalarını da kolayca içine alabilecek şekilde tasarlanmış olmalıdır. Fakat içinde gereksiz ve fazlalık bilgilerin bulunduğu bir model bilgisayar üzerinde diğer modellere göre daha yavaş çalışabilir ve maliyeti daha yüksek olabilir.

b- Hedeflerin belirlenmesi: Tedarik zinciri modelinin amaçları, üzerinde çalışılacak problemin durumuna göre saptanır. Geliştirmede kullanılan belirli metotların, çalışmanın hedefinin belirlenmesindeki rolü büyüktür. Fakat bu hedefler, daha önce yapılan modelin sonuçlarının yeni verilere uyarlanmasını engelleyecek şekilde dar planlanmamalıdır.

c- ***Model formülasyonu:*** Hedeflerin ve problemin belirlenmesinden sonra, modeli kuracak olan kişi modelin temel çatısını geliştirebilir. Bu çatı genellikle olayların prensiplerini ve kullanılan elemanları içerir. Toplanan verilerin doğruluğunun, elde edilen sonuç üzerindeki etkisi büyüktür. Yapılan ilk plan içerisinde; gerekli olan verilerin, bilgi kaynaklarının ve bu bilgilerin nasıl elde edilebileceği belirtilmektedir. İlk olarak, çalışmanın hedefleri ile ilgili olan bu bilgilerin çıkartılması gerekir. Tecrübeli bir model kurucu, çalışmada yer alan diğer kişilere hangi verilerin gerekli hangilerinin gereksiz olduğu konusunda yardım etmelidir. Sistemin taklidini yapmak veya sistemin bir kopyasını çıkarmak için harcanan çaba genellikle gereksizdir. Detayların gerekli olduğu zaman eklenmesi, çalışmanın hedefine ulaşması açısından takip edilmesi gereken en iyi yoldur. Teknik karışıklıklar modelle, modelin kurulma amacı arasındaki ilişkiden daha az öneme sahiptir.

3.10. Tedarik Zincirinin Kısıtları

Tedarik zinciri kısıtları, işletmenin seçebileceği bir dizi alternatif karar seçeneği üzerinde konumlanmış etmenlerdir. Böylece, bu etmenler bazı karar alternatiflerinin yapılabilirliklerini/fizibilitesini belirler (Paksoy 2005). Bu kısıtların içerikleri alt bölümde kısaca özetlenmiştir.

3.10.1. Talep kapsamı/miktarı

Talep tahminleri, son ihtiyaçların bilgisini verir; Bu bilgi, dağıtım merkezlerinden üretim yerlerine hammadde tedarikçilerine planlama faaliyetleriyle iletilmelidir. Belirsizliğin bu türü, bitmiş ürünler için ihtiyaçların, tahminlerden daha erken değiştiği zaman meydana gelir. Bununla birlikte, stoklarda meydana gelecek yok satma veya fazlalıktan kaynaklanan maliyet artırıcı problemler oluşur (Dolgui ve Prodhon 2007). Tedarik zincirinin dikey bütünleşimi, bir önceki kademedeki tedarik kapasitesini dengelemek amacıyla aşağı yöndeki tedarik zinciri üyelerinin kendi kademelerinde başarıya ulaşması için gereken talep miktarını, artırılmış tüketim doğrultusunda dengelemektir.

3.10.2. Kapasite

Genelde üretim planlamada iki önemli kısıtlayıcı faktör vardır. Üretim kapasitesi ve stok kapasitesidir. Bilinir ki üretim planlamanın iki amacı vardır; Müşteri isteklerin zamanında karşılamak ve düşük maliyetle çalışmak. Bu iki amaç her zaman tutarlı olmayabilir. Örneğin stok düzeyinin artması müşteri isteklerini maksimize edebilir fakat elde tutma maliyeti çok yükselebilir. Bu yüzden maliyet noktası açısından müşteri talepleri tatmin edilemezdir. Karşılanamayan talep üretim firması açısından satış kaybıdır ve stoksuz kalma anlamına gelmektedir (Liu ve Tu 2008). Stoksuz kalma veya kayıp satışlar, birçok organizasyon için önemli meselelerden biridir. Bu günün rekabetçi iş çevresinde üreticiler, müşterilerini tutması için diğer rakiplerine fark atan, stoksuz kalma ve kaybedilen satışları fırsata çeviren etkili stratejileri kullanmalıdır. Bu durumların altında imalatçı stratejilerinin biri, dış kaynak kullanımı olabilir, böylelikle dış kaynak kullanarak müşterisini kaybetmemiş olacaktır (Sinha ve Sarmah 2007).

Tedarik zinciri üyelerinin; finans, üretim, tedarik ve teknik yeterliliklerini; istenilen gelir düzeyinde stok seviyelerini; üretim, işgücü, öz-sermaye yatırımı, dış kaynak kullanımı ve bilişim teknolojileri adaptasyonu gibi konulara ilişkin durumlarını belirler.

Kapasite kısıtları ayrıca, üretim ve stoklama için kullanılabilir alanları da içerir (Paksoy 2005).

3.10.3. Hizmet uyumu

Tedarik zincirinin nihai hedefinin müşterilerin hizmet ihtiyaçlarını karşılaması ya da bu ihtiyaçların da ötesinde hizmet verilmesi esası olduğunu düşünürsek, bu oluşum müşteri memnuniyeti için en önemli kısıttır. Bunların tipik örnekleri; dağıtım zamanları, gününde üretim, ardışık-sipariş için maksimum bekleme süresi ve taşıma yapan kamyon sürücüleri için ulaştırmada geçen yolculuk süresidir (Paksoy 2005).

3.11. Tedarik Zinciri Ağ Tasarımı

Bu konudaki ilk çalışma, "tedarik zinciri" terimi henüz genel olarak kullanılmazken Geoffrion ve Graves (1974) tarafından yapılmıştır. Geoffrion ve Graves, imalathanelerden dağıtım merkezlerine ve nihaî müşterilere olan yıllık ürün akışının optimizasyonu amacıyla, birden fazla mal için bir şebeke tasarım modeli sunmuştur. Model, depo yerlerini ve de çoklu malların, tesislerden; pazarlara, müşteri bölgelerine, depoya akışını kararlaştırır (Geunes ve Pardalos 2003).

Brown ve ark. (1987), Nabisko için; tesis yeri, tesislere üretim araçlarının tayini, farklı tesislerde çeşitli parçalar için üretim miktarı ve farklı müşterilere bu üretimin tahsisine eş zamanlı karar veren bir model geliştirmişlerdir.

Pokharel (2008), TZ ağ tasarımında çeşitli sorunlarına hitap etmek için üretim ve dağıtım planlamasında kullanılan farklı matematiksel modellerin bir incelemesini sunmuştur. Bir tedarik zincirini; Tedarikçi safhası, tesis safhası ve dağıtım safhası olmak üzere üç safhada sınıflandırmıştır.

3.12. Tedarik Zinciri Etkinliklerinin İyileştirilmesi

TZ etkinlikleri entegre bir süreç olduğundan, iyileştirme uygulamaları da farklı süreçleri kapsamaktadır. Tedarikçi seçimi, üretim planlama, depolama yönetimi, sevkiyat ve dağıtım, kurumsal kaynak planlaması ve malzeme ihtiyaç planlaması gibi alanlarda yapılabilecek muhtemel iyileştirmeler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

3.12.1. Tedarikçi seçimi

Organizasyonlar için verilmesi gereken en önemli kararlardan biri, tedarikçi seçimidir. Tablo 3.2'de tedarikçi seçimi arayüzü görülmektedir. Tedarik fonksiyonunun sorumluluğu, çoğu zaman yeterli kalite ve miktarda, uygun fiyata, uygun bir teslimatla hammaddenin, teçhizatın ve malzemenin tedariki olarak tanımlanmaktadır (Şen 2007).

Tedarikçinin yeterliliği, hem genel hem de teknik bir takım kriterleri esas alarak ölçülmelidir. Ayrıca mevcut tedarikçiler potansiyel tedarikçilerle belli bir bazda karşılaştırılmalıdır. Bir tedarik stratejisi olarak, mal satmak için rekabet eden fazla sayıda tedarikçinin olması bir firma için iyi bir politikadır. Tedarik bazının yerel, ulusal ve uluslararası tedarikçilerin eklenmesi yoluyla genişletilmesi politikası hedef pazarlarda rekabet edilmesine yardımcı olmaktadır (İGEM 2005).

Tedarikçi seçimi iki şekilde yapılmaktadır:

- **Alternatifli ortamda tedarikçi seçimi:** Bu seçimde kalite, maliyet, esneklik, fiyat, dağıtım ve termin süresi gibi performans kriterleri belirlenerek, her bir alternatif için bu kriterlerin ağırlıkları hesaplanır ve en yüksek değere sahip olan tedarikçi ile çalışılır.

- **Performansa göre tedarikçi seçimi:** Bu yöntemde fiyattan çok tedarikçilerin işletme içi ve dağıtıma ilişkin performans göstergeleri esas alınmaktadır. Burada işletme içi performans göstergeleri derken rekabet gücü, hata analizleri, teknoloji ve bilgi erişimi (network), ekipman, garantiler, esneklik, uzmanlık, eğitim, organizasyon yapısı, Ar-Ge, mühendislik ve tasarım yeteneği, programlar, coğrafi yakınlık ve referanslar akla gelmektedir.

Tablo 3.2 Tedarikçi seçimi arayüzü (Şen 2007)

	Yeni tedarikçi durumu	Modifiye edilmiş tekrarlı satın almalar	Periyodik alımlar	Stratejik/darboğaz alımlar
Problemin tanımı	Bir tedarikçi kullan ya da kullanma?	Daha fazla ya da daha az ya da başka tedarikçiler kullan?	Şimdiki tedarikçiyi değiştir?	Tedarikçiyle nasıl alışveriş yapılır?
Kriterlerin formülasyonu	Tedarikçilerin geçmiş bilgisi yok.	Geçmiş bilgi var.	Geçmiş bilgi var.	Geçmiş bilgi var, bu zamana kadar az sayıda geçerli seçim yapılmıştır.
Sınıflandırma	Küçük tedarikçi kümesi	Büyük tedarikçi kümesi	Büyük tedarikçi kümesi	Büyük tedarikçi kümesi
Seçim	Ayıklamaktan ziyade sıraya dizilir.	Ayıklamaktan ziyade sıraya dizilir.	Ayıklamaktan ziyade sıraya dizilir.	Geçmiş veriye ulaşılabilir.

3.12.2. Üretim planlama

Üretim planlaması, pazardaki ürün ihtiyacının karşılanabilmesi için eldeki kaynakların etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Burada amaç, belirli bir ürünün tahminlenen talebini veya verilen siparişleri karşılamak için bu ürünün üretimini istenen miktar, zaman ve nitelikte gerçekleştirmektir. Bu noktada üretim planlaması, ürünlerin talep edilen miktar ve istenilen zamanda verimli bir biçimde üretilebilmesi için

insan gücü, hammadde ve malzeme, makine ve araçlar gibi üretim girdilerinin etkili ve düzenli bir biçimde örgütlenmesi ve entegrasyonu ile ilgili planlama sürecidir. Tedarik Zinciri faaliyetlerin holistik (bütünsel) başarısı, üretim planlaması ve programlamasına büyük oranda bağlıdır (Doğan 2002). Üretim planlaması, işletmenin mevcut kaynaklarını rasyonel kullanarak istenen kalitede ürünlerin üretilebilmesi konusunda TZY'de önemli bir karar alma sürecidir. Üretim planlamasının temel amacının sağlanabilmesi; gerekli tüm faaliyetlerin yeterli miktarda ve uygun zamanda gerçekleştirilmesiyle mümkün olur. Böylece tedarik zinciri yönetiminde stratejik kararlarla belirlenen optimal üretim, hedeflere ulaşma açısından yönetime önemli avantajlar sağlar. Taleplerin karşılama zamanının kısalmasına paralel olarak satış ve dağıtım faaliyetlerinin öncesinde üretim hattı boyunca zamanında üretimi gerçekleştirmek Tedarik Zinciri Yönetiminin ulaşmak istediği hedeflerden biridir. Üretim planlamasının, bu amaçları sağlayabilmesi için aşağıdaki alt amaçları yerine getirmesi gerekir:

- Hammadde, yardımcı malzeme ve işletme malzemesini üretim yapabilmek üzere istenilen miktar, zaman ve yerde hazır bulundurmak üzere planlama yapılmalıdır,
- Mevcut makine, araç-gereç ve teçhizatı verimli bir şekilde kullanıp iş akışını gerçekleştirerek daha ekonomik bir üretim yapılması sağlanmalıdır,
- Pazarlama araştırmasıyla elde edilen bilgilere göre istenilen miktar ve kalitede üretim yaparak tüketicilerin ihtiyacı karşılanmalıdır,
- İşgücü kullanım verimliliği arttırılarak üretim yapılması sağlanmalıdır,
- Üretim sisteminin alt sistemleri, öteki sistemler ve bölümler arasında bilgi alışverişini sağlamak üzere iletişim sistemi kurulmalıdır,
- Bütün siparişleri karşılayabilmek amacıyla zamanında yeterli üretim yapılması sağlanmalıdır,
- İşletmenin ürün stokları pazarın ihtiyacını karşılayacak düzeyde tutulmalıdır**.**

3.12.3. Stok yönetimi

Stok yönetimi stratejik öneme sahip bir aktivitedir, zira üretim sistemi büyüdükçe, mamul çeşidi arttıkça tedarik, talep ve imalata ilişkin faktörlerdeki belirsizlik stok bulundurmayı zorunlu kılacaktır. Stoka yapılan yatırım işletmenin en büyük varlıklarından birini oluşturur (Gümüşoğlu ve Demir 1998).

Maliyet, kalite ve zaman söz konusu olduğunda stokların nerede ve ne şekilde depolanacağı önem kazanır. Yüksek stok düzeyleri şirket kaynaklarının doğru kullanılmasını engeller ve aktif karlılığı azaltır. Etkili depo yönetimi için dikkat edilmesi gereken faktörler şunlardır (Demirdöğen ve Küçük 2007):

- Merkezi ve dağınık depolama operasyonları dengeli bir yapıda olmalıdır,
- Dağıtım merkezinin coğrafi yeri doğru belirlenmelidir,
- Depo otomasyonu teknolojilerinden yararlanılmalıdır (Barkod, raf adresleme vb.),
- Tüm stok hareketleri sistem üzerinde tanımlanmalı ve kaydedilmelidir,
- Stok seviyeleri tedarik zinciri boyunca gerçek zamanlı olarak takip edilmelidir.

Günümüzde artan rekabet koşulları, isletmeleri, seri üretim yerine esnek üretime hatta kişiye özel üretime zorlamaktadır. Bu nedenle, yığınlar halinde ürün stoklamak ve bunları pazara sürmek artık söz konusu değildir. Bunun yerine, müşterinin taleplerine göre hazırlanmış ürünlere ihtiyaç duyulduğunda pazar tarafından çekilmesi gündemdedir. Bu sayede pazarlama ve üretim birimleri arasında yaşanabilecek çatışmalarda en aza indirilmektedir. Günümüzde uygulanan stok yönetim sistemleri, stok maliyetlerinin düşürülmesi, dağıtımların hızlı ve zamanında yapılması gibi amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır. Talep zinciri içerisindeki ürünlerin akısını daha etkin hale getirebilmek için üretim, depolama ve dağıtım faaliyetleri arasındaki ilişkiler her geçen gün daha da uyumlu hale getirilmeye çalışılmaktadır.

3.12.4. Sevkiyat ve dağıtım

Gelişen teknoloji ile birlikte taleplerin en kısa sürede karşılanması açısından dağıtım faaliyetleri verimli bir şekilde yönetilmelidir. Sevkiyat ve dağıtım konusunda göz önünde bulundurulması gereken konular şunlardır:

- Dağıtım kanalları, şirketin iş yapma şekillerine uygun olarak ve fayda/maliyet analizlerine göre tasarlanmalı ve uygulanmalıdır,
- Şirketin başlıca faaliyet alanı(müşteriye katma değer sağlayan rekabet gücü) nakliye değilse, nakliye operasyonlarının yürütülmesinde şirket stratejileri gözetilerek dış kaynak kullanımı (Outsourcing) yoluna gidilmelidir,
- Sevkiyat planlamasının entegre sistemler üzerinde otomatik olarak yapılmasını sağlayacak altyapı kurulmalıdır,
- Rota tanımlamaları doğru yapılmalı ve rota takip sistemlerinden faydalanılmalıdır.

3.12.5. Kurumsal kaynak planlaması ve malzeme ihtiyaç planlaması

Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP), işletmenin coğrafi olarak farklı bölgelerde bulunan fabrikalarının, bunların tedarikçi firmalarının ve dağıtım merkezlerinin (depo) kaynaklarını eşgüdümlü olarak planlamasıdır (Güleş ve ark. 2005). Hangi müşteriye ait siparişin hangi dağıtım merkezinden karşılanması veya hangi fabrikada üretilmesinin gerektiği, tüm fabrikaların malzeme ve ihtiyaçlarının karşılanmasının uygun olacağı, fabrikaların elinde bulunan makine, malzeme, işgücü, enerji, bilgi ve diğer üretim ve dağıtım kaynaklarının nasıl eşgüdümlü ve ortaklaşa kullanılabileceğini düzenler. ERP fabrikalar arası entegrasyonu, fabrikalar bazında esneklik ilkesine uygun olarak gerçekleştiren bir sistemdir. Amaç fabrika bazında merkezi yönetimin avantajlarından yararlanırken fabrikalar arası koordinasyonu ve entegrasyonu organizasyonun temel stratejileri doğrultusunda sağlamaktır.

Sistemin tedarik zincirinde amacına uygun şekilde kullanımı ile:

- Stratejilere uygun işletme yönetimi,
- Stratejilerin sonuçlarını değerlendirme olanağı,
- İşletme kaynaklarını etkili ve verimli kullanımı,
- İşletme fabrikaları arasında malzeme, işçilik, makine-teçhizat, bilgi gibi üretim ve dağıtım kaynaklarının ortaklaşa kullanımı,
- Müşteri, dağıtım merkezi, üretim ve tedarikçiler arasında yakın işbirliği ve bilgi iletişim ortamının sağlanması,
- Tek bir noktadan gerekli bilgilere ulaşma imkânı elde edilir.

Müşteri talebinin sürekli nitelik ve nicelik olarak değiştiği ve bu değişimin tahmin edilmesinin ne kadar zor olduğu bilinen bir gerçektir. Faaliyetlerin bu değişime uygun hareket edebilecek hale getirebilmenin yolu ERP yaklaşımından geçmektedir. Hem stratejik planlama çalışmaları ile belirlenen amaç ve hedeflere, hem de üretim ve dağıtım kaynakların kapasite ve özelliklerine gereken ayrıntıda dikkat ederek, faaliyetleri değişime duyarlı hale getirebilmek ancak ERP yaklaşımı ile mümkündür Aşağıda ERP alt başlıkları kısaca açıklanmaya çalışılmıştır (Özceylan ve ark. 2009).

Ürün Ağaçları

Ürün Ağacı bir ürünün yapılması için gereken tüm parçaların ve malzemelerin listesidir. Ürün Ağaçları formül, reçete veya cüz olarak da adlandırılabilmektedir Ürün ağaçlarının kullanımı yoluyla üretim planlama ve kontrol modüllerinde MRP işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Malzeme İhtiyaç Planlaması

MİP kaba bir anlatımla, nihai ürün için hazırlanan ana üretim çizelgesini ürün ağacı bilgisi yardımıyla gerekli parça ve malzeme çizelgesine çevirerek satın alma ve imalat emirleri hazırlayan bir stok yönetim tekniği olmasının yanında, envanter düzeyini minimize etmek, sipariş teslim süresini optimize edebilmek için amacıyla geliştirilmiş olan, bilgisayar destekli bir üretim planlama tekniğidir. Gerek ERP ve gerekse MİP, TZY kapsamında üretim, stok ve dağıtım etkinliklerinin iyileştirilmesinde kullanılabilecek, uygulamalardır. MRP sistemi ana üretim çizelgesinden hangi son ürünlerin ne zaman ve hangi miktarlarda üretilmesi gerektiğini hesaplamaktadır. Ürün ağacı bilgilerinden yararlanarak nihai ürün için gerekli olan parçaları ve miktarları hesaplamaktadır.

Kapalı Çevrimli Malzeme İhtiyaç Planlaması

Kapalı çevrimli MRP terimi, ana planlama, MRP ve kapasite ihtiyaç planlamasının planlama fonksiyonlarını üretim aktivite kontrol ve satın alma fonksiyonlarını birleştiren gelişmiş bir MRP sistemini ifade etmektedir. Kapalı çevrim, sadece uygulamalı fonksiyonlar ile sınırlı kalmamakta, aynı zamanda planların her zaman geçerli olmasını sağlamak üzere fonksiyonlar arasında bir geri beslemeyi de içermektedir.

Üretim Kaynakları Planlaması

MRP II, gerçek imalat işletmesini, her faaliyetin etkisini test etmek için benzetişimini oluşturmayı hedefleyen bir sistemdir. Üst yönetime, alternatifler arasında daha sağlam karar vermeyi sağlayan bir yol gösterici görevini üstlenmektedir. İşletmeler malzeme kaynağının yanı sıra işgücü, makine ve para kaynaklarını da en etkin şekilde planlamak ve kontrol etmek zorundadırlar. Üretim Kaynakları Planlaması MRP sistematiğine bağlı kalarak söz konusu kaynakların da eşgüdümlü olarak planlaması ve kontrolünü gerçekleştiren bir yaklaşım olarak doğmuştur. Esas itibariyle MRP II malzeme ihtiyaç

planlamanın yanı sıra, makine ve insan kaynağına yönelik olarak da kapasite planlaması çalışmalarını içermektedir. Yani MRP II Kapasite İhtiyaç Planlamayı da kapsamaktadır. MRP II' nin bütünleşik yapısının yanı sıra diğer bir özelliği de geri beslemeli olgusuna sahip olmasıdır. Planlama ve üretimin her aşamasında ortaya çıkabilecek sorunlar ya da yeni oluşumlar karşısında daha önceki seviyelere geri dönerek sistemi yeni şartlara uydurabilme olanağı her zaman söz konusudur (Aydın 2003).

Dağıtım Kaynakları Planlaması

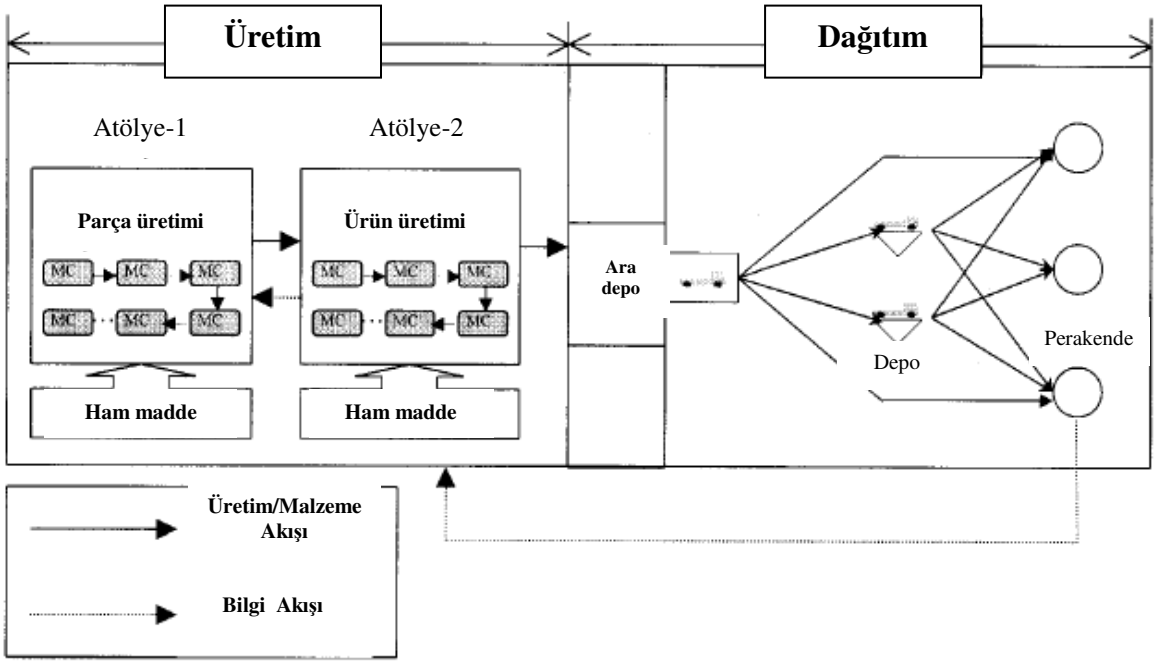
DRP "Dağıtım Kaynakları Planlama" MRP' den esinlenerek envanterin dağıtımında optimizasyon sağlamaya çalışan bir yöntemdir ve ilk olarak 1975 yılında Kanada' da Abbott laboratuarlarında kullanılmıştır. Dağıtım Kaynak Planlama, taşıma araçları ve teçhizatları, yükleme ve indirme alanları, depolama alanı ve hacmi, ürünlerin biri birine göre taşıma ve depolama özellikleri, taşımadaki tonaj ve zaman kısıtları gibi kriterleri temel alarak çalışmaktadır. DRP, ihtiyaçlar oluştukça ilk planlamayı yapmakta ve bunun yanı sıra her değişiklik için de planları yenilemektedir. Dağıtım kaynakları planlamasında bir merkezi depo ve ona bağlı dağıtım depoları bulunmaktadır. Talep ara depolara ve merkezi depolara olabilmekte ve merkezi depo tali depolardan gelen ve doğrudan kendisine gelen talepleri karşılamaktadır ve gerektiği durumlarda yüksek miktarlarda emniyet stoğu bulundurabilmektedir. Dağıtım Kaynakları Planlama, dağıtım depolarının gereksinimlerinin projeksiyonunu dönemsel olarak yapmakta ardından, siparişleri ana depo için oluşturmaktadır. DRP; üretim kapasitesinin etkin kullanımını sağlayabilmek, stokların verimli bir şekilde tahsis edilmesini güvence altına alabilmek, müşteri servis ihtiyacını karşılama düzeyini yükseltebilmek ve stok tutma maliyetlerini düşürebilmek için, üretim ve dağıtım yöneticileri tarafından ihtiyaç duyulan bilgi akışını sağlamayı hedeflemektedir (Aydın 2003).

3.13. Bütünleşmiş Üretim-Dağıtım Sistemleri

Bir tedarik zinciri, üretim ve dağıtım tesislerinde çeşitli imalat evrelerinden geçerek hammaddeleri bitmiş ürünlere dönüştüren ve bir veya birden fazla dağıtım evrelerinden müşterilere onları teslim eden tedarikçilerin bir ağıdır. Stratejik tedarik zincir kararları tipik olarak, bir yıldan daha çok bir zaman ufuğunu kapsayan ve tesislerin yeri, imalat ve dağıtma tesislerinin biçimi ve dağıtım kanallarının seçimini saptar (Doğan ve Goetschalckx 1999). Tedarik zincir yönetimi, ilk 1990 lar'da ortaya çıkan ve üretim, taşımacılık ve dağıtımı planlama ve yönetimini içeren, tüm bu birimleri bütünleştirmenin, başarılabildiği bir stratejiyi ve endüstriyel çevreyi geliştirmesi için bir yol teklif eder. TZY tasarım problemleri, basit tek-ürün tipinden karmaşık çok-ürün tipine ve doğrusal deterministik modellerden karmaşık-doğrusal olmayan belirsiz modellere arasında geniş bir formülasyonu kapsar. Ağ tasarım problemi, tüm tedarik zincirinin uzun vadeli verimli çalışması için, optimize edilmesi gereken ihtiyaç duyan en etraflı stratejik karar problemlerinin biridir (Xu ve ark. 2008).

Tedarik zincirini yönetmek, malzeme satınalma, üretim programlaması gibi faaliyetleri ve gerekli bilgi akışları ile desteklenmiş fiziksel dağıtım sistemini kapsar (Ketikidisa ve ark. 2008).

Tedarik zincirleri, imal edilen ürünlerin çeşitlilik ve karmaşıklığına bağlı olarak farklı yapılardadır. Bu yüzden tedarik zincirinde üretim-dağıtım birçok formlarda ele alınabilir. Genel olarak işlevsel olarak bağlı ve birbiriyle ilişkili iki modelden bahsedilir. Birinci model; asıl dönüşüm süreçlerinin meydana geldiği ve ürünlerin üretildiği tesisleri kapsayan üretim modelidir. Tesislere malzeme sağlayan tedarikçiler bu modele dâhildir. İkinci model; yığınları, depoları, perakendecileri içerir ve bu model, ürünler için talebi oluşturur. Tedarik zincirinde çok periyotlu, çok ürünlü, çok atölyeli üretim ve dağıtım sistemi yapısı Şekil 3.9'da gösterilmiştir (Lee ve ark. 2002).



Şekil 3.9 Tedarik zincirinde üretim ve dağıtım sistemleri (Lee ve ark. 2002)

Tedarik zincirinin yapısı kararlaştırıldığı zaman, yöneticiler, belirsiz bir ufuğun çerçevesinde tedarik, üretim ve dağıtım planlamaya ihtiyaç duyar. Genellikle bu süreç, iki evrede yönetilir: Taktik planlama ve operasyonel planlama. Taktik planlama, kaynak tahsis problemleriyle uğraşır ve operasyonel planlama düzeyinde kullanılması için kurallarının bir kısmını tanımlar. Ayrıntı katılan taktik planlar genellikle, genellikle mevsimsel etikleri yansıtmak için yeterli planlama periyotlarına bölünen bir yılı kapsayan planlama ufuğunu kapsar (Martel ve ark. 2005).

3.13.1. Tedarik zinciri entegrasyonu ve bilişim teknolojileri

Günümüzde firmaların içinde bulundukları tedarik ağları gittikçe karmaşıklaşmaktadır. Bunun yanında iş dünyasının globalleşmesi, ürün çeşitlerinin giderek artması, ürün hayat çevrimlerinin ise giderek azalması tedarik zinciri yaklaşımlarında özellikle internet teknolojisinin kullanımının daha etken bir biçimde

uygulanmasını sağlamıştır (Çevik ve ark. 2004). Entegre bir tedarik zinciri yaklaşımının uygulanması bugüne kadar hep zor bir süreç olmuştur. Pekçok örnekte yaşanan sorunlardan bir tanesi gerekli kişilerin gerekli bilgiye ulaşmalarını sağlamakta başarısız kalan bilgi sistemleri iken, bir diğeri ise bilgi sistemlerinin istenen düzeyde olmasına karşın, karşılıklı güven eksikliklerinin neticesi olarak, rakiplere sızabileceği endişesiyle bu bilgiyi paylaşmaktaki isteksizlikleridir (Handfield ve Ernest 1999).

Bilişim teknolojisi sayesinde bilgi paylaşım imkânlarının artışı, pazardan sürekli haberdar olma, stratejik karar verme aşamasında zincirin tüm halkalarından yararlanma ve ürün geliştirmede süreklilik sağlama gibi avantajları da beraberinde getirmektedir. Son yıllarda internet, firmaların iş süreçlerini sonsuz denebilecek yöntemle yenileme imkânı sağlamıştır. Internet teknolojileri bir firmanın tedarik aşamasından, ürünlerini müşterilerine ulaştırma sürecine kadar, yani tedarik zincirinin her aşamasında kullanılabilmektedir.

3.13.2. Tedarik zinciri entegrasyonu başarı faktörleri

Tedarik zincirinin başarılı olması, zincirin entegrasyonu ve yönetimine bağlıdır. Zincirin her bir halkasını oluşturan ortakları, tedarikçileri, her bir şirket bölümünü, nakliyecileri, üçüncü kişileri ve en önemlisi zincirin işleyişini gösteren bilgi sistemlerini başarılı bir şekilde koordine etmek, başarılı bir tedarik zinciri işleyişini ortaya çıkaracaktır. Bu basarının sağlanması için ve bütün zincirin eşgüdümlü olarak çalışması için aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır:

- Sistemin gerçek zamanlı veri transferine imkan tanıması,
- Alıcı ve satıcılar arasında kesintisiz iletişim kurulması,
- Zincir üzerindeki firmalardan mümkün olduğu kadar çoğunun entegrasyona katılması,
- Sipariş verme, yükleme, nakliye vb. süreçlerin standartlaştırılması ve basitleştirilmesi,

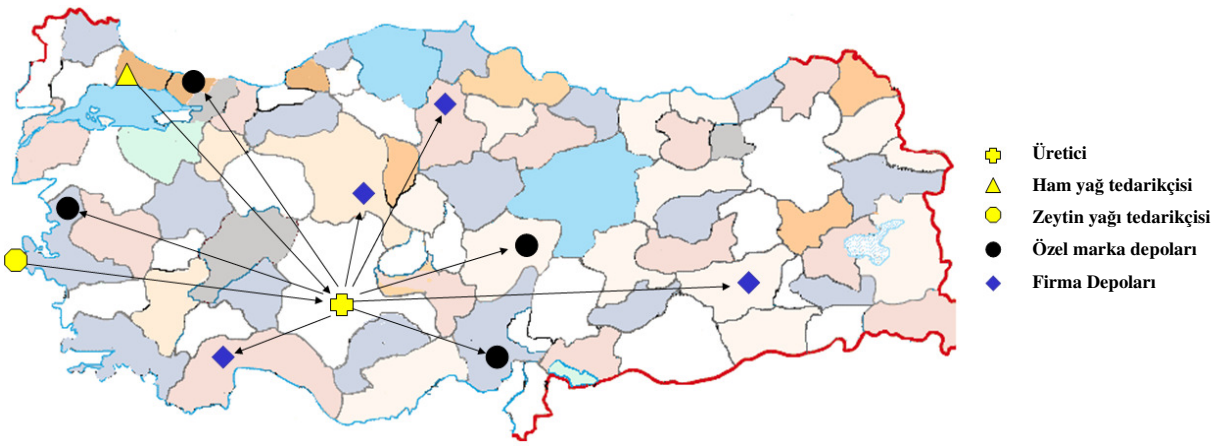
- Tedarik zinciri ilişkilerinin doğru olarak belirlenmesi,
- Paylaşılacak bilgilerin etkin olarak belirlenmesi,
- Sisteme veri girişinin mümkün olduğu kadar otomatikleştirilerek insan faktörünün en aza indirilmesi,
- Sistemin maliyetinin KOBİ'lerin de karşılayabileceği seviyede olması,
- Sistemin güvenli ve güvenilir olması,
- Sistemin her an aktif durumda bulunması,
- Firmalar arası iletişim sisteminin firma içindeki bilişim sistemleri modüllerine entegre olabilmesi,
- Ara birimlerin kullanıcı dostu olması,
- Farklı kaynaklardan toplanan verilerin işlenebilmesi,
- Sistemin platformdan bağımsız olması,
- Esneklikdir.

Firmaların tedarik zinciri entegrasyonunu oluştururken karşılaşacakları sorunları şöyle sıralayabiliriz (Ayanoğlu ve Gökçe 2007):

- Mevcut Tedarik Zinciri yapılarını anlamak,
- Tedarik Zinciri lojistiğini yeniden yapılandırmak,
- Zaman faktörünün önemini kavramak,
- Tedarik Zinciri için bir performans ölçüm sistemi kurmak.

4. SAYISAL UYGULAMA VE SONUÇLARI

Bu bölümde, geliştirilen matematiksel modelin daha iyi anlaşılabilmesi için sayısal bir örnek verilmiştir. Modelin uygulaması ABC yağ firmasından ve firmanın tedarik zincirini oluşturan; İstanbulda bulunan ham yağ tedarikçisi, İzmirde olan zeytinyağı tedarikçisi, Konya'da bulunan üretim tesisi, İstanbul, Adana, Kayseri, İzmir'de bulunan özel markalar depoları, Ankara, Antalya, Diyarbakır, Çorum'da bulunan firma depolarından toplanan gerçek verilerle sağlanmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Bitkisel Yağ Firmasının tedarik zinciri ağı

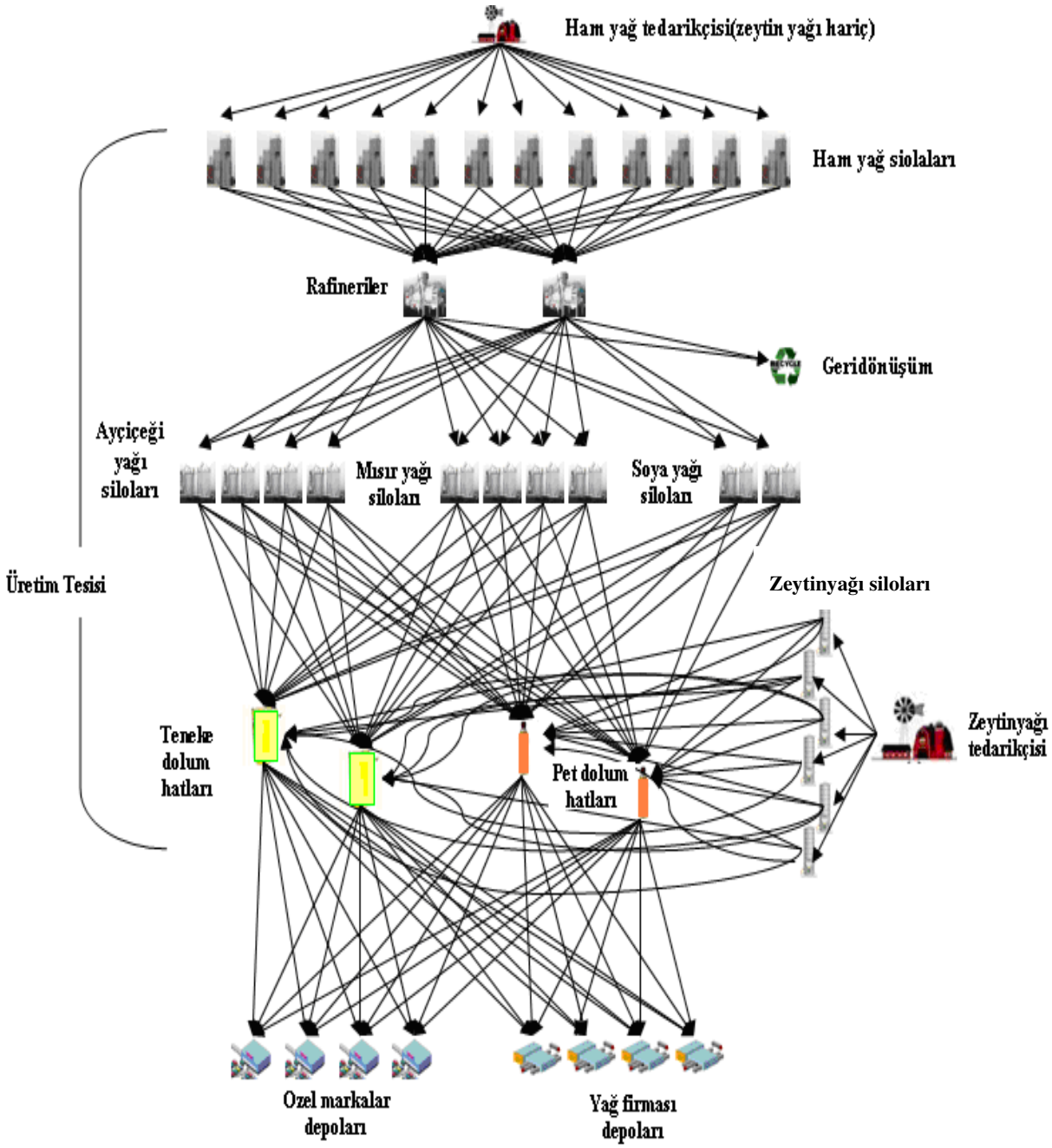
Tedarikçiden taşınan ham yağ üretim tesisine tanker vasıtasıyla gelmektedir. Laboratuvar kontrolleri yapıldıktan sonra, laboratuvar tarafından onayı alınan tanker, boşaltılmak üzere ham yağ silolarına yönlendirilir. Boşaltma işlemi tamamlanan ham yağ, borular vasıtasıyla rafineriye pompalanır. Rafine edilmek üzere rafineriye taşınan

ham yağ (ayçiçeği yağı, mısır yağı, soya yağı vb.) beş ana kimyasal prosese (degumming-notralizasyon, dewaksing, ağartma, vinterizasyon, deoderizasyon) tabi olur. Tüm prosesler sonucunda bir miktar endüstriyel atık geridönüşüme gönderilir. Dolum biriminde toplam dört hat mevcuttur. Bunlardan iki tanesi teneke dolum hattı, diğer ikisi pet dolum hatlarıdır. Teneke ve pet ambalajlar dolum hatlarında kapasite ve talebe uygun olarak doldurulmaktadır. Ayçiçeği yağı, soya yağı, mısıryağı vb. yağların yanında İzmir'den tedarik edilen zeytin yağıda hem pet hem de teneke ambalajlara dolumu yapılmaktadır (Şekil 4.2).

Tüm taşımalar paslanmaz çelik borularla yapılmaktadır. ABC yağ firması pet ve teneke ambalajlarda hem kendi markasında hem de özel markalarında çeşitli ürün tiplerine sahiptir (Şekil 4.3). Bu çalışmada ağ depolara kadar tasarlanmıştır. Depolar Tablo 1 de görüldüğü gibi farklı taleplere sahiptir. Soya yağının 10 lt ve 18 lt teneke ambalajı, özel markalarda zeytinyağının 5-10-18 lt teneke ambalajı bulunmamaktadır.

Modelde kullanılan:

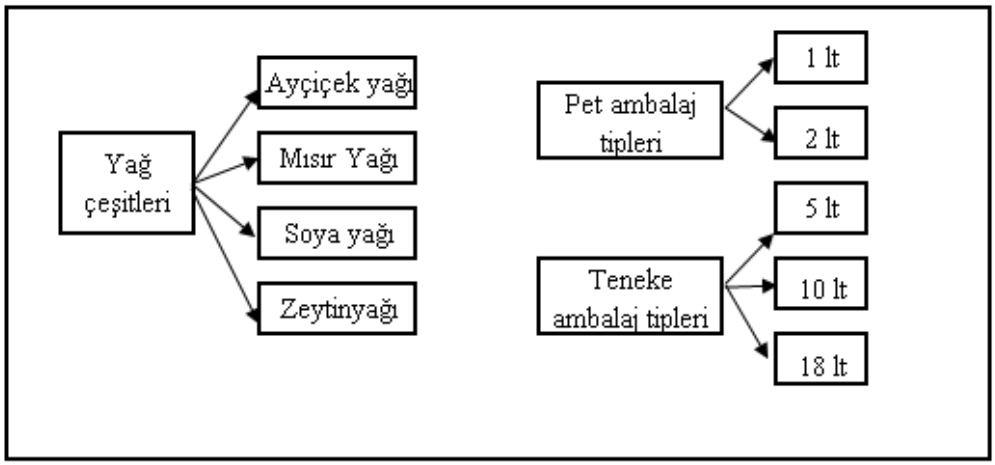
Toplam Ham yağ silosu: 12
Toplam rafineri tesisi: 2
Toplam ayçiçek yağı silosu: 4
Toplam mısır yağı silosu: 4
Toplam soya yağı silosu: 2
Toplam pet dolum hattı: 2
Toplam teneke dolum hattı: 2
Toplam teneke ambalaj tipi: 3
Toplam pet ambalaj tipi: 2
Toplam ana ürün: 4
Toplam ABC Yağ firması deposu: 4
Toplam özel markalar deposu: 4
Toplam zeytinyağı silosu: 6



Şekil 4.2 ABC Yağ firmasının üretim/dağıtım ağı

a : 5000000lt; g : 1000000lt; $c_{1,2}$: 500000lt, 3000000lt ;

$d_{1,2,3,4}$: 600000lt; $e_{1,2,3,4}$: 600000lt ; $f_{1,2}$: 600000lt



Şekil 4.3 Yağ ve ambalaj tipleri

Tablo 4.1 ABC Yağ firmasının ve özel markalar depolarının aylık talep miktarları (lt)

Yağ çeşitleri	Ambalaj tipi	ABC Yağ firması Depoları				Özel markalar depoları			
		Ankara	Antalya	Diyarbakır	Çorum	İstanbul	Adana	Kayseri	İzmir
Ayçiçek yağı	1 lt pet	776	776	209	175	70860	10181	0	4
	2 lt pet	7102	836	108	650	53379	10767	0	6
	5 lt teneke	58994	4050	1360	694	143318	80915	55677	6
	10 lt teneke	7992	5	975	650	0	0	0	0
	18 lt teneke	13134	15257	4234	710	0	0	0	0
Mısır yağı	1 lt pet	950	36	20	50	0	0	0	0
	2 lt pet	1348	29	24	166	24835	3440	3440	12
	5 lt teneke	12512	47	168	73	53540	23034	19292	13
	10 lt teneke	975	6	87	109	0	0	0	0
	18 lt teneke	65	43	89	195	0	0	0	0
Soya yağı	1 lt pet	79	13	9	11	0	0	0	0
	2 lt pet	154	27	16	22	19396	510	4152	4148
	5 lt teneke	2560	81	49	33	104560	6896	4230	5284
	10 lt teneke	0	0	0	0	0	0	0	0
	18 lt teneke	0	0	0	0	0	0	0	0
Zeytin yağı	1 lt pet	22	11	3	11	7408	1268	1768	5
	2 lt pet	19	17	6	44	10230	6030	3154	6
	5 lt teneke	84	42	25	82	0	0	0	0
	10 lt teneke	0	0	0	0	0	0	0	0
	18 lt teneke	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.2. Yağ firması-özel markalar depoları ve fabrika arası taşıma maliyetleri (TL/lt)

Yağ çeşitleri	Ambalaj tipi	ABC Yağ firması Depoları				Özel markalar depoları			
		Ankara	Antalya	Diyarbakır	Çorum	İstanbul	Adana	Kayseri	İzmir
Ayçiçek yağı	1 lt pet	0.024	0.033	0.08	0.06	0.043	0.033	0.027	0.033
	2 lt pet	0.048	0.066	0.16	0.12	0.086	0.066	0.054	0.066
	5 lt teneke	0.12	0.165	0.4	0.3	0.215	0.165	0.135	0.165
	10 lt teneke	0.24	0.33	0.8	0.6	0	0	0	0
	18 lt teneke	0.432	0.594	1.44	1.08	0	0	0	0
Mısır yağı	1 lt pet	0.024	0.033	0.08	0.06	0	0	0	0
	2 lt pet	0.048	0.066	0.16	0.12	0.086	0.066	0.054	0.066
	5 lt teneke	0.12	0.165	0.4	0.3	0.215	0.165	0.135	0.165
	10 lt teneke	0.24	0.33	0.8	0.6	0	0	0	0
	18 lt teneke	0.432	0.594	1.44	1.08	0	0	0	0
Soya yağı	1 lt pet	0.024	0.033	0.08	0.06	0	0	0	0
	2 lt pet	0.048	0.066	0.16	0.12	0.086	0.066	0.054	0.066
	5 lt teneke	0.12	0.165	0.4	0.3	0.215	0.165	0.135	0.165
	10 lt teneke	0	0	0	0	0	0	0	0
	18 lt teneke	0	0	0	0	0	0	0	0
Zeytin yağı	1 lt pet	0.024	0.033	0.08	0.06	0.043	0.033	0.027	0.033
	2 lt pet	0.048	0.066	0.16	0.12	0.086	0.066	0.054	0.066
	5 lt teneke	0.12	0.165	0.4	0.3	0	0	0	0
	10 lt teneke	0	0	0	0	0	0	0	0
	18 lt teneke	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.3 Ham yağ tedarikçisinden ham yağ silolarına litre başı taşıma maliyeti (TL) ve her bir silonun kapasitesi (lt)

	Silo 1	Silo 2	Silo 3	Silo 4	Silo 5	Silo 6	Silo 7	Silo 8	Silo 9	Silo 10	Silo 11	Silo 12
Ham yağ tedarikçisi	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Kapasite	150000	150000	150000	150000	675000	675000	675000	675000	300000	300000	300000	300000

Tablo 4.4 Zeytinyağ tedarikçisinden zeytinyağ silolarına litre başı taşıma maliyeti (TL) ve her bir silonun kapasitesi (lt)

	Silo 1	Silo 2	Silo 3	Silo 4	Silo 5	Silo 6
Zeytinyağ tedarikçisi	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Kapasite	9000	9000	9000	9000	9000	9000

Tablo 4.5 Her bir ambalaj için teneke hatlarının aylık kapasitesi (adet)

	Ayçiçek Yağı			Mısır Yağı			Soya Yağı			Zeytin Yağı		
	5 lt	10 lt	18 lt	5 lt	10 lt	18 lt	5 lt	10 lt	18 lt	5 lt	10 lt	18 lt
Teneke Hattı 1	400000	135000	90000	400000	135000	90000	400000	135000	90000	400000	135000	90000
Teneke Hattı 2	121500	90000	58500	121500	90000	58500	121500	90000	58500	121500	90000	58500

Tablo 4.6 Her bir ambalaj için pet hatlarının aylık kapasitesi (adet)

	Ayçiçek Yağı		Mısır Yağı		Soya Yağı		Zeytin Yağı	
	1 lt	2 lt	1 lt	2 lt	1 lt	2 lt	1 lt	2 lt
Pet Hattı 1	540000	360000	540000	360000	540000	360000	540000	360000
Pet Hattı 2	540000	360000	540000	360000	540000	360000	540000	360000

LINDO paket programı ile elde edilen, çözümlere ilişkin sonuçlar aşağıda gösterilmiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7 LINDO paket programı ile elde edilen sonuçlar

Değişken	Değer	Değişken	Değer	Değişken	Değer	Değişken	Değer
X_{2}	150000	$V_{1,2}$	5226	$H_{2,2,1,1}$	4050	$G_{1,6,4,1}$	1268
X_{3}	150000	$V_{2,2}$	9000	$H_{2,2,1,2}$	5	$G_{1,6,4,2}$	6030
X_{4}	150000	$V_{3,2}$	9000	$H_{2,2,2,2}$	6	$G_{1,7,2,2}$	43
X_{5}	220145	$V_{4,2}$	3642	$H_{2,2,2,3}$	43	$G_{1,7,3,2}$	4100
X_{7}	675000	$V_{5,1}$	8370	$H_{2,2,4,1}$	42	$G_{1,7,4,1}$	1768
X_{8}	675000	$A_{5,2}$	630	$H_{2,3,1,3}$	4234	$G_{1,8,3,2}$	4148
X_{9}	200000	$A_{6,1}$	535	$H_{2,3,2,2}$	87	$G_{1,8,4,2}$	6
X_{10}	300000	O_{1}	9000	$H_{2,3,2,3}$	89	$G_{2,1,1,1}$	776
X_{12}	300000	O_{2}	9000	$H_{2,3,3,1}$	49	$G_{2,1,1,2}$	7102
$Y_{2,2}$	150000	O_{3}	9000	$H_{2,4,1,3}$	710	$G_{2,1,2,2}$	1348
$Y_{3,1}$	150000	O_{4}	3642	$H_{2,4,2,2}$	109	$G_{2,1,3,1}$	79
$Y_{4,1}$	150000	O_{5}	9000	$H_{2,4,2,3}$	195	$G_{2,1,4,1}$	26852
$Y_{5,2}$	220145	O_{6}	535	$H_{2,5,2,1}$	53540	$G_{2,2,1,1}$	776
$Y_{7,2}$	675000	$H_{1,1,1,1}$	5312	$H_{2,5,3,1}$	104560	$G_{2,2,1,2}$	836
$Y_{8,2}$	675000	$H_{1,1,2,1}$	12512	$H_{2,6,1,1}$	8091	$G_{2,2,2,2}$	29
$Y_{9,1}$	200000	$H_{1,1,2,2}$	975	$H_{2,6,2,1}$	23034	$G_{2,2,3,1}$	13
$Y_{10,2}$	300000	$H_{1,2,1,3}$	15257	$H_{2,6,3,1}$	6896	$G_{2,3,1,1}$	209
$Y_{12,2}$	300000	$H_{1,2,2,1}$	47	$H_{2,7,1,1}$	55677	$G_{2,3,1,2}$	108
$Z_{1,3}$	238396	$H_{1,3,1,1}$	1360	$H_{2,7,3,1}$	4230	$G_{2,3,2,1}$	20
$Z_{1,4}$	171306	$H_{1,3,1,2}$	975	$H_{2,8,3,1}$	3124	$G_{2,3,2,2}$	24
$Z_{2,1}$	600000	$H_{1,3,2,1}$	168	$H_{2,7,1,2}$	52753	$G_{2,3,4,2}$	6
$Z_{2,2}$	135340	$H_{1,3,4,1}$	25	$H_{2,7,1,3}$	16382	$G_{2,4,1,2}$	650
$Z_{2,3}$	361604	$H_{1,4,1,1}$	694	$H_{2,8,2,2}$	38085	$G_{2,4,2,2}$	166
$W_{1,1}$	9983	$H_{1,4,1,2}$	650	$H_{2,8,2,3}$	20878	$G_{2,4,4,2}$	44
$W_{2,4}$	600000	$H_{1,4,2,1}$	73	$H_{2,6,3,2}$	60750	$G_{2,5,1,1}$	70860
$Q_{1,1}$	75315	$H_{1,4,3,1}$	33	$H_{2,8,3,3}$	33750	$G_{2,5,1,2}$	53379
$Q_{2,2}$	600000	$H_{1,4,4,1}$	82	$H_{2,6,4,2}$	63	$G_{2,5,2,2}$	24835
$N_{1,2}$	600000	$H_{1,5,1,1}$	143318	$H_{2,8,4,3}$	35	$G_{2,5,4,2}$	10230
$N_{3,1}$	582144	$H_{1,7,2,1}$	19292	$G_{1,1,3,2}$	154	$G_{2,6,1,2}$	5589
$N_{3,2}$	7500	$H_{1,8,1,1}$	6	$G_{1,1,4,1}$	1686	$G_{2,6,2,2}$	3440
$N_{4,1}$	171306	$H_{1,8,1,2}$	73720	$G_{1,1,4,2}$	19	$G_{2,1,2,1}$	950
$L_{2,2}$	135340	$H_{1,8,1,3}$	26601	$G_{1,2,2,1}$	36	$G_{2,7,3,2}$	52
$L_{3,1}$	10356	$H_{1,8,2,2}$	15077	$G_{1,2,3,2}$	27	$G_{2,7,4,2}$	3154
$F_{1,2}$	9897	$H_{1,6,2,3}$	8918	$G_{1,2,4,2}$	17	$G_{2,8,1,1}$	4
$F_{4,1}$	160525	$H_{1,1,3,2}$	1096	$G_{1,3,3,1}$	9	$G_{2,8,1,2}$	6
$F_{4,2}$	372973	$H_{1,1,3,3}$	610	$G_{1,3,3,2}$	16	$G_{2,8,2,2}$	12
$S_{1,1}$	86	$H_{1,8,4,2}$	53	$G_{1,3,4,1}$	3	$G_{2,8,4,1}$	5
$S_{4,2}$	66502	$H_{1,1,4,3}$	30	$G_{1,4,1,1}$	175	$G_{1,8,3,1}$	56738
P_{1}	5000	$H_{1,8,2,1}$	13	$G_{1,4,2,1}$	50	$G_{2,7,1,1}$	62715
P_{2}	23201	$H_{1,8,3,1}$	2160	$G_{1,4,3,2}$	22	$G_{2,8,2,1}$	65532
$K_{1,2}$	18568	$H_{2,1,1,1}$	53682	$G_{1,4,4,1}$	11	$G_{2,2,4,1}$	11
$K_{2,1}$	10965	$H_{2,1,1,2}$	7992	$G_{1,5,3,2}$	19396	$G_{2,4,3,1}$	11
$K_{2,2}$	588932	$H_{2,1,1,3}$	13134	$G_{1,5,4,1}$	7408	$G_{2,7,2,2}$	3397
$M_{1,1}$	56747	$H_{2,1,2,3}$	65	$G_{1,6,1,1}$	10181		

$\mathbf{M_{2,2}}$	103	$\mathbf{H_{2,1,3,1}}$	2560	$\mathbf{G_{1,6,1,2}}$	5178		
$\mathbf{V_{1,1}}$	3774	$\mathbf{H_{2,1,4,1}}$	84	$\mathbf{G_{1,6,3,2}}$	510	**Amaç**	1573480TL

Tüm talebleri dengelemek için ham yağ tedarikçisinden toplam 2820145 lt ham yağ (zeytinyağı hariç) tedarik edilmiştir. Tedarik edilen ham yağın 2320145 lt si ikinci rafineriye, kalanı (500000 lt) birinci rafineriye gönderilmiştir. Rafinerideki kimyasal süreçleriden sonra 1506646 lt ayçiçek yağı, 609983 lt mısır yağı, 675315 lt soya yağı üreetilmiştir ve her bir yağ kendi rafine yağ silosuna transfer edilmiştir. Toplamda 28201 lt endüstriyel atık olmak üzere; birinci rafineneri tesisinden 5000 lt, ikinci rafineriden 23201 lt endüstriyel atık geri dönüşüme gönderilmiştir. Toplam 1506646 lt ayçiçek yağının 1360950 lt'si teneke dolum hattına, kalan 145696 lt'si ise pet dolum hattına doldurulmak üzere gönderilmiştir. Toplam 609983 lt mısır yağının 543395 lt 'si teneke dolum hattına, kalan 66588 lt'si pet dolum hattına gönderilmiştir. Toplam 675315 lt soya yağının 618465 lt'si teneke dolum hattına, kalan 56850 lt'si ise pet dolum hattına gönderilmiştir. Zeytinyağı talepleri için; 40177 lt zeytinyağı tedarikçiden temin edilmiş ve zeytinyağı silolarına boşaltımı yapılmıştır. Bunun 39012 lt si pet dolum hattına, kalan kısmı ise teneke dolum hattına gönderilmiştir. Birinci teneke hattında doldurulan; 185095 adet 5 lt teneke, ,92546 adet 10 lt teneke ve 51416 adet 18 lt teneke her bir depoya taşınmıştır.

Pet hatlarında doldurulan 308146 adet 1 lt pet ve 154073 adet 2 lt petin dağıtımı depolara yapılmıştır. Toplam 127035 adet 5-10-18 ltlik teneke yağ ile özel markalar depolarının taleplerini karşılanmıştır. 1 lt ve 2 lt 419984 adet pet ambalaj firmanın kendi deposuna taşınmıştır.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada; tedarik zinciri yönetiminde dağıtım ağlarının tasarım ve optimizasyonuna ilişkin yeni bir karma tamsayılı bir doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir ve bir gıda firması üzerinde geliştirilen model uygulanmıştır. Bu bölümde ise geliştirilen üç senaryo sunulacak, bazı model parametrelerinin duyarlılık analizi yapılacak ve yorumlanacaktır.

5.1. Senaryo Analizi

Sonuçlar incelendiğinde, silolar ya da rafineriler için bazı kapasite kısıtları ve depoların taleplerinin değişkenliğinin modeli direkt olarak etkilediği görülür. Amaç fonksiyonunun bazı parçalarını çıkararak veya silolar ve rafinerilerin kapasite sınırlamalarını değiştirerek, model değişkenleri içinde ilişkileri ve trade off ları incelemek için farklı senaryolar modele uygulanabilir. Bu yüzden, herhangi bir çözüm senaryosu olmadan ve gelişmiş üç senaryo sonuçlarının, bu kısımda kıyaslandığı modelin çözümü bu bölümde verilmiştir. Senaryolar aşağıda listelenmiştir.

Senaryo 1: Ham yağ silolarının kapasitesini artırma.
Senaryo 2: Rafinerilerin kapasitelerini artırma.
Senaryo 3: Depoların talep miktarını azaltma.

Senaryo 1, istenildiği zaman uygulanabilecek, gerçekçi bir durumdur, amaç fonksiyonunda ve ham yağ silolarından rafinerilere taşınan yağın toplam miktarında herhangi bir değişiklik yaratmaz. Bu senaryo, sadece her bir silo ve rafineriler arasında yağın nakil miktarının değişikliğini gösterir. Bu sonucun iki önemli nedeni vardır. Birinci neden; fabrika alanında bütün taşımalar çelik borular vasıtasıyla yapılır ve taşıma maliyeti dikkate alınmamıştır, bu yüzden senaryo 1 toplam maliyeti etkilemez. İkinci neden ise, ham yağ silolarından rafinerilere taşınan yağın toplamı, örnek olay

incelemesinde talepler aynı olacaktır. Senaryo 1, herbir ham yağ silosundaki yağın nakil miktarının değişikliğini gösterir, bu yüzden karar verici olası kapasite değişimine karşı üretim planını planlayabilir. Toplam talep ve rafinasyon kapasitesi aynı kaldıkça rafinasyon miktarı değişmeyecektir. Rafinasyon miktarının değişmediği sürede, ham yağ silolarının kapasitesini artırmak süreçler arası taşınan yağın maliyetini değiştirmez. Şayet talep veya rafinasyon kapasitesinde bir değişiklik olursa karar verici senaryo 1 den faydalanarak ham yağ silolarının kapasitelerinin yeterliliğini ve üretim planını bu çerçevede değerlendirmelidir.

Senaryo 2, Rafinerilerin kapasitelerindeki artırmanın, rafineri ve rafine yağ silolarının arasında taşınan miktarda bir değişiklik yarattığını gösterir. Bu; karar vericinin her bir rafinerinin değişen kapasitelerine göre hangi hatta ne kadar ayçiçeği, soya ve mısır yağı taşındığının görülmesine yardım eder.

Daha evvel zikredildiği gibi modelde bütün taşıma maliyetleri minimize edilmeye çalışıldı, bu yüzden eğer karar verici minumum maliyet planına karar verirse, depoların toplam talebinin belirli bir yüzdesi Senaryo 3'te düşürülmüştür.

Senaryo 3, herbir taşıma maliyeti (ham yağ tedarikçisinden ham yağ silolarına, zeytinyağı tedarikçisinden zeytinyağı silolarına, dolum hatlarından depolara) üzerinde depoların talep miktarındaki azalışın etkilerini gösterir.

5.2. Duyarlılık Analizi

Senaryo analiz kısmında, modelin sayısal sonuçları, çeşitli senaryolar için analiz edilmiştir. Bu bölümde ise modelin, bazı kapasite ve maliyet parametreleri için duyarlılığı gösterilmiştir.

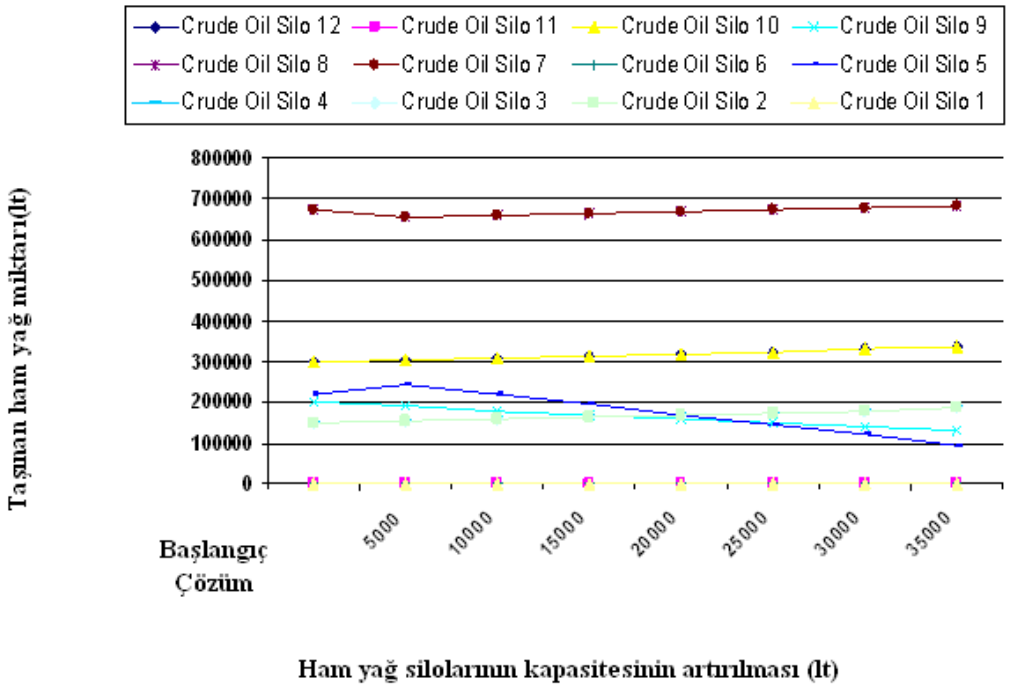
İlk olarak, analiz, ham yağ silolarının kapasite kısıtını gevşetmesiyle, bu parametre için modelin hassasiyetini göstermek için yapılır. Kapasiteleri 150000, 150000, 150000, 150000, 675000, 675000, 675000, 675000, 300000, 300000, 300000 ve 300000 lt/ay olan ham yağ siloları, sırasıyla, model uygulamasın da 5000 lt nin katlarında 7 kere artırılmıştır.

Tablo 5.1 Ham yağ silolarından rafinerilere taşınan miktarın senaryo 1'e göre değişimi

Siloların kapasite miktarlarındaki artış (lt)								
Ham yağ Silo No	**Başlangıç Çözüm**	**5000lt**	**10000lt**	**15000lt**	**20000lt**	**25000lt**	**30000lt**	**35000lt**
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	150000	155000	160000	165000	170000	175000	180000	185000
3	150000	155000	160000	165000	170000	175000	180000	185000
4	150000	155000	160000	165000	170000	175000	180000	185000
5	220145	245145	220145	195145	170000	145145	120145	95145
6	0	0	0	0	0	0	0	0
7	675000	655000	660000	665000	670000	675000	680000	685000
8	675000	655000	660000	665000	670000	675000	680000	685000
9	200000	190000	180000	170000	160000	150000	140000	130000
10	300000	305000	310000	315000	320000	325000	330000	335000
11	0	0	0	0	0	0	0	0
12	300000	305000	310000	315000	320000	325000	330000	335000

Tablo 5.1 ve Şekil 5.1, ham yağ silolarından rafinerilere taşınan ham yağın değişimini gösterir. Taşıma maliyetleri tüm basamaklarda ham yağ silolarının kapasitesinin artışından etkilenmez. Silo kapasitelerinin artışıyla, birinci, altıncı ve onbirinci silolardaki taşınan miktar diğer silolardan karşılanabileceğinden herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. İlaveten ham yağ silo kapasitelerinin artmasıyla 2,3,4,7,8,10,12 nolu silolarda taşınan ham yağ miktarı sistematik olarak artarken, 5 ve 9 nolu silolardan karşılanan miktar azalmıştır.

Senaryo 1 de; ham yağ silo kapasitesindeki artışın taşıma maliyeti ve toplam maliyeti etkilemeyeceği görülmüştür. Bu analiz karar vericiye; talep kapasitesindeki herhangi bir değişiklik (artış veya azalış olabilir) rafinasyon kapasitelerini ve silo kapasitelerini hangi oranda değiştirebilir sorusunun yanıtına yardımcı olur.



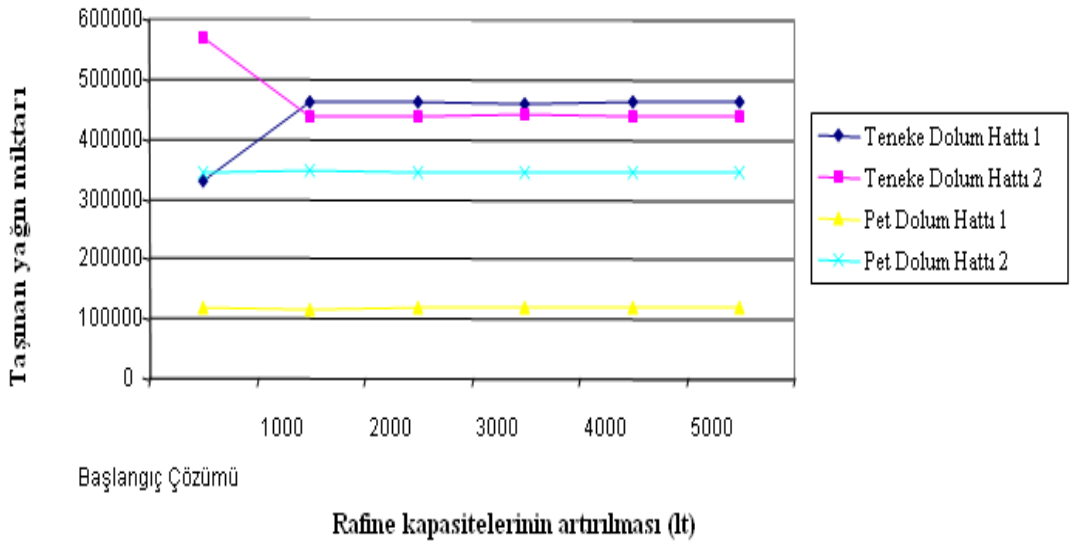
Şekil 5.1 Taşınan ham yağ miktarlarının (Ham yağ silolarından rafinerilere) silo kapasite değişimlerine yanıtı

İkinci olarak, analiz, bu parametre için modelin hassasiyetini göstermek için rafinerilerin kapasite kısıtını gevşeterek harekete geçirildi. Aylık kapasiteleri 500000 lt/ay ve 3000000 lt/ay olan rafineriler modelin uygulamasında sırasıyla 1000 lt'şer olarak 5 kere artırıldı.

Tablo 5.2 Rafine yağ silolarından dolum hatlarına taşınan miktarın senaryo 2'ye göre değişimi

Rafinerilerin kapasitelerinin artırılması(lt)						
Dolum Hatları (lt)	**Başlangıç Çözüm**	**1000lt**	**2000lt**	**3000lt**	**4000lt**	**5000lt**
Teneke Dolum Hattı 1	329057	462360	460582	456248	460299	460305
Teneke Dolum Hattı 2	568984	435750	437528	441862	437811	437805
Pet Dolum Hattı 1	118999	114390	118999	118999	118999	118999
Pet Dolum Hattı 2	343211	346610	343211	343211	343211	343211

Tablo 5.2 ve Şekil 5.2 rafinerilerden teneke ve pet dolum hatlarına taşınan rafine yağ miktarlarının değişimini gösterir. Taşıma maliyetleri, tüm basamaklarda rafineri kapasitelerinin artışından etkilenmez. Rafineri kapasitelerinin artışıyla pet dolum hatlarında dikkate değer bir değişiklik olmazken, teneke dolum hatlarında önemli değişiklik olmuştur. Birinci adımda birinci teneke hattına taşınan yağın miktarı artarken, ikinci hattaki miktar azalmaktadır. Senaryo 2, talep fonksiyonun sabit kaldığı koşullarda süreçler arası yağın taşıma maliyetlerini etkilemez. Rafine kapasitelerinin artışı ile rafine-dolum arası beklemenin olmadığı durumda karar verici, kapasite artış oranına bakarak mevcut teneke ve pet dolum hatlarının doluluk oranlarının değerlendirilmesine yardımcı olur. Artış oranına bakarak teneke veya pet dolum hatlarının kapasite yeterliliğini değerlendirip ; "Yeni bir teneke veya pet dolum hattına ihtiyaç var mı"sorusunun yanıtını arayabilir. Ya da eğer kapasitede boşluk varsa, ileriye dönük nekadar daha sipariş alınabilir sorusuna yanıt arar. İlaveten Senaryo 2; durumu tersten değerlendirip, artan talebe göre alınması gereken ilave teneke veya pet hatlarının kapasitelerini, "Rafinasyon kapasiteleinin yeterli mi, yetersiz ise rafinasyon kapasiteleri ne olmalı" gibi soruların cevabına ışık tutar.



Şekil 5.2 Taşınan rafine yağ miktarlarının (rafinerilerden dolum hatlarına) rafinerilerin kapasite değişimlerine yanıtı

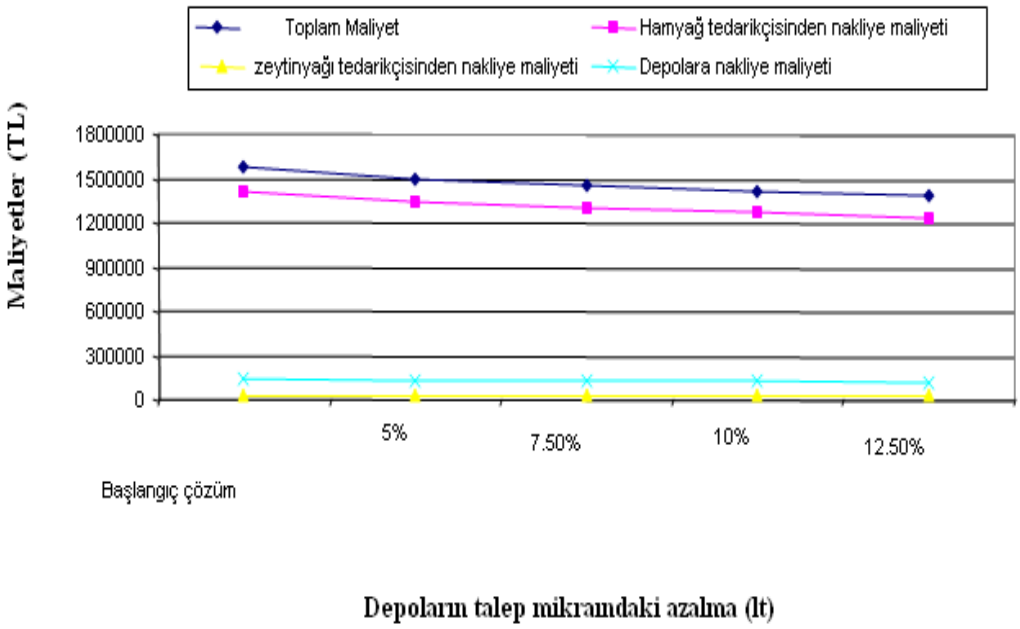
Üçüncü olarak, analiz, bu parametrede modelin hassasiyetini göstermek için depoların talep kısıtını azaltarak harekete geçirildi. Bu senaryoda, tüm maliyetler üzerinde depoların farklı taleplerden etkilerini (Toplam maliyetler, ham yağ tedarikçisinden ve zeytinyağ tedarikçisinden depolara nakliye maliyetleri) göstermek denenmiştir. Bütün depolarının talepleri, 4 aşamada 2,5% oranında azaltılmıştır.

Tablo 5.3 Farklı maliyetlerin senaryo 3'e göre değişimi

Depoların talep miktarlarının azaltılması(lt)					
Maliyet (TL)	**Başlangıç Çözüm**	**%5**	**%7,5**	**%10**	**%12,5**
Toplam Maliyetler	1573480	1494766	1455432	1416096	1376737
Ham yağ tedarikçisinden nakliye maliyetleri	1410073	1339544	1304285	1269039	1233781
Zeytinyağ tedarikçisinden nakliye maliyetleri	28123	26707	26000	25307	24593
Depolara nakliye maliyetleri	135284	128513	125146	121749	118363

Tablo 5.3 ve Şekil 5.3 amaç değerlerinin ve aynı zamanda her nakliye maliyetinin değişimini gösterir. Taşima maliyetleri (hamyağ ve zeytinyağı tedarikçisinden depolara) tüm basamaklarda depo taleplerinin azalışından etkilenir. Depoların talep miktarlarının azalmasıyla, özellikle toplam maliyet tüm basamaklarda düşmüştür. Zeytinyağı talebinin az olmasından dolayı en düşük etki zeytinyağı tedarikçisinden nakliye maliyetlerinde gerçekleşir. Tablo 5.3'te görüldüğü gibi toplam maliyetin çok büyük bir kısmı ham yağ tedarikçisinden kaynaklanmaktadır. Eğer karar verici aynı talepler altında toplam maliyeti minimize etmek isterse, maliyet rekabeti için farklı hamyağ tedarikçileriyle çalışmak zorundadır. Senaryo 3'te karar verici toplam maliyetlerdeki artış /azalış gözlemlendiğinden talep miktarındaki olası bir değişim(artış veya azalış) bütçesini değerlendirme imkânını sunar. Mevcut finans durumuna göre; "Maliyet kaynaklarından olan ham yağ tedarikçilerinin mi veya depo yerlerinin mi değiştirilmesi etkin olur" gibi durum analizleri yapmasına fırsat tanır. Tabloda, maliyetlerdeki artış veya azalış görüldüğünden; mevcut finansal durumu neye imkân verir, maliyet durumuna göre ne kadar sipariş göz ardı edilmeli gibi sorularının cevabı bulunabilir.

İlaveten, özel marka depoları veya firma marka depolarına nakliye maliyetlerinin toplam maliyet içindeki yerine göre değerlendirilip depo yerlerinin iptal veya devam edilmesi noktasında karar vericiye yardımcı olur. Ayrıca toplam maliyet içinde küçük payı olan tedarikçileri değiştirmek gibi ürün standartlarını bile etkileyebilecek bir takım yanlış kararların alınmasının da önüne geçer.



Şekil 5.3 Herbir nakliye maliyetlerine ve toplam maliyete depoların talep değişimlerinin yanıtı

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzün rekabetçi iş dünyasında, değişimi öğrenmek, planlamak ve uygulamak bir işletmenin uzun dönemde yaşamını sürdürmesi ve başarısı için en önemli öncelik olarak görülmektedir. Bugünün iş dünyasının karşılaştığı rekabet türü ve boyutları son derece karmaşık olup, hızlı bir şekilde değişmektedir. Bununla birlikte, değişim süreci, makro ve mikro çerçevede önemli etkiler oluşturmakta, işletmelerin yapılarını ve ilişki biçimlerini yeniden tanımlamaktadır. Bu bağlamda, tedarik zinciri yönetiminde bilişim teknolojilerinin işletmelerin bütün faaliyetlerinde yoğun bir şekilde kullanılmaya başlamasıyla birlikte işletmeler, teknolojiyi etkin bir şekilde kullanabilmek için yeniden yapılanmak durumunda kalmışlardır.

Tüm bunlara binayen bir şirketin kendisini bu rekabet güçlerine karşı en iyi şekilde savunabileceği veya bu güçleri kendi yararına olacak şekilde etkileyebileceği bir konum bulması için tedarik zinciri yapısını en etkin bir şekilde ve minumum maliyetde tasarlamak zorundadırlar. Bundan dolayı işletmeler tedarikçi sayılarını azaltmakta ve müşterinin "kral" olduğu bu dünyada, müşterileri tatmin eden yetenekleri olan, hizmetlerine değer katan, yenilikçi, tedarikçilerle sürekli ve uzun ilişkiler kurmaya yönelmektedirler.

Tedarik zincirinin başarısı, zincir üyeleri arasında doğru bilginin hızlı bir biçimde gerekli yere ucuz iletilmesi, kaynakların etkin olarak kullanılması ve zincirin halkalarını oluşturan tüm işletmelerin iyi bir maliyet analizi ile etkin bir maliyet yönetimi gerçekleştirmeleriyle yakından ilgilidir.

Bu çalışmada öncelikle, tedarik zinciri modellemesi konusunda yapılan çalışmalar bir sistematik sunulmuş ve gelecekte yapılacak araştırmalar için bir perspektif çizilmeye çalışılmıştır.

Üçüncü bölümde araştırma amacı, yöntemi ve geliştirilen model, notasyonları, kısıtları ve amaç fonksiyonu ile beraber açıklanmış, reel verilere dayalı sayısal bir uygulamayla, profesyonel bir paket programında test edilmiştir. İlaveten, tedarik zinciri yönetimi konusunda kavramsal bir çerçeve oluşturabilmek amacıyla, üçüncü bölümde;

tedarik zinciri yönetiminin tanımı ve performansı, tedarik zinciri yönetiminde etkili olan yaklaşımlar, etkin bir tedarik zinciri yönetiminin işletmelere sağladığı faydalar incelenmiştir. Tedarik zinciri modelleme, tedarik zinciri problemleri, tedarik zinciri kısıtları, tedarik zinciri ağ tasarımı, tedarik zinciri etkinliklerinin iyileştirilmesi ve bütünleşmiş üretim- dağıtım sistemleri ele alınmıştır.

Bu çalışmada tedarik zinciri yönetiminde bir dağıtım ağı tasarımı ve optimizasyonu problemi için yeni bir doğrusal model geliştirilmiştir ve geliştirilen bu model Konya da bulunan bir yağ firmasının, üretim/dağıtım ağı problemi üzerine uygulanmıştır.

ABC yağ firması, hem kendi markasından ürünlerin hem de marketlere verdiği özel marka ürünlerin, çeşitli yağlar için (ayçiçek yağı, mısır yağı, soya yağı vs.), ambalaj tipleri için (teneke, pet vs.) ve çeşitli ambalaj boyutları için (1-2-5-10-18 lt) üretimini ve satışını yapmaktadır. Tedarik zinciri tasarımının karar süreci, tedarikçi-fabrika-depolar arası taşıma maliyetlerini göz önünde tutularak son müşterinin (firma depoları ve özel marka depoları) memnuniyetsizliğinin minimize edilmesi amacıyla modellenmiştir. Kapasite kısıtları gözönünde bulundurularak tedarikçiden temin edilen ham yağ miktarı ile depoların talebi arasında denge ve ilaveten modelde tedarik zinciri ağ tasarımı faktörleri olan silolar, rafineriler, dolum hatlarını göz önünde tutarak, tedarikçiler ve depolar arasındaki dengeyi sağlamaya çalışılmıştır.

Uygulama bölümü, önerilen modelin geçerliliğinin denetlenmesi adına ABC firmasından alınan reel veriler yardımıyla denenmiştir. Geliştirilen modelde her bir deponun aylık talepleri, taşıma maliyetleri, kapasite kısıtlarının altında şirketin dağıtım/üretim ağını tasarlamak için kullanılmıştır.

Doğrusal programlama modeli LINDO paket programı ile çözülmüştür ve sonuçlar tartışılmıştır. Model sonuçları farklı senaryolar için kıyaslanmıştır. Sonra model sonuçlarının duyarlılığını, farklı parametre değerlerini ölçmek için duyarlılık analizi uygulanmıştır.

Duyarlılık analizi kısmında senaryolardan yola çıkarak karar verici farklı parametreler altında, talep değişikliklerini de göz önüne alarak geleceğe yönelik üretim palanını nasıl yönlendirmeli, mevcut hat kapasiteleri ve rafinasyon kapasiteleri nelere

imkân tanır, depo yerlerinin, tedarikçilerin değişimi maliyette beklenen etkiyi yaratır mı gibi soruların yanıtını gözlemler.

Senaryo 1 de, ilk olarak; ham yağ silo kapasiteleri sırasıyla, model uygulamasın da 5000 lt nin katlarında 7 kere artırılmıştır ve bu artımın taşıma maliyetlerini etkilemediği görülmüştür. Ham yağ silo kapasitelerinin artışı bazı silolarda taşınan yağ miktarında değişiklik olmayıp, bazı silo kapasitelerinin arttığı bazılarının azaldığı gözlemlenmiştir. Bu analiz karar vericiye; talep kapasitesindeki olası bir değişimde, ileriye dönük üretim planında rafinasyon kapasitelerini ve silo kapasitelerini hangi oranda değiştirebilirim gibi soruların yanıtının bulmasına yardımcı olur.

Senaryo 2 deki rafine kapasitelerinin artırımı ise, taşıma maliyetlerini etkilememekle birlikte, pet hatlarında kayda değer bir değişme olmazken, teneke hatlarında önemli değişiklik gözlenmiştir. 1.hatta taşınan yağın miktarı artarken, 2. hatta azalmıştır. Bu analizi kullanarak karar verici; talepte meydana gelecek olası bir değişiklik, dolumda ki her bir hattı, ürün çeşitine göre hangi oranda etkileyecek, mevcut kapasite yeterli mi, geleceğe yönelik üretim planı daha kaç ton doluma izin verir, rafinasyon kapasiteleri talebe ve dolum hatları kapasitelerine oranla ne olmalı? vb. planlamaya yönelik çok önemli soruların cevabını bulur.

Senaryo 3 de son olarak depo talepleri 4 aşamada 2,5% oranında azaltılarak gözlenmiştir ki; toplam maliyet tüm basamaklarda düşmüştür. Toplam maliyetin çok büyük bir kısmı ham yağ tedarikçisinden kaynaklandığı için eğer karar verici aynı talepler altında toplam maliyeti minimize etmek isterse, maliyet rekabeti için farklı hamyağ tedarikçileriyle çalışmak zorundadır. İlaveten sonuçları değerlendirerek diğer tedarikçilerden vazgeçip vazgeçmeyeceği noktasında karara varabilir. Bu analiz toplam maliyetler içinde diğer maliyet kalemlerinin payını verdiğinden, karar verici duyarlılık analizinde yapacağı değişiklikle finansal yapısı sınırlarında tedarik etmesi gereken hammadde miktarını, ilave veya iptal edilmesi gereken sipariş miktarlarını izleyebilir. Toplam maliyet içinde nakliye maliyetlerini de gözlemleyerek, ilave/iptal depo yeri seçimi yapabilir.

Gelecek araştırmalar için önerilen model bulanık mantıkla ve periyotlar katılarak geliştirebilir, gerçek hayattaki belirsizleri de içerecek şekilde stokastik bir yapıda model tekrar kurulabilir.

Sonuç olarak, tedarik zinciri optimizasyon problemleri aslında planlama ufuklarında çakışan çeşitli seviyelere sahip olan bir zamanlama sürecidir. Tüm bu seviyeler eşzamanlı bir şekilde bulundurulmalı ve yukarı veya aşağı yöndeki bilgiler arasında hareket ederek problemlerin tümü çözülmelidir. Bunların gerçekleşmesi için firmaların, tedarikçilerinden müşterilerine kadar, tedarik zincirinin bütününde haberleşme ve bilgi paylaşımını artırması, zincirde bulunan tüm partnerlerin maliyetlerini azaltma ve kârlılığını artırma yollarını araştırmaları, ürünlerine ve iş süreçlerine daha fazla değer katarak, rekabeti artırma yollarını araştırmaları gerekmektedir.

Özetle tedarik zincirin etkinliği, elde edilen bilginin ve uygulanacak planların tedarikçiler ve müşterilerle entegre bir biçimde hızlı olarak paylaşılması, iyi bir üretim ve dağıtım planlama stratejisi ile maliyetlerin sürekli analizi ve değerlendirilmesi, teknolojinin yakın takibi ve sisteme entegrasyonu, yeniliklere açık olma ve yenilikleri uygulama kapasitesi ile sağlanacaktır.

7. KAYNAKLAR

Altıparmak, F., Gen, M., Lin, L. and Paksoy, T., 2006, A genetic algorithm approach for multi-objective optimization of supply chain Networks. Computers and Industrial Engineering, 51, pp. 197-216.

Altıparmak, F., Gen, M., Karaoglan, İ., 2007, A steady-state genetic algorithm for multi-product supply chain network design. Computers & Industrial Engineering, 56, pp. 521-537.

Anderson D.L, Britt F.E, Favre D.J., 1997, The seven principles of supply chain management, Supply Chain Management Review, 1(1), pp. 31-41.

Arntzen, B. C., Brown, G. G., Harrison, T. P., Trafton, L. L., 1995, Global supply chain management at digital equipment corporation. Interfaces, 25, 69-93.

Ayanoğlu, M., Gökçe, M., 2007, Sistem düşüncesinden sistem dinamiklerine. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, Sayı(3), pp. 29-41.

Aydın A.O., 2003. Kurumsal kaynak planlama yazılımlarının kalite özgüllüklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Barbarsoğlu, G., Özgür, D., 1999, Hierarchical design of an integrated production and 2-echelon distribution system. European Journal of Operational Research, 118, pp. 464–484.

Beamon B.M., 1998, Supply chain design and analysis: models and methods. International Journal of Production Economics, Vol. 55:3, pp. 281-294.

Beşkese, A., 2004 Lojistik bilgi sistemleri, lojistik ve tedarik zinciri yöneticiliği sertifika programı, İTÜ İşletme Fakültesi Sürekli Eğitim Merkezi, İstanbul.

Bidhandi H.M. , Yusuff R.M., Ahmad M.M.H., Abu Bakar M.R., 2009, Development of a new approach for deterministic supply chain network design, European Journal of Operational Research , 198, pp. 121–128.

Brown, G.G. , Graves, G.W., Honczarenko, M.D., 1987, Design and operation of a multicommodity production/distribution system using primal goal decomposition. Manag Sci, 33, pp. 1469–1480.

Bolduc M.C., Renaud J., Montreui B.P., 2006, Synchronized routing of seasonal products through a production/distribution network, Cejor, 14, pp. 209-228.

Camm, J.D., Chorman, T.E., Dull, F.A., Evans, J.R., Sweeney, D.J., Wegryn G.W., 1997, Blending OR/MS, judgement and GIS:Restructuring P&G's supply chain. İnterfaces, 27(1), pp. 128-142.

Çevik, A., Büyüközkan, G.,. Öztürk, Ö.C., 2004, Tedarik zinciri entegrasyonu. XXIV Uls. Kong., YA/EM (Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği), Gaziantep – Adana ,15-18 Haziran.

Chen, Z., Lee., 2004, Integrated production and distribution operations: taxonomy, models and review. Handbook of Quantitative Supply Chain Analysis: Modeling in the E-Busines Era, Kluwer Academic Publishers, New Jersey, Chapter 17, pp. 412-444.

Christy, D.P., Grout, J.R., 1994, Safeguarding supply chain relationships. International Journal of Production Economics, 36, pp. 233-242.

Cohen, M. A., Lee, H. L., 1988, Strategic analysis of integrated production-distribution systems: Models and methods. Operations Research, Vol 36(2), pp. 216-228.

Cohen, M. A., Lee, H. L., 1989, Resource deployment analysis of global manufacturing and distribution Networks. Journal of Manufacturing and Operations Management, 2, pp. 81-104.

Cohen, M.A, Moon, S., 1990, Impact of production scale economies, manufacturing complexity and transportation costs on suppluy chain facility Networks. Journal of manufacturing and operations Management, 3, pp. 269-292.

Cohen, M.A., Moon, S., 1991, An integrated plant loading model with economics of scale and scope. European Journal of Operational Research, Vol 50 (3), pp. 266–279.

Demirdöğen, O., Küçük, O., 2007. Malzeme akışının etkinliğinde tedarik zinciri yönetiminin önemi. 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi, İnönü Üniversitesi, Malatya, Mayıs 24-25.

Doğan, K.,Goetschalckx M., 1999, A primal decomposition method for the integrated design of multi-period production-distribution systems. School of Industrial and Systems Engineering, 31: 1027-1036.

Doğan, M. 2002. İşletme ekonomisi ve yönetimi, 2. Baskı. Anadolu Matbaacılık, İzmir.

Dolgui A., Prodhon, C., 2007, Supply planning under uncertainties in MRP environments: A state of the art . Annual Reviews in Control, 31, pp. 269–279.

Elagöz İ.. 2006. Tedarik zinciri yönetimi yaklaşımının maliyet hesaplama çalışmalarına etkisi. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Ganeshan, R., Harrison, T.P., 1995, An introduction to supply chain management, working paper. Department of management science and ınformation Systems. Penn State University, U.S.A.

Ganeshan, R., Bone, T., Stenger, A., J., 2001, The Impact of Inventory and Flow Planning Parameters on Supply Chain Performance: An Exploratory Study. International Journal of Production Economics, Vol 71, pp. 111-118.

Geunes, J., Pardalos, P.M., 2003, Network optimization in supply chain management and financial engineering: An Annotated Bibliography. Department of Industrial and Systems Engineering. 303 Weil Hall, P.O. Box 116595, University of Florida, Gainesville, Florida (32611).

Gen, M., Syarif, A., 2005, "Hybrid genetic algorithm for multi-time period production distribution planning", Computers and Industrial Engineering, Vol 48, pp. 799-809.

Giannoccaro, I., Pontrandolfo, P., 2001, Models for supply chain management: A taxonomy.Twelfth annual conference of the production and operations management society, Orlando FI., Mart 30-Nisan 2.

Güleş, H. , Öğüt, A. , Paksoy, T., 2005, İşletmelerde tedarik zinciri yönetim sistemi etkinliğinin arttırılmasında kurumsal kaynak planlaması. S.Ü. İİBF Sosyal ve ekonomik araştırmalar dergisi, Sayı: 5(9) Nisan-.96.

Gümüşoğlu, Ş., Demir, H. 1998. Üretim yönetimi, Beta, 975-486-375, İstanbul.

Handfield, R.B., Ernest N.L.Jr., 1999. Introduction to supply chain management. pp. 957-584-890, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Hugos M., 2003. Essentıals of supply chain management. Pp. 14-265, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Ishii, K., Takahashi, K., Muramatsu, R., 1988, Integrated production, inventory and distribution systems.International Journal of Production Research, Vol: 26(3), pp. 473-482.

İGEM, 2005. Kobi'lerin uluslararası rekabet güçlerini artırmada tedarik zinciri yönetiminin önemi. Dış Ticaret Müsteşarlığı. İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara.

Johnson, M.E., Pyke, D.F., 1999. Supply chain management, The Tuck School of Business Dartmouth College, NH 03755 : 603 (646) 2136, Hanover.

Karasu I.F., 2006. Tedarik zinciri yönetiminin yapısı ve işleyişi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir

Ketikidisa, P.H., Kohc, S.C.L. Dimitriadisa, N., Gunasekarand, A., Kehajovae M., 2008, The use of information systems for logistics and supply chain management in South East Europe: Current status and future direction. Omega,36, pp 592 – 599.

Lee, H.L., Billington C., Carter B., 1993, Hewlett-Packard gains control of inventory and service through design for localization. İnterfaces, 23(4), pp. 1-11.

Lee, Y.H., Kim S. H.,Moon, H., 2002, Production-distribution planning in supply chain using a hybrid approach. Computers & Industrial Engineering, Vol 43, Issue 1-2, pp. 169-190.

Lin, L., Gen, M., Wang, X., 2007, A hybrid genetic algorithm for logistics network design with flexible multistage model. International Journal of Information Systems for Logistics and Management, Vol 3/ 1, pp. 1-12.

Liu, X., Tu, Y.I., 2008, Production Planning with limited inventory capacity and allowed stockout. Int. J. Production Economics, 111, pp. 180–191.

Martel, A. , Rizk, N., D'Amours, S., Bouchriha, H., 2005, Synchronızed productıon-distribution planning in the pulp and paper industry. Logistics Systems: Design and Optimization, Kluwer Academic Publishers, in A. Langevin et D. Riopel (eds), (Chapter(11) and Collective Work), pp. 323-350.

Mele F.D., Guille´n G., Espun˜ a A.,Puigjaner L., 2006, A Simulation-Based optimization framework for parameter optimization of supply-chain Networks. Ind. Eng. Chem Res., 45, pp 3133-3148.

Nagurney, A., Toyasaki, F., 2005, Reverse Supply Chain Management and Electronic Waste Recycling: A Multitired Network Equilibrium Framework For e-Cycling, Transportation Research Part E, pp. 1-28.

Newhart, D.D., Stott, K.L., Vasko, F.J., 1993, Consolidating product sizes to minimize inventory levels for a multi-stage production and distribution systems. Journal of the ors , 44(7), pp. 637-644.

Özceylan E., Paksoy T., Güleş H.K., Peker A., 2009, Tedarik zinciri yönetiminde dağıtım ağlarının tasarımı ve optimizasyonu: malzeme ihtiyaç kısıtı altında çok ürünlü karma tamsayılı bir doğrusal programlama modeli. V. Makine Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi, 17-18 Ekim 2009.

Özdamar, L., Yazgaç, T., 1997, Capacity Driven Due Date Settings in Make-to-Order Production Systems, International Journal of Production Economics, Vol 49, Issue 1, pp. 29-44.

Özdemir A.İ., 2004, Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı 23 : ss. 87-96.

Özdemir A.İ., 2005, E-İş Sistemlerinin sanayi işletmelerinin başarısı üzerine etkilerinin karşılaştırmalı analizi, Doktora Tezi, E.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, ss. 21, İzmir.

Pardalos P.M., Geunes J., 2005. Supply chain optimization. University of Florida, Chapter 9, pp. 275-278, Gainesville, U.S.A.

Paksoy, T., Altıparmak, F., 2003, Dağıtım ağlarının tasarımı ve eniyilemesi kapsamında tedarik zinciri ve lojistik yönetimine bir bakış: son gelişmeler ve genel durum.Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi. 3-4, ss. 149-169.

Paksoy T., 2005, Tedarik zinciri yönetiminde dağıtım ağlarının tasarımı ve optimizasyonu: malzeme ihtiyaç kısıtı altında stratejik bir üretim-dağıtım modeli, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, S:14, ss. 435-454.

Peker A., Paksoy T., Özceylan E.,Güleş H.A., 2009. Tedarik zinciri yönetiminde dağıtım ağlarının tasarımı ve optimizasyonu: çok aşamalı - çoklu taşıma seçenekli ve stok kontrollü bir doğrusal programlama modeli. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Konya Şubesi, V. Makine Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi, Konya, 17-18 Ekim.

Petrovic, D., Roy, R., Petrovic, R., 1999, Supply chain modeling using fuzzy sets", international journal of production economics, Vol 59, pp 443-453.

Pokharel, S., 2008, A two objective model for decision making in a supply chain. Int. J. Production Economics, 111, pp. 378–388.

Porter, M. E. 2000. Rekabet Stratejisi; Sektör ve Rakip Analizi Teknikleri, Çeviren: Ulubilgen, G., Sistem Yayıncılık, 2000, s4, İstanbul.

Pyke, D. F., Cohen, M. A., 1993, Performance characteristics of stochastic integrated production-distribution systems. European Journal of Operational Research, Vol 68(1), pp. 23-48.

Rizk, N., Martel, A., Amours, S. D., 2005, Multi-item dynamic production-distribution planning in process industries with divergent finishing stages. Computers and Operations Research, 33, pp. 3600–3623.

Sabria, E.H., Beamon, B.M., 2000, A multi-objective approach to simultaneous strategic and operational planning in supply chain design. Omega, Volume 28 , pp. 581±598.

Sakawa, M., Nishizaki, I., Uemura, Y., 2002, A Decentralized two-level transportation problem in housing material manufacturer: interactive fuzzy programming approach. International Journal of Operational Research, Vol 141, pp. 167-185.

Santoso T., Ahmed S., Goetschalckx M., Shapiro A., 2005, A stochastic programming approach for supply chain network design under uncertainty. European Journal of Operational Research, Vol: 167 (2005), pp. 96–115.

Selim H., Ozkarahan İ., 2008, A supply chain distribution network design model:An interactive fuzzy goal programming-based solution approach. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 36, pp. 401-418.

Sinha, S., Sarmah, S.P., 2007, Supply-chain coordination model with insufficient production capacity and option for outsourcing. Mathematical and Computer Modelling, 46 , pp. 1442–1452.

Syarif, A., Yun, Y., Gen, M., 2002 , Study on multi-stage logistics chain network: a spanning tree-based genetic algorithm approach. Computers and Industrial Engineering, Vol 43, Issue 1-2, pp. 299-314.

Şen E., 2006 Kobilerin uluslar arası rekabet güçlerini artırmada tedarik zinciri yönetiminin önemi. T.C Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara.

Şen S., 2007. Tedarik Zinciri yönetiminde tedarikçi seçimi sistemine ait bir karar destek modeli geliştirilmesi ve uygulama sonuçlarının değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tanyaş M., 2004 Tedarik zinciri yöneticiliği.lojistik ve tedarik zinciri yöneticiliği sertifika programı. İTÜ İşletme Fakültesi Sürekli Eğitim Merkezi, İstanbul.

Tanyaş, M. 2006 Tedarik zinciri yönetimi ve Scor modeli (supply chain operatıons reference). Atılım Üniversitesi, Ankara.

Towill, D. R., Naim, M. M., Wikner, J., 1992, Industrial dynamics simulation models in the design of supply chains. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, Vol 22 (5), pp. 3-13.

Tuzkaya, U., Önüt, S., 2009, A holonic approach based integration methodology for transportation and warehousing functions of the supply network, Computers and Industrial Engineering, 56: 708-723.

Voudouris, V.T., 1996, Mathematical programming techniques to debottleneck the supply chain of fine chemical industries. Computers and Chemical Engineering Studies 20, pp. 1269-1274.

Wang, H.S., 2007, A two-phase ant colony algorithm for multi echelon defective supply chain network design. European Journal of Operation Research, doi: 10.1016/j.ejor.2007.08.037.

Williams, Jack F., 1981, Heuristic techniques for simultaneous scheduling of production and distribution in multi-echelon structures: theory and empirical comparisons. Management Science, 27(3), pp. 336-352.

Williams, J. F., 1983, A hybrid algorithm for simultaneous scheduling of production and distribution in multi-echelon structures. Management Science, Vol 29, Issue 1, pp. 77-92.

Xu , J., Liu, Q., Wang, R., 2008, A class of multi-objective supply chain networks optimal model under random fuzzy environment and its application to the industry of Chinese liquor. Information Sciences ,
178, pp. 2022–2043.

Xu N., Nozick L., 2009, Modeling supplier selection and the use of option contracts for global supply chain design. Computers & Operations Research, Vol 36, pp. 2786 – 2800.

Yamak, O. 1999. Üretim Yönetimi, 2.Baskı, Alfa Yayınevi , İstanbul.

Yan, H., Yu, Z., Cheng, T. C. E., 2003, A Strategic model for supply chain design with logical constraints: formulation and solution. Computers&Operations Research, Vol 30, Issue 14, pp. 2135-2155.

Yang, G., Wang, Z., Li, X., 2009, The Optimization of the Closed-Loop Supply Chain Network, Transportation Research, Part E, pp. 16-28.

Yıldızöz, H. 2006. Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, S.B.E. İşletme Anabilim Dalı, İşletme Yönetimi Programı, İstanbul.

Yılmaz, P., 2004. Strategic level three-stage production distribution planning with capacity expansion.Yüksek Lisans Tezi, Sabancı University Graduate School of Engineering and Natural Sciences, 1-20. İstanbul.