

**LOJİSTİK YÖNETİMİNDE NAKLİYE PLANLAMASI
İÇİN BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI**

Nevra YAMAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2009
ANKARA**

Nevra YAMAN tarafından hazırlanan LOJİSTİK YÖNETİMİNDE NAKLİYE PLANLAMASI İÇİN BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Ediz ATMACA
Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Ediz ATMACA
Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Süleyman ERSÖZ
Endüstri Mühendisliği, Kırıkkale Üniversitesi

Tarih: 18/05/2009

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nail ÜNSAL
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Nevra YAMAN

**LOJİSTİK YÖNETİMİNDE NAKLİYE PLANLAMASI İÇİN BİR
UYGULAMA ÇALIŞMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Nevra YAMAN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mayıs 2009**

ÖZET

Günümüzde ortaya çıkan ve giderek artan bilgi ihtiyacı firmaları tedarikçi ve müşterileriyle entegre olarak bir bütün halinde hareket etmeye zorlamıştır. Bu ihtiyaçla birlikte lojistik yönetimi kavramı gelişim göstermiş ve lojistik faaliyetlerin etkinleştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmada, lojistik faaliyetlerin içerisinde önemli bir yere sahip olan, taşıma ile, önemli bir maliyet kalemini oluşturan taşıma maliyetleri ele alınmış ve nakliye planlaması yapılarak taşıma maliyetlerinin minimize edilebilmesi için sistemin öncelikle matematiksel modeli hazırlanmıştır. Sistem karmaşıklığı arttığında, doğrusal optimizasyonun yeterli sonuç veremeyeceği düşünülerek kurulan matematiksel model, sezgisel tekniklerden tavlama benzetimi kullanılarak çözülmüştür.

Bilim Kodu : 906.1.141

Anahtar Sözcükler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Lojistik Yönetimi, Nakliye Planlaması, Tavlama Benzetimi

Sayfa Adedi : 119

Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Ediz ATMACA

**AN APPLICATION OF SHIPMENT PLANNING IN LOGISTICS
MANAGEMENT
(M.Sc. Thesis)**

Nevra YAMAN

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

May 2009

ABSTRACT

The need of knowledge which has come out nowadays and gradually increased, has compelled firms to move together with each other as an integrated whole. Beside this need, logistics management concept has progressed and activating logistics actions has appeared. In this study, transportation which is one of the important activity in logistics actions and transportation cost which is the important cost item are considered. Shipment planning is made as a practice by using meta-heuristic technique, but firstly mathematical model of the system is generated in minimizing transportation cost. When the system complexity increases, it is considered that linear optimization does not give sufficient solution and, mathematical model is solved by using simulated annealing which is one of the meta-heuristic techniques.

Science Code : 906.1.141

Page Number: 119

Key Words : Supply Chain Management, Logistics Management, Shipment Planning, Simulated Annealing

Advisor : Asist. Prof. Dr. Ediz ATMACA

TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı gerekleştirmemde ve çalışmalarımda bana yol gösteren Değerli Hocam Yrd.Doç.Dr. Ediz ATMACA'ya, bu çalışmada yardımlarını aldığım Araştırma Görevlisi arkadaşım Gökçe KILIÇ ÖGER'e, Endüstri Mühendisi arkadaşım Bülent ACARTÜRK'e, 'Bahadır Tıbbi Aletler' firmasında meslektaşım Bengisu BAHADIR'a ve yüksek lisans boyunca beni hep motive eden Annem'e teőekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1.GİRİŞ.....	1
2.TEDARİK ZİNCİRİ VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ.....	3
2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi Bileşenleri.....	5
2.2. Tedarik Zinciri Tasarımı.....	8
2.3. Tedarik Zinciri Analizinde Ele Alınan Konular.....	9
3.LOJİSTİK YÖNETİMİ.....	11
3.1. Lojistiğin Tanımı ve Gelişim Süreci.....	11
3.2. Lojistik Yönetimi.....	16
3.2.1. Lojistik yönetimde performans ölçütleri.....	19
3.2.2. Lojistik yönetimde karşılaşılan problem alanları.....	20
3.3. Lojistikte Dış kaynak Kullanımı.....	25
3.4. Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi İlişkisi.....	29
4.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	30

	Sayfa
4.1. Genel Yaklaşımlar.....	30
4.1.1. Matematiksel yaklaşımlar.....	36
4.1.2. Sezgisel yaklaşımlar ve benzetime dayalı çalışmalar	56
4.2. Nakliye Planlamasına Yönelik Yaklaşımlar.....	65
4.2.1. Nakliye planlama ile ilgili matematiksel yaklaşımlar.....	67
4.2.2. Nakliye planlama ile ilgili sezgisel yaklaşımlar ve benzetime dayalı çalışmalar.....	72
5.LOJİSTİK YÖNETİMİNDE NAKLİYE PLANLAMASI İÇİN BİR UYGULAMA.....	82
5.1. Firma Tanıtımı.....	82
5.1.1. Lojistik faaliyetler.....	88
5.2. Problem Tanımı.....	89
5.3. Çözüm Önerileri.....	90
5.3.1. Matematiksel model.....	92
5.3.2. Tavlama benzetimi.....	96
6.SONUÇ.....	108
KAYNAKLAR.....	111
EKLER.....	116
Ek-1 Tavlama benzetimi algoritması ile elde edilen program çıktısı.....	117
ÖZGEÇMİŞ.....	119

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Lojistik yönetiminde geleneksel yaklaşım ve dış kaynak kullanımı.....	27
Çizelge 4.1. Literatürde tedarik zinciri yönetimi ve lojistik yönetimi problemlerinde kullanılan matematiksel yaklaşımlar.....	52
Çizelge 4.2. Literatürde tedarik zinciri yönetimi ve lojistik yönetimi problemlerinde kullanılan sezgisel yaklaşımlar ve benzetime dayalı çalışmalar.....	63
Çizelge 4.3. Literatürde dağıtım sistemleri ve nakliye planlaması problemlerinde kullanılan matematiksel teknikler.....	71
Çizelge 4.4. Literatürde dağıtım sistemleri ve nakliye planlaması problemlerinde kullanılan sezgisel teknikler ve benzetime dayalı çalışmalar.....	79
Çizelge 4.5. Tavlama benzetimi literatürüne bakış.....	80
Çizelge 5.1. Tavlama benzetimi algoritması.....	101
Çizelge 5.2. Sıcaklık değişimine göre sonuçlar.....	103
Çizelge 5.3. Sıcaklık azaltım fonksiyonu değişimine göre sonuçlar.....	104
Çizelge 5.4. Sıcaklık değişimine göre sonuçlar.....	104

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1 Tedarik zinciri yönetimi modeli.....	4
Şekil 2.2 Tedarik zincirine geçiş süreci aşamaları.....	6
Şekil 2.3 Tedarik zincirinde mal, para ve bilgi akışı.....	8
Şekil 3.1 Lojistik yönetiminin sistem yaklaşımı ile gösterimi.....	22
Şekil 4.1 Lojistik stratejik analiz için yapı.....	45
Şekil 5.1. Sistemdeki tedarik zinciri yapısı.....	91
Şekil 5.2. Tavlama benzetimi algoritması arama yapısı.....	97
Şekil 5.3. Tavlama benzetimi akış şeması.....	99
Şekil 5.4. Uygulanan tavlama benzetimi algoritmasında kullanılan girdiler ve elde edilen çıktılar.....	107

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
1LP	Birinci Parti Lojistik Sağlayıcı
2LP	İkinci Parti Lojistik Sağlayıcı
3LP	Üçüncü Parti Lojistik Sağlayıcı
4LP	Dördüncü Parti Lojistik Sağlayıcı
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHP	Analitik Hiyerarşik Proses
ANP	Analitik Şebeke Proses
DKK	Dış Kaynak Kullanımı
DRP	Dağıtım Kaynakları Planlaması
EOQ	Ekonomik Sipariş Miktarı
FIFO	İlk Giren İlk Çıkar
GTZM	Global Tedarik Zinciri Modeli
JIT	Just in Time (Tam Zamanında Üretim)
LLP	Lider Lojistik Sağlayıcı
LODER	Lojistik Derneği
MADM	Çok Nitelikli Karar Verme
MRP	Malzeme İhtiyaç Planlaması
PLOT	Üretim, Lojistik, Üretim sonrası, Taşıma
QFD	Kalite Fonksiyon Yayılımı
SCOOP	Optimum Programların Bilimsel Hesaplaması
TB	Tavlama Benzetimi
TZ	Tedarik Zinciri
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi

1.GİRİŞ

Giderek artan globalleşme sonucu, üretim sistemlerinin de bu yönde gelişme gösterdiği görülmektedir. Malzeme ihtiyaç planlamasından başlayarak tedarik zinciri yönetimine kadar uzanan süreçte, işletmeler için birbirlerine bağımlılık ve bilgi ihtiyacı ortaya çıkmış ve giderek artmıştır.

Malzeme ihtiyaç planlamasından sonra kapasite ihtiyaç planlaması, dağıtım kaynakları planlaması, imalat kaynakları planlaması geliştirilmiş ve bu sistemlerin tümü bir araya getirilerek kurumsal kaynak planlama sistemleri ortaya çıkmıştır. Ancak işletmeler için sadece kendi faaliyetlerini yönetebilmek yeterli olmamış ve artık diğer işletmelerle birlikte hareket edebilme ve bilgi paylaşımı gibi gereklilikler ortaya çıkmıştır. Bunların gerçekleşebilmesi için de işletmeler kendi içinde ve tüm tedarik zinciri boyunca faaliyetlerini planlamak zorunda kalmıştır.

Günümüzde, işletmeler için lojistik faaliyetler ve bu faaliyetlerin etkin yönetimi çok önemli hale gelmiştir. Yani, artık birer birer işletmelerin değil, tedarik zincirlerinin birbirleriyle rekabet edeceği günümüz koşullarında lojistik faaliyetlerin tedarik zincirleri için kilit noktalar olduğu söylenmektedir. Bu nedenle bu faaliyetlerin mümkün olduğu kadar etkin yönetimi gerçekleştirilmek istenmektedir.

Lojistik yönetimi; tedarik zinciri yönetimi içerisinde karşımıza çıkmaktadır. Yapılan çalışmada; lojistik ve lojistik yönetimi kavramları ve literatürdeki gelişimleri incelenerek lojistik problemleri için önerilen çözümler ve teknikler analiz edilmeye çalışılmıştır. İncelenen çalışmalardan yola çıkılarak tıbbi alet üreten bir firma, tedarikçi ve müşterileriyle birlikte, bir şebeke yapısı içerisinde düşünülmüş ve taşıma faaliyetleri ele alınmıştır. Taşıma maliyetlerinin önemli bir yer tuttuğu günümüz koşullarında taşıma faaliyetlerinin daha planlı bir şekilde yürütülmesi için taşıma maliyetini minimize etmek üzere problemin optimizasyon modeli kurulmuştur. Daha sonra problem boyutunun büyüyebileceği ve doğrusal programlamanın yetersiz kalabileceği göz önüne alınmıştır. Ayrıca, literatürde de karar değişkenlerinin

sayısının artması ve problem boyutunun giderek büyümesi nedeniyle sezgisel yöntemlerin kullanımının arttığı gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmada problem boyutundaki artış nedeniyle taşıma maliyetlerini minimize etmek için tavlama benzetimi algoritması kullanılmıştır.

1. bölüm giriş bölümüdür. 2. bölümde lojistik yönetimi kavramı ile iç içe olan tedarik zinciri yönetimi açıklanmıştır. Tedarik zinciri ve tedarik zinciri yönetiminin gelişimi incelenmiş, tedarik zincirindeki mal, para ve bilgi akışlarından söz edilmiştir. Ayrıca tedarik zinciri tasarımından bahsedilmiştir.

3. bölümde lojistiğe giriş yapılarak lojistik yönetimi ve gelişimi açıklanmıştır. Lojistik sistemler günümüze gelene kadar çeşitli aşamalardan geçmiştir. Lojistik yönetimini oluşturan, lojistik faaliyetler de giderek önem kazanmış ve bu faaliyetlerin etkin yönetimi işletmeler için kritik noktalar olmuştur. Son olarak da, lojistik yönetiminin tedarik zinciri yönetimi ile olan ilişkisi verilmiştir.

4. bölümde ise, tedarik zinciri ve lojistik yönetimi sistemlerinin literatürdeki gelişimleri incelenmiştir. Bu bölümde de bahsedildiği gibi iki aşamalı sistemlerle başlayan ve çok aşamalı sistemler ile devam eden tedarik zinciri yönetimi ve lojistik yönetimi günümüzde birbirinden ayrılamayan iki kavram haline gelmiştir. Ayrıca, bu sistemlerde karşılaşılan problemler ile kullanılan çözüm teknikleri incelenerek, sezgisel tekniklerin kullanımında artış olduğu görülmüştür.

5. bölümde, uygulamanın yapıldığı firma açıklanmış ve problem için düşünülen çözüm önerileri tartışılmıştır. Öncelikle, sistemin matematiksel modeli kurulmuş ve buradan kullanılacak çözüm tekniğine geçilmiştir. Sezgisel tekniklerin kullanımı düşünülmüş ve kurulan bu model tavlama benzetimi algoritmasında uygulanarak bulunan sonuçlar verilmiştir. Son bölüm, sonuç bölümüdür. Bu bölümde, elde edilen sonuçlar yer almaktadır.

2.TEDARİK ZİNCİRİ VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Tedarik zinciri; mal ve hizmetlerin tedarik aşamasından, üretimine ve nihai tüketiciye ulaşmasına kadar birbirini izleyen tüm halkaları kapsamaktadır. İş süreçleri açısından bakıldığında, tedarik zinciri; satış süreci, üretim, envanter yönetimi, malzeme temini, dağıtım, tedarik, satış tahmini ve müşteri hizmetleri gibi pek çok alanı içine almaktadır [1].

Tedarik zincirleri; iş ortakları, tedarikçiler, imalatçılar, perakendeciler ve müşteriler arasında; iletişim, projeleri ortak bir alan üzerinden takip etme ve yönetme, müşteri isteklerinin en etkin ve verimli bir şekilde karşılanabilmesi, kaynakları en etkin bir biçimde kullanmak, verimliliği artırmak, maliyetleri azaltmak, planlı, hızlı ve esnek bir tedarik, üretim ve dağıtım zincirini ortaya çıkarabilmek ve gerçekleştirmek temelleri üzerine ortaya çıkmış bir kavramdır [2].

Bir şirketin tedarik zinciri; hammadde üreticileri, hammadde ve yarı mamullerin işlenmiş ürüne dönüştürülmesi yani imalat işlemleri sırasında tedarik işleri ile uğraşanlar ve bunun ardından bitmiş ürünleri dağıtım kanallarında nihai tüketiciye kadar ulaştırılması sırasında değer yaratan bütün unsurlardır.

Bir tedarik zinciri, ürünlerin tedarikçiler, üreticiler, toptancılar, dağıtımcılar, perakendeciler ve nihai olarak da tüketiciler arasındaki hareketini sağlayan ilişkiler ve bağlantılar bütünüdür.

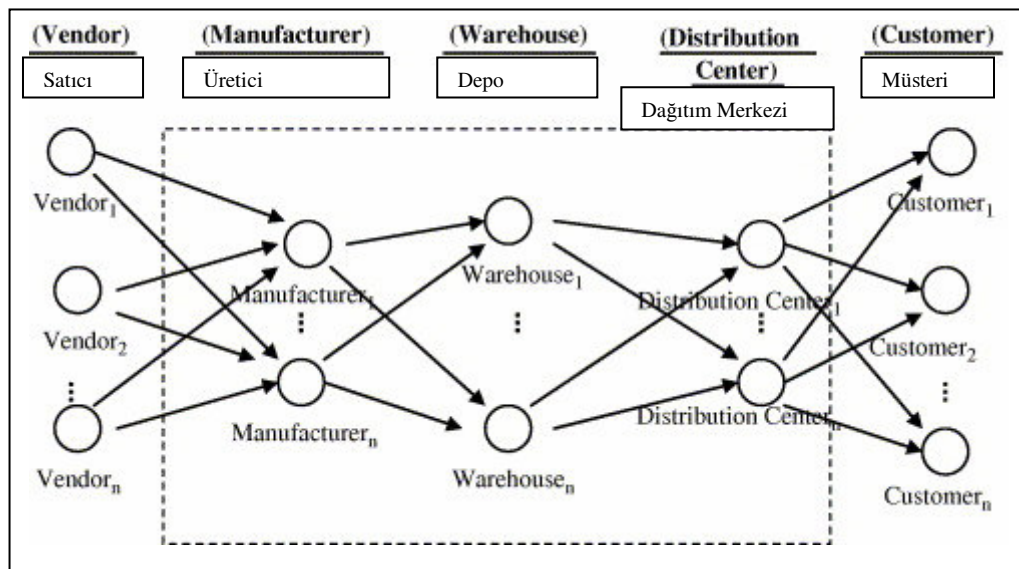
Yukarıda yer alan tedarik zinciri tanımından hareketle, tedarik zinciri yönetimini (TZY) ise, ürünlerin ve bilgilerin tedarik zinciri boyunca devam eden hareketlerinin gözlenmesi ve yönlendirilmesi olarak tanımlanabilir [1].

Birden fazla şirketi kapsayan tedarik zinciri yapısı, tek bir şirket gibi davranarak kaynakların ortak kullanımını sayesinde bir sinerji yaratmaktadır. Bu sinerjinin sonucu

ise yüksek kaliteli, düşük maliyetli, piyasaya hızlı bir şekilde sunulan ve müşteri memnuniyeti sağlayan hizmet ya da üründür [1].

TZY; tedarik zincirinin ve bu zincir içinde yer alan tüm şirketlerin tümünün uzun vadeli performanslarını arttırmak amacıyla, söz konusu şirketlere ait işletme fonksiyonları, süreçleri ve planlarının, zincirdeki tüm şirketleri kapsayacak şekilde, stratejik ve sistematik yönetimi olarak tanımlanmaktadır.

Şekil 2.1’de tedarik zinciri yönetimi modeli gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Tedarik zinciri yönetimi modeli [3]

Şekil 2.1’de görüldüğü gibi, TZY’de tedarikçilerden başlayıp nihai müşterilere kadar devam eden bir akış söz konusudur.

TZY; müşteriye doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyata tüm tedarik zinciri için mümkün olan en düşük maliyetle ulaşmasını sağlayan malzeme, bilgi, ve para akışının entegre yönetimidir. Bir başka deyişle zincir içinde yer alan temel iş süreçlerinin entegrasyonunu sağlayarak müşteri memnuniyetini artıracak stratejilerin ve iş modellerinin oluşturulmasıdır [1].

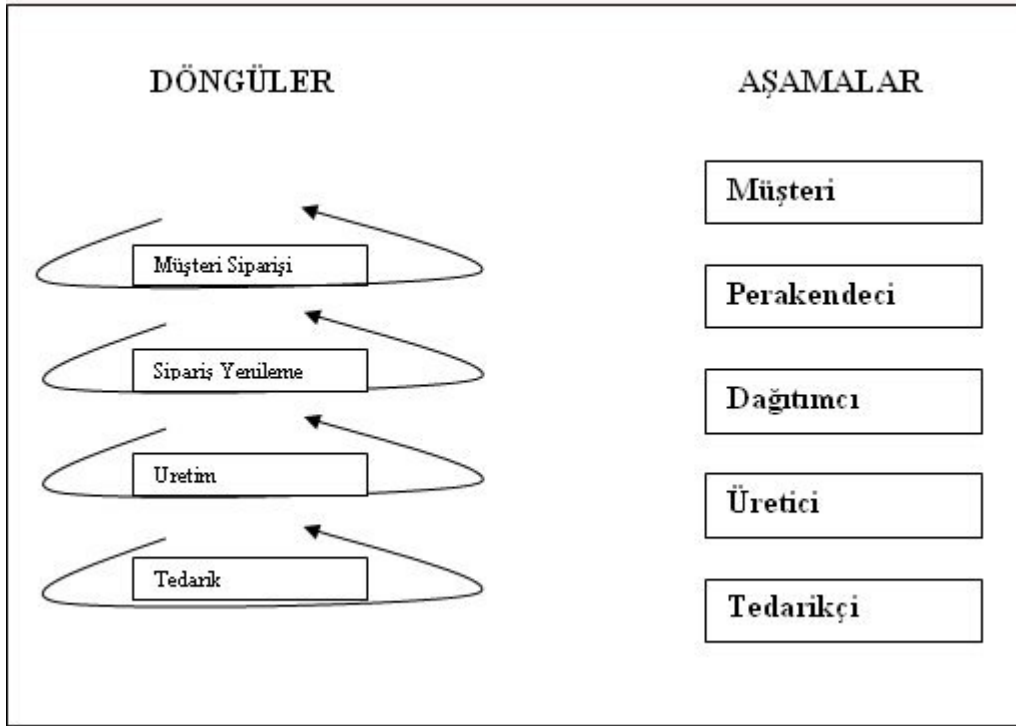
TZY; firmanın iç kaynaklarının dış kaynaklarla entegre edilerek etkin bir şekilde çalışmasının sağlanmasıdır. Amaç, geliştirilmiş üretim kapasitesi, piyasa duyarlılığı ve müşteri/tedarikçi ilişkileri gibi firmanın tüm performansını oluşturan değerlerin artırılmasıdır. TZY, hammaddelerin edinilmesinden imalat ürünlerine ve buradan da tüketiciye işlenmiş ürünlerin dağıtımına kadar tüm tedarik zinciri boyunca bilgiye dayalı karar alınmasına olanak vermektedir [4].

TZY’de; özel politikalar ve işlemler zincir içerisindeki belirli yerlerde bağlantıları bulunan stokları yönetmek için uygulamaya konulmaktadır. Zincirde stokların nerede yerleşik bulduklarına bağlı olarak, mevcut stoklar ya arz ya da talep olarak sınıflandırılmaktadır [1].

2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi Bileşenleri

1. Müşteri hizmet ihtiyaçları (En uygun müşteri hizmet seviyesine karar verilmeli).
2. Lojistik ağı yapılandırılması ve tesis yeri seçimi (Fabrika ve depo sayısı, yeri, kapasitesi)
3. Envanter yönetimi (Stratejik ve üst yönetim tarafından)
4. Taşıma kararları (Taşıma tipi, büyüklüğü, rota, araçların çizelgelenmesi)
5. Üretim kararları (Hangi ürün, nerede üretilecek? Hangi tedarikçi nereye verecek?)
6. Dağıtım stratejileri (Doğrudan sevkiyat, depolama, aktarma noktaları)
7. Stratejik ortaklıklar (Risklerin ve ödüllerin paylaşıldığı uzun süreli ortaklık)
8. Bilgi teknolojileri (Stok seviyeleri, siparişler, üretim ve dağıtımla ilgili bilgi)
9. Karar destek sistemleri (Bilginin kullanılması) [1]

Şekil 2.2’de tedarik zincirine geçiş süreci aşamaları verilmiştir.



Şekil 2.2. Tedarik zincirine geçiş süreci aşamaları [1]

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 [1].

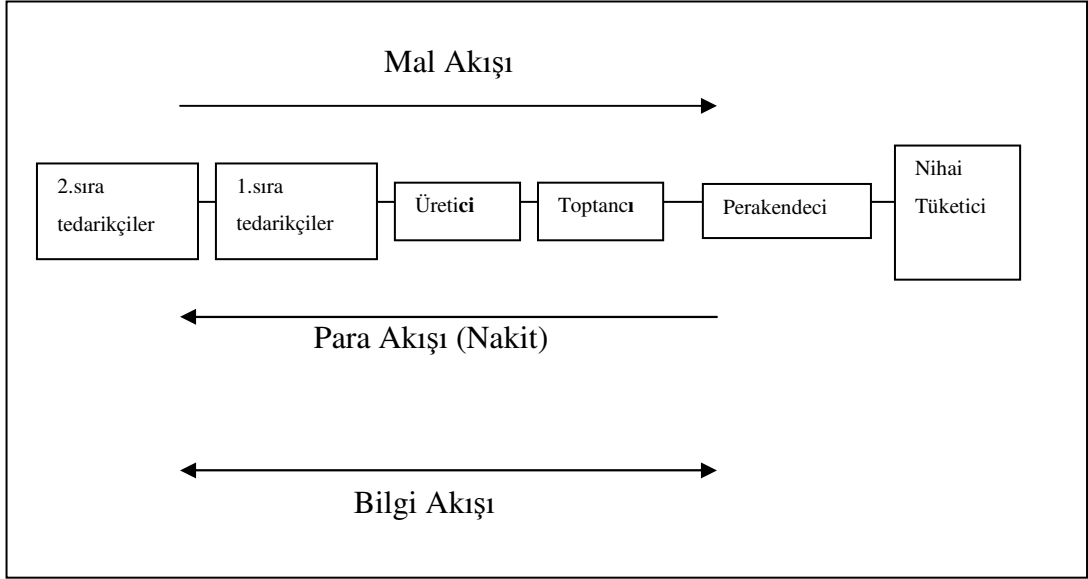
TZY'nin kritik başarı ölçütleri şunlardır:

- Doğru ürün
- Doğru miktar
- Doğru zaman
- Doğru yer
- Yüksek esneklik
- En az toplam maliyet
- En kısa çevrim süresi
- En az toplam stok düzeyi [1]

TZY; sipariş yönetimi, üretim, depolama ve fiziksel dağıtım olanaklarını birlikte ele almakta ve toplam maliyeti en az olan lojistik stratejileri, kaynak kullanımı ve organizasyon yapısına odaklanmaktadır. Oysa ki, üretim planlama sistemlerinde, kaynak ve kapasite planlanır fakat dağıtım kaynakları eş zamanlı olarak planlanmaz [1].

Tedarik zincirinde üç akış vardır: Mal akışı, Parasal Akış, Bilgi akışı ve bu üç akış oldukça iç içe geçmiştir. Mal akışı tek yönlü olarak, tedarikçiden müşteriye doğru hareket ederken, bilgi akışı karşılıklı olarak hareket etme özelliğine sahiptir. Bu üç akış, ürün özelliklerine, zincir yapısına göre farklılık gösterebilmektedir.

Şekil 2.3'te tedarik zincirinde, mal, para ve bilgi akışı gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Tedarik zincirinde mal, para ve bilgi akışı

2.2. Tedarik Zinciri Tasarımı

Tedarik zinciri tasarımı üç temel başlıkta ele alınmıştır. Bunlar; Genişletilmiş Organizasyon Yapısı, Bilgi Paylaşım Yapısı ve Üretim Yönetimi.

1. Genişletilmiş Organizasyon Yapısı: Zinciri oluşturan diğer ortakların da yapıya dahil edilmesi ile ilgilidir. TZY, ürünün tasarımından, üretim ve satışına kadar tüm aşamalarda yer alan üretici, satıcı, müşteri, dağıtıcı ve bayi gibi kanalların genişletilmiş şirket çatısı altında birbirine bağlandığı ve müşterinin almak isteyebileceği ürün ve servisin bu çatı altında oluşturulduğu bir değer işbirliğidir.

2. Bilgi Paylaşım Yapısı: Bilgi paylaşımına esas olan dosya başlıkları şunlardır:

- Satış-ürün/Pazar (tarihsel ve tahmini)
- Taşıma-şekil/miktar/sınıf (nakliye özellikleri, oranlar/maliyetler, yükler)
- Stok-parça/bölge (stok seviyesi, maliyet faktörleri, hizmet seviyeleri)
- Üretim-parça/fabrika/hat (üretim seviyesi, maliyetler, kapasite)
- Depolama-parça/bölge (miktar, kapasite, maliyetler)

Bilgi paylaşımının kritik faktörleri; planlama süresi, ürün karması, analiz kapsamı, sınırlamalar ve prensiplerdir. İşletmenin stok politikası, üretim politikası, nakliye planları, hizmet seviyesi, stok tutma maliyeti de TZY tasarımında göz önünde bulundurulması gereken politika ve parametreleri oluşturmaktadır. Minimum maliyet, maksimum hizmet, iyimser satış, kötümser satış, maliyet değişimlerine ilişkin dosyalar da çözüm dosyaları olarak tanımlanmaktadır.

3. Üretim Yönetimi: Üretim yönetimi, temelde üretimin stok için mi yoksa sipariş için mi yapılacağı noktasında odaklanmaktadır. Üretim yönetimi konusunda verilecek karar ürüne göre değişir. İtme-çekme stratejilerine de bu doğrultuda karar verilir [1].

2.3. Tedarik Zinciri Analizinde Ele Alınan Konular

Tedarik zinciri yönetiminin uygulanması ile üretim ve pazarlama süreçleri değişecektir. Bunun sonucu olarak; tedarikçi entegrasyonu sağlanacak, tam zamanında üretim gerçekleştirilecek, sifıra yakın stok bulundurulacak, satın almaya ilişkin sistemde otomasyona geçilecek ve talepler düzenli olarak karşılanabilecektir. Tedarik zinciri analizinde ele alınan konular aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

- Tedarikçiler: Malzeme ve parçalar nereden temin edilecek?
- Üretim: Yarı mamul ve malzemeler nerededir? Ne miktarda ve ne zaman üretim yapılacak?
- Depolama: Son ürünler ve parçalar nerede depolanacak? Depolanacak parça miktarı nedir? Depolama sistemi nasıl olmalıdır?
- Nakliye: Taşınacak ürünlerin ebatları nedir? Taşıma yöntemi ne olacak? Sevkiyat rotası nedir?
- Dağıtım: Hangi malzeme ne miktarda ve ne zaman sevk edilecek? Taşıma yöntemi nedir?
- Müşteri: Hangi ürünler satılacak? Hizmet düzeyi ve hizmet maliyetleri nedir?

- Pazar Koşulları: TZY ile pazar koşullarında değişiklik olduğunda ne yapılmalı? Zamanında teslimatı geciktiren darboğaz noktalarında ne gibi çözümler olmalı? Bunların siparişlere ne gibi etkisi olur?

Etkin bir tedarik zinciri yönetimi ile yukarıdaki sorulara kısa sürede cevap bulunabilir. Satın alma, malın şirket içinde dağıtımı, üretilmiş malın depolanması, depodan malın alınıp tüketiciye ulaştırılması farklı iş süreçleridir. Her biri kendi içinde iyi bilinmesi gereken süreçlerdir. Bu süreçlerin takibi, elektronik ortamda daha da kolay yapılabilir [1].

3.LOJİSTİK YÖNETİMİ

3.1. Lojistiğin Tanımı ve Gelişim Süreci

Tarihte lojistik kavramı askerlik ve endüstri yönetiminde ortaya çıkmıştır. Lojistik askeri açıdan, ilk olarak sistem/ürün desteği ile başlamıştır. Bakım planlaması, insan gücü ve personel, ikmal desteği, destek donatımı, teknik veri, eğitim ve eğitim malzemesi, bilgisayar kaynak desteği, tesisler, ambalajlama, kullanma, depolama, taşıma, gibi lojistik faktörlerin güvenilirlik ve elde edilebilirliğinin etkileşimidir.

Dağıtım ve lojistik yönetiminin elemanları, her zaman üretim, depolama ve ürünlerin hareketlerine temel oluşturmuştur. Dağıtım safhasının ilk zamanlarında mamüllerin değişik noktalarda depolanması popüler hale gelmiştir. Fakat bu da yeterli olmamıştır, çünkü yüksek maliyetlerle acil taşıma gereksinimleri ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu nedenle, bazı firmalar kendi dağıtım şirketlerini kurmaya başlamışlardır.

1940 yılının sonlarında Dantzing tarafından, ABD (Amerika Birleşik Devletleri) Hava Kuvvetlerinde gerçekleştirilen SCOOP (Optimum Programların Bilimsel Hesaplaması) projesinde doğrusal programlamanın ilk çalışmaları yapılmış ve Berlin hava köprüsü ile ilgili lojistik problemin çözümünde önceden belirlenmiş bir amaç fonksiyonunun kaynak kısıtları altında optimizasyonu için yöntemler geliştirilmiştir. Bu proje Hava Kuvvetlerinde yedek parça sisteminin envanter kontrolü için önce kart sistemini daha sonra bilgisayarları devreye sokmuştur [5].

SCOOP projesi ayrıca, üretim imkan ve kabiliyetinin, materyal ve insan gücü ihtiyaçlarının hesaplanması, 1950'lerdekine benzer seferberlik şartlarındaki endüstriyel koşulların belirlenmesi gibi problemlerin çözümüne yeni boyutlar kazandırmıştır. Doğrusal programlama, lojistik problemlerine öncelikle ulaştırma, ürünlerin dağıtımı ve kaynak kullanımı gibi konularda gerçek şartların formulizasyonu ile büyük ölçüde yararlı olmuştur. Doğrusal programlamanın yanı

sıra diğer matematiksel programlama yöntemlerinde uygulama alanlarında büyük gelişme göstermiştir. 1950'li ve 1960'lı yıllarda lojistik faaliyetlerinde uygulama alanı bulan diğer bir yöntem ise benzetimdir. Benzetim, envanter tahsisi, işgücü dağıtımını ve üretim programlarının hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmıştır. Başta envanter yönetimi için olmak üzere bilgisayar ilk kez lojistik ihtiyaçlarını karşılamasında yönetim tasarımının bir parçası olmuştur [5].

1960'ların başında lojistik yönetiminin ufku genişlemiştir. Bu periyot boyunca yönetim, müşteri hizmet anlayışına önem vermeye başlamıştır. Bu dönemde bir çok farklı lojistik anlaşmaları, üretim ve/veya pazarlamayı desteklemek için kullanılmıştır. O zamanki en önemli stratejik amaç; lojistik yönetimini geliştirmek ve tamamlamak için mümkün olan en önemli maliyetle, bunu sağlayabilecek özelleştirilmiş müşteri hizmetini kurabilmek olmuştur [5].

1960 sonrası çoğu firma parçalanmış yönetim anlayışından, derece derece bütünleştirilmiş yönetim anlayışına geçiş yapmıştır. Parçalanmış yönetim anlayışının satın alma ve depolama gibi bireysel süreçleri, malzeme yönetimi ve fiziksel dağıtım adı altında iki başlıkta toplanmıştır. Malzeme yönetimi; satın alma, hammaddeler, yarı mamüllerin stok kontrolü, işletme içi ulaşım, artıklar ve üretim programlaması gibi fonksiyonları içermektedir. Fiziksel dağıtım ise navlun (nakliye ücreti), depolama, malzeme taşıma, ambalajlama, sipariş süreci, talep tahmini, envanter kontrolü ve müşteri hizmetini içermektedir [5].

1970-1979 arası yılların, lojistik kavramının gelişimi ve uygulanmasındaki etkisi önemlidir. Bu dönemde hemen hemen her girişimcilik alanında tedirginlik ve belirsizlik hakim olmuştur. 70'li yılların ilk dönemlerinde ortaya çıkan grevler ve akaryakıtta gelen ambargo, dünyayı yeni bir krizin eşiğine getirmiş, II. Dünya Savaşı'ndan bu yana geçen ilk zaman periyodu için düşük maliyetli enerjinin bulunabilirliği kritik bir kavram haline gelmiştir. Enerji açıklarına, akaryakıt ve petrole bağlı malzemelerin fiyatının yükselmesinin eklenmesi ile birçok temel malzemedeki ve üretilen mamüllerdeki açıklar en yüksek noktaya çıkmıştır.

1970'lerin başlarında, lojistik sistemlerin tasarımı ve kontrolü için büyük kapasiteli bilgisayarların araştırılması yapılmış ve önemli gelişmeler sağlanmıştır. Lojistik modeller, alternatif lojistik stratejilerin gerçeğe dönüşmesine yardımcı olmuşlardır. 1970'lerin sonlarında birçok yönetici malzeme yönetimine ve fiziksel dağıtım faaliyetlerine organik bir bütün olarak bakmaya başlamıştır.

1970'lerin sonlarında bilgisayar teknolojisinde yaşanan gelişmeler meyvelerini 1980'lerde vermeye başlamıştır. Büyük, hantal bilgisayarların yerini küçük ve kapasitesi geniş bilgisayarlar almıştır. Bilgisayar donanımları ucuzlamış, dördüncü ve beşinci jenerasyon bilgisayar dilleri gelişmiş bu sayede de iş görme kapasiteleri, karar verme süreçleri gelişmiştir. Bununla birlikte lojistik kaynak planlamasında, birbirleriyle ilişkili bölümler arasında veri alışverişinin sağlanması ile lojistik verimliliğinde benzeri görülmemiş düzeyde başarı sağlanmıştır. ABD 'de uydu sistemleri aracılığı ile yöneticiler taşıma araçları ile haberleşmeye başlamışlar, bunun ardından araç telefonlarının ve diğer iletişim teknolojilerini kullanmışlardır. Böylelikle lojistik operasyonların koordinasyonu ve kontrolü kolaylaşmış ve maliyetler önemli düzeyde azalmıştır [6].

1980'lerin başlarında ise bir önceki döneme göre çok keskin değişiklikler olmuştur. En önemli değişiklikler şöyledir:

- Taşımacılıktaki değişiklikler
- Bilgisayar teknolojisine giriş
- İletişimdeki değişim

Taşımacılıkta verimliliği arttırmak üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların odağını, kullanılan ekipmanların faydasını arttırmaya yönelik çalışmalar oluşturmuştur. Bununla birlikte geleneksel fiziksel dağıtım faaliyetleri, üretimi destekleme ve tedarik üzerine de birçok gelişme yaşanmıştır. Bunun sonucunda taşıma giderlerinde %50'lere yaklaşan bir azalma yaşanmış ve bu da firmaların kar rakamlarını etkilemiştir.

Ayrıca bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, malların ve malzemelerin siparişlerinin verilmesi, taşınması ve depolanması gibi şirketlerin yoğun faaliyetlerini daha iyi takip edebilmelerini sağlamıştır. Bilgisayarla bütünleşik nicel modellerle birlikte bu bilgi, envanter seviyesini ve hareketini optimize etme yeteneğini arttırmıştır. Malzeme ihtiyaç planlaması (MRP), dağıtım kaynakları planlaması (DRP) ve tam zamanında üretim (JIT) gibi sistemler, şirketlerin sipariş yönetiminden envanter yönetimine, tedarikçiye sipariş vermeye, satış tahminine ve üretim planlamaya kadar bir çok malzeme yönetim faaliyetlerini birbirine bağlamayı sağlamıştır.

Lojistiğin gelişimi temelde üç aşamada toplanabilir;

a) Parçalanma (1960 – 1980) : Bu dönemde lojistiği oluşturan faaliyetlerin ayrı ayrı yapıldığı görülmektedir. Aşağıdaki operasyonların bir kısmı işletme içinde yapılırken, kısmen de dışarıdan hizmet alma şeklinde gerçekleştiği görülmektedir.

- Talep Öngörüsü
- Satın Alma
- İhtiyaç Planlama
- Üretim Planlama
- Fabrika Stokları (girdi düzeyindeki stoklar)
- Depolama
- Malzeme İşlemleri
- Paketleme
- Mamül Stokları
- Sipariş Süreci
- Taşıma
- Müşteri Hizmetleri
- Dağıtım Planlama

b) Birleşme (1980 – 2000) : Bu dönemdeki lojistik faaliyetler iki kavram altında toplanmıştır:

- Madde ve Malzeme Yönetimi
- Fiziksel Dağıtım

c) Toplam Bütünleşme (2000 – Günümüze) : Halen de devam etmekte olan bu süreç parçalanma ve birleşme kısmında verilen faaliyetlerin bir çatı altında toplanmasını gündeme getirmiştir. Dünya ekonomisinde yaşanan küreselleşme, liberalleşme ve buna paralel olarak firmaları zorlayan uyum çabaları, lojistik faaliyetlerin önemini arttırırken günümüzdeki entegre lojistik kavramını ortaya çıkarmıştır.

Sonuç olarak, eskiden var olan salt nakliyenin yerine, günümüzün gerektirdiği hizmetleri sağlayabilmek için faaliyet, kapsam ve konu alanları geliştirilmiş bir şekilde yeni hizmet anlayışı ortaya çıkmıştır. Bu kavram çeşitli şekillerde, tanımlanmaya çalışılmıştır. Lojistik; doğru şeyin, doğru yerde, doğru zamanda olmasını sağlamak, olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak, buna bir dördüncü parametreyi daha ekleyebiliriz. Böylelikle de, uluslar arası rekabet şartları çerçevesinde istenilen şeyi makul ve kabul edilebilir masrafla yani rekabet edebilir bir fiyatla sağlamayı yukarıda saydığımız üç kriterli tanıma dahil edebiliriz. Bununla beraber bu kavramın çeşitli tanımlamaları yapılmıştır.

Günümüz iş dünyasında gittikçe daha fazla kullanılmasına ihtiyaç duyulan karmaşık enformasyon, iletişim ve kontrol sistemlerinin içinde yer aldığı mal, hizmet, bilgi ve sermaye akımının iş planlama çerçevesidir [2].

Lojistik, kaynakların zamana bağlı olarak, tedarik zincirinde konumlandırılmasıdır, tedarikçiden nihai müşteriye kadar yönetimi içerir. Değişimlere hızlı ve ekonomik tepki için, tedarik zinciri içindeki tüm fonksiyonların, süreçlerin ve kaynakların entegre bir şekilde yönetimi gerekir.

3.2. Lojistik Yönetimi

Lojistik kavramının iç içe olduğu bazı kavramlar vardır. Bunlardan biri *lojistik yönetimidir*. Lojistik faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için iyi bir planlama ve planlanan işlerin operasyonel alanda en verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi gereklidir. Buna ilişkin olarak lojistik yönetimi kavramıyla, “tedarik zinciri içindeki süreçte müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere, her türlü ürün, her türlü hizmet ve bilgi akışının ve depolanmasının, başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadar olan hareketinin, etkili ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması ve denetiminin gerçekleştirilmesi” hizmeti olarak ifade edilmektedir.

Bu tanıma çok benzer olarak, iş dünyasında genel kabul gören tanım, Lojistik Yönetimi Konseyi tarafından yapılmıştır:

“Lojistik, tüketici ihtiyaçlarını tatmin etmek için hammaddenin, süreç içerisindeki envanterin, nihai mamülün veya ilgili bilginin çıkış noktasından nihai tüketim noktasına kadar etkin ve masrafları en aza indirilmiş bir şekilde varabilmesi için yapılan planlama, uygulama, kontrol sürecidir” [7].

Müşteri gereksinimleri doğrultusunda sevkiyat noktası/noktaları ile teslimat nokta/noktaları arasındaki malzemelerin iki yönlü akışı boyunca yer alan faaliyetlerin bütünsel yönetimidir.

Lojistik yönetimi kavramı ile ifade edilen faaliyetler;

- Nakliye: Mamul veya hammadde mallar ve hizmetlerin bir yerden diğer bir yere taşınmasını temin eder. Mal akışının ve dolayısıyla da ticaretin bel kemiğidir. Taşıma politikası tüm lojistik faaliyetlerini birbirine bağlar. Taşıma şeklinin seçimi, kısa sürede sevkiyat ya da daha yavaş ancak daha az maliyetli yöntemler arasında maliyet analizini gerektirir.
- Depolama: Fiziksel dağıtımın vazgeçilmez bir unsurudur. Depolama maliyetlerinin satışlar içerisindeki payının batıda %6-9 arasında değiştiğini

ortaya koymaktadır. Bu oranın payının Türkiye’de ise, %16 civarında olduğu saptanmıştır. Bu rakamların da ifade ettiği şekilde depolama maliyetleri toplam maliyetler içinde önemli bir yere sahiptir. Yine rakamlardan görüleceği üzere, Türkiye’de bu oran oldukça yüksek bir değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer taraftan depolar, dağıtım işlemlerinin en kritik şekilde yapıldığı alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Depolardan mal akışı gerçekleşir. Deponun sistemi, düzeni, mamul için uygunluğu gibi özellikler önem arz etmektedir. Diğer taraftan, özellikle depoculuk faaliyetleri içerisinde dikkate alınan envanter yönetimi de lojistik faaliyetler içinde önemli bir yer tutmaktadır.

- **Envanter yönetimi:** Envanter birçok sanayi şirketinin hemen hemen en büyük aktifidir. Bu kaynağın yönetimi, karlılığı doğrudan etkiler. Bunun yanında yeterince yüksek olmayan envanter devir hızı, rekabet ve azalan enflasyon dönemlerinde şirketleri zora sokabilir ve beklenmedik zararlar verebilir. Hangi sipariş yönteminin ne zaman kullanılacağı, parti büyüklükleri ve güvenlik stoğunun hesaplanması, MRP (Malzeme İhtiyaç Planlaması) yönteminin çalışma biçimi, envantere kayıt doğruluğu ve envanteri azaltmanın ve dönüş hızının yeterliliği, verimlilik ve karlılıkta önemli parametrelerdir. Envanter dönüş hızı yeterince hızlı olmayınca hem “artan rekabet” hem de “azalan enflasyon” şirkete zarar verebilmektedir. Envanterin daha hızlı dönebilmesi ise sadece onun etkin yönetildiği zaman mümkün olacaktır.
- **Elleçleme:** Elleçleme, kısa mesafeli malzeme taşıma işleminin gerçekleştirilmesidir. Malzemenin depoya taşınması, istiflenmesi, oradan nakliye aracına taşınarak yüklemesinin yapılması gibi işlerdir. Bu tip kısa mesafeli taşımalar malların kalitesi ve fire açısından önemlidir. Bu işlerde insan ağırlıklı bir durum söz konusu ise de; forkliftler ve vinçler gibi araçlar kullanılan temel elleçleme vasıtalarıdır. Bu vasıtaların elleçlemede kullanılan temel araç olması bu alanda kalifiye insan unsuruna duyulan ihtiyacı da gündeme getirmektedir.
- **Sipariş işleme:** Bu konu içerisinde, siparişlerin alınması, sürecin izlenmesi ve zamanında müşteri memnuniyetini sağlayacak bir şekilde yerine ulaşmasını sağlamak yer almaktadır. Günümüzde sipariş işlemleri, artık elektronik ortama taşınmış bulunmaktadır. Yeni teknolojik gelişmeler ışığında kurulan sistemlerle

gerek telefon gerekse internet üzerinden sipariş alma ve süreci izleme imkanı oluşturulmuş ve böylelikle de, dağıtım maliyetinde önemli kazançlar elde edilir hale gelmiştir. Sipariş işlemleri doğrudan müşteri hizmet düzeyini etkilediği için yöneticilerin üzerinde durmaları gereken önemli bir konu niteliği taşır.

- Ambalajlama: Mallar bir yerden bir yere taşınırken, malın fiziki durumunu veya özelliğini etkileyebilecek en önemli konulardan biri de paketlemedir. Genellikle, seçilen ulaştırma şekli ve malın özelliği dikkate alınarak gerçekleştirilir. Dikkat edilecek hususların paketleme masrafları üzerindeki etkileri önemlidir.
- Satın alma: Ulaştırma masrafı ve hammaddenin bulunduğu yer ile firma için gerekli malların satın alınması arasında kuvvetli bir bağ mevcuttur. Bu bağlamda sağlam bir planlama ile birden fazla tedarikçinin bir arada kullanılması, şirketler için daha kaliteli malzeme temin etme, tek bir tedarikçi ile çalışmanın riskini en aza indirerek ulaştırma ve depolama faaliyetlerini de azaltma imkanı sağlamıştır.
- Enformasyon yönetimi: Bütün bu faaliyetler gerçekleştirilirken gerekli bilgi akışının sağlanabilmesi sürecin sağlıklı olarak işlemesi için bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte bilgi akışı ve yönetimi oldukça kolaylaşmıştır [2].

Yukarıda açıklanan temel lojistik faaliyetler artık birbiriyle bağlantılı hale gelmiştir. Her bir faaliyet tek başına diğerini etkileyebilecek, maliyeti yükseltebilecek olan bir alandır. Bu sebeple bütün bu işlerin işletmelerin ihtiyaçları çerçevesinde en uygun bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Bu da lojistik yönetimi ile gerçekleştirilebilecek bir süreçtir. Bu süreç içerisinde uygun lojistik yönetimi sisteminin oluşturulması verimliliği artırarak rekabet avantajlarına olumlu etkilerde bulunmaktadır.

Nakliye Yönetimi

Nakliye yönetimi temel lojistik fonksiyonlardan birini oluşturmaktadır. Taşıma maliyetlerini azaltmak için nakliye planlaması yapılması, yapılan çalışmanın da konusunu oluşturmaktadır.

Gülüt (2007), nakliye planlamasını şöyle açıklamaktadır [9].

“Lojistik süreçleri arasında en karmaşık yapıya sahip olanlar nakliye süreçleridir. Depo yönetiminden farklı olarak nakliye yönetimindeki süreçlerin tek bir işletme içinde bile çok ciddi farklılıklar gösterebilmesi ve bu farklılıkların müşteri ihtiyaçları doğrultusunda iyice karmaşık hale gelmesi bunun temel kaynağıdır. Her kullanıcı için farklı ihtiyaçlara cevap verebilecek altyapının sağlanması ciddi bir ihtiyaçtır. Aberdeen Group’un yaptığı araştırmaya göre nakliye yönetiminde işletmelerin en çok ihtiyaç duyduğu çözümler şu şekilde sıralanmıştır: 1) Gelişmiş yük izleme sistemleri, 2) Nakliyeciler işbirliği platformları, 3) Uluslararası nakliye yönetimi, 4) Tedarik lojistiği yönetimi, 5) Navlun hesaplama, eşleştirme ve ödeme otomasyonu.”

“Nakliye yönetimi alanındaki çeşitli fonksiyonlar şöyle sıralanmaktadır: Stratejik Planlama, Stratejik Satın Alma, Taktik Planlama, İşbirlikçi Taktiksel Planlama, Operasyonel Nakliye Planlaması, Nakliye Yürütme ve Nakliyeciler İletişimi, Yük Oluşturma, Navlun Hesaplama, Navlun Eşleştirme ve Ödeme, Faturalama, İzleme Sistemleri, Performans Yönetimi, Sözleşme Yönetimi.”

3.2.1. Lojistik yönetimde performans ölçütleri

Lojistik yönetimde kullanılan performans ölçütleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Düşük maliyet
2. Artan zamanında teslim oranları
3. Azalan zamanında teslim süresi
4. Artan esneklik
5. Artan seçenek çözüm sayısı
6. Veri güvenilirliği ve hızlı erişim
7. Azalan bilgi ve evrak eksikliği
8. Artan temel yetkinliğe odaklanma oranı
9. Azalan toplam stok
10. Azalan bozulma ve hasar oranı
11. Artan müşteri odaklılık
12. Risk ve kazancın ortak paylaşımı
13. Etkinlik ve verimlilik

3.2.2. Lojistik yönetimde karşılaşılan problem alanları

Lojistik yönetimde karşılaşılan problemler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Depo yerleşimi
2. Stok yönetimi
3. Depo kapasitesi
4. Kaynakların aktif kullanılmaması
5. Dağıtım kaynaklarının optimize edilememesi
6. İç ve dış entegrasyon

Yukarıda da belirtildiği gibi, lojistikte ortaya çıkan problemler dağıtım yolunun belirlenmesi ve yükleme problemleri olarak düşünülebilir. Bu gibi problemler için kullanılan yaklaşımlar ise aşağıda yer almaktadır.

1. Gezgin satıcı problemi: Başlangıç ve bitiş noktaları aynı olan dağıtımdır. Bir turun tamamlanmış olması şartı vardır. Amaç, toplam seyahat süresini ve toplam mesafeyi minimize etmektir. Çözüm teknikleri hem sezgisel hem matematiksel olabilir. Bir gezgin satıcı bulunduğu kentten başlayarak, diğer $n-1$ kenti bir kez uğradığı bir daha uğramadan gezmesini ve yine başladığı yere dönmesini sağlayacak en kısa turu bulma problemidir. Merkezlerin hangi sırayla dolaşılacağı bulunmaya çalışılır. Çözümü için;

- En yakın komşu algoritması,
- Dal-sınır,
- Tur kurucu algoritma

kullanılabilmektedir.

2. Araç rotalama problemi: Gezgin satıcı probleminin bir çeşididir. Farkı araç kapasitesinin sınırlı olmasıdır. Amaç, belirli bir sayıda araçtan oluşan bir araç filosunun müşteri taleplerini karşılamak için yapılan dağıtımın süresi, maliyeti gibi

performans ölçütlerini minimize edecek şekilde rotasının belirlenmesidir. n adet şehir ve m adet depo bulunmaktadır, birinci şehir depodur. Her bir araç hangi depodan çıktıysa oraya geri döner. Her bir şehir yani düğüm, bir kez ziyaret edilir. Her bir aracın kapasitesi bellidir.

3. Çinli postacı problemi: Amaç minimum maliyetle her durağa en az bir kez uğrayarak çözümü bulmaktır.

- Euler çevrimi
- Yönsüz şebekelerde optimal postacı algoritması
- Yönlü şebekelerde optimal postacı algoritması

kullanılabilmektedir.

4. Minimum yayılan ağaç problemi: Amaç, ağdaki tüm noktaları birleştirirken aralarındaki mesafeyi minimize etmektir. Problemin çözümü için;

- Minimum yayılan ağaç algoritması
- Prim Algoritması
- Kruskal algoritması
- Euler çevrimi

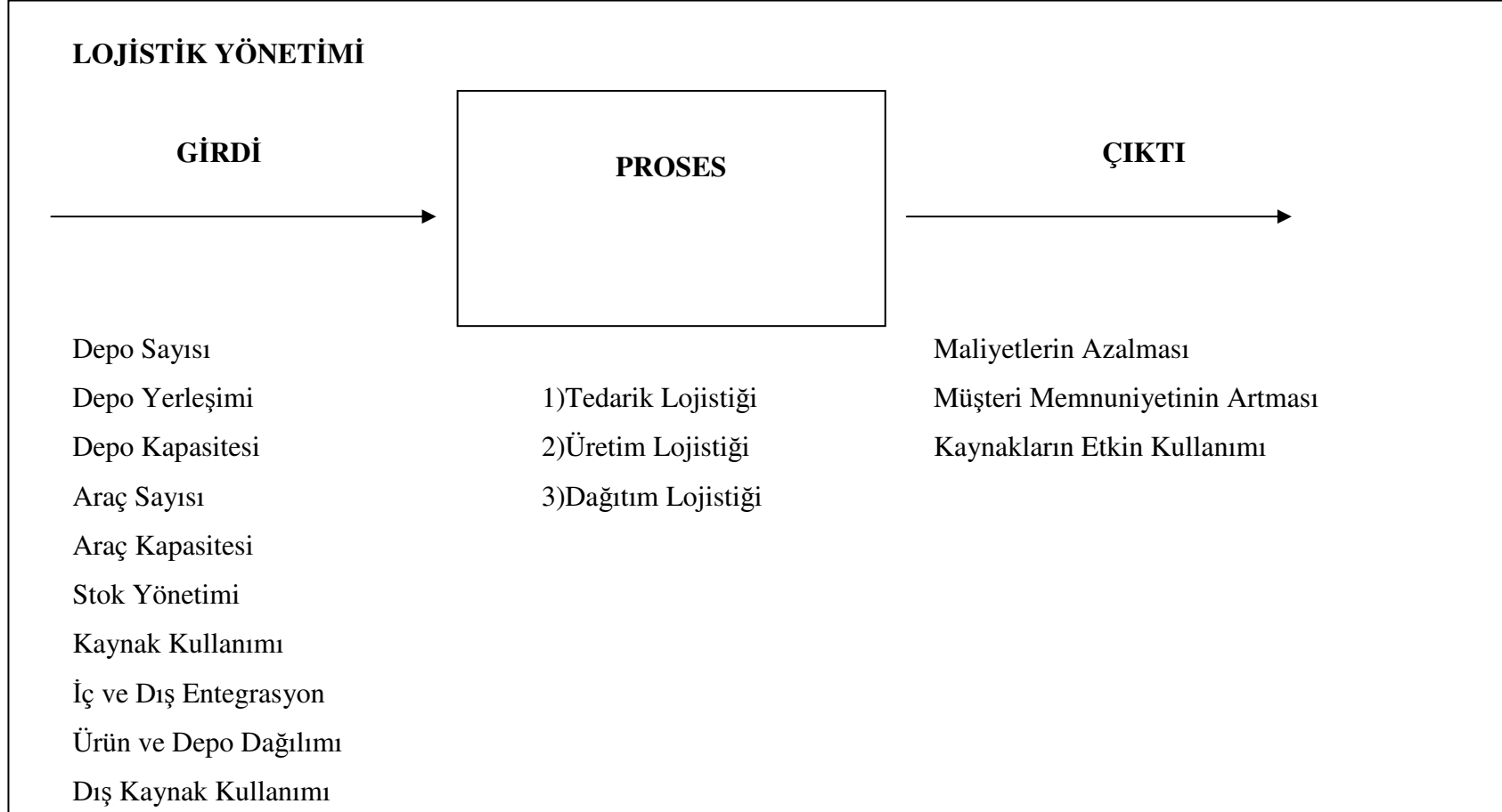
kullanılabilmektedir.

5. Kargo yükleme problemi: Birim ağırlıkları veya hacimleri belirli n tane farklı mal veya nesnenin, aracın yük kapasitesini ve hacmini aşmayacak şekilde en iyi yüklenmesine ilişkin karar problemleridir.

- Tamsayılı programlama
- Dinamik programlama

gibi yaklaşımlarla çözülebilmektedir.

Şekil 3.1'de, lojistik yönetiminin sistem yaklaşımı ile gösterimi verilmiştir



Şekil 3.1. Lojistik yönetiminin sistem yaklaşımı ile gösterimi

Şekil 3.1’de görülen tedarik lojistiği kavramı; tedarikçilerden firmalara direkt ya da yakın bir bölge arasına depolar yerleştirerek sağlanabilir, yani tedarik ve malzeme yönetimi fonksiyonlarını kapsar.

- Kaç depo
- Hangi malzeme hangi depoda
- Ne zaman çekilmeli
- Hangi araçla
- Nereye gönderilmeli

gibi problemler bulunmaktadır.

Tedarik lojistiği; Malzemenin tedarik işlemlerini ve tedarikçinin ardından envantere alınışı için gerekli kodlandırma ve kalite kontrolü gibi faaliyetleri kapsamaktadır. Bu nedenle tüm bu hizmetleri yerine getirmekte olan birimlerin birbirlerini tamamlayan bilgisayar programları ve iletişim sistemleri ile on-line bağlanmaları gerekmektedir.

Üretim lojistiği ise, üretim tesislerinde iş istasyonları arasında malzemelerin, yarı ürünlerin taşınması, hareketi ve gerektiğinde depolanması ile ilgilidir. Üretim lojistiği, işletmenin üretim operasyonlarına destek hizmet veren malzeme yönetimi fonksiyonunu kapsar. Malzemenin envantere girdiği andan itibaren envanter dışı kalana kadar geçirdiği tüm evreleri kapsamaktadır. Malzemenin müşterek lojistik prensiplerine göre ihtiyacın yerine ulaştırılması, depolanması, onarımı ve bakımı ile yenileştirme, tadilat gibi hususlarda şartnamelerin hazırlanması için gerekli iletişimin, etkileşimli şekilde, yine bilgisayar ağları üzerinden yapılması gerekmektedir.

Dağıtım lojistiği ise; nihai ürünlerin toptancılara, perakendecilere, ve müşterilere iletimi ile ilgilidir.

Genel olarak bakıldığında lojistik faaliyetleri iki farklı aşamada gerçekleştirilmektedir. Literatürde temel olarak iki ana başlık altında toplanan bu

faaliyetler, ikisi de birbirine bağlı olan, giriş (inbound) ve çıkış (outbound) lojistik hizmetlerini tanımlarlar. Bunlardan birincisi inbound lojistik olarak isimlendirilen, hammaddelerin tedarikçiden toplanmasını, depolanmasını ve üretimini TZY çerçevesinde düzenleyen faaliyetlerdir, üretim öncesi lojistik süreci, imalat konusunda çalışan işletmelerin lojistik faaliyetleri; hammadde, yarı mamul ve hazır parçaların üretim ortamına, taşınması işlemlerinin takip edildiği süreçtir.

Kısaca ifade etmek gerekirse bu süreç tamamen üretim öncesi gerçekleştirilen ve kaynakların üretim hattına taşınmasına hizmet eden bir süreçtir. Lojistik süreç içerisinde hammaddelerin firma adına daha ucuz bir şekilde temin edilerek üretim hattına kadar getirilmesini sağlar [2].

Diğeri ise, outbound lojistik (ıkış lojistiği) olarak isimlendirilen ve birinci faaliyeti tamamlayıcı bir unsur olan, üreticilerden mamullerin toplanarak stoklanması ve müşterilere dağıtılmasını sağlayan sistemin işlemesiyle oluşan faaliyetlerdir. Bu faaliyet şekli lojistik kelimesi anıldığında akla ilk gelen hizmet olmaktadır. İmalat konusunda çalışan işletmelerin, yukarıda bahsetmiş olduğumuz üretim öncesi lojistik faaliyetleri sonrasında ilgili iş istasyonlarına ve tezgahlara iletilmesi; yani fabrika içi taşıma ve elleçleme, nihayetinde çıkış ambarından dağıtım kanallarına ve müşterilere kadar uzanan zinciri kapsayan süreçtir [2].

Kısaca, bu süreçte üretim işlemi tamamlanmış olup üretilen malların pazara ve müşterilere ulaştırılması temin edilmektedir. Üretim ncesi operasyonda olduğu gibi, fiziksel akış ve bilgi akışı olarak nitelendirdiğimiz iki temel operasyon etrafında gerçekleşmektedir.

3.3. Lojistikte Dış kaynak Kullanımı

Küreselleşme ve teknolojidaki hızlı gelişmelerin etkisindeki şirketlerin, bu yoğun rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için müşteri ihtiyaçlarındaki değişkenliklerine uyum sağlamaları ve maliyet avantajını yakalamaları gerekmektedir.

Bu etkenlere bağlı olarak firmalar yönetim ve üretim yapılarında önemli değişimler yapmaya başlamışlardır. Değişim ve değişkenliğe uyum sağlayabilmek, dalgalanmalardan daha az etkilenmek, güncel ve en son teknolojilerden, bilgi birikiminden hızla yararlanabilmek amacıyla “dış kaynak kullanımı (outsourcing)” yöntemi yaygın olarak uygulanmaktadır.

Firmalar esneklik ve maliyet avantajlarını yakalayabilmek için hız kazanmak durumunda da kalmıştır. Bu nedenle, faaliyetlerinin bir kısmını yabancı firmalara devrederek daha hızlı gerçekleştirebilme yeteneğine sahip olmuştur.

Lojistikte dış kaynak kullanımı, literatürde “1PL” olarak geçen “birinci parti lojistik” ile başlamaktadır. Bu kavram, bir firmaya ait lojistik operasyonların kargo şirketi tarafından yapıldığı bir sistemi ifade etmektedir. 80’li yıllarda lojistik servislerin satın alınması hızla artmıştır. Daha sonra “2PL” olarak bilinen “ikinci parti lojistik” taşıma ve depolama hizmetlerinde hizmet satın alımı şeklinde ortaya çıkmıştır.

Hızla gelişen bu süreçte daha sonra “üçüncü parti lojistik” gelişmiş ve müşterilere ürünleri yerine ulaştırmada depolama, yükleme ve organizasyon gibi faaliyetleri de sunar olmuştur. Günümüzde ise, daha karmaşık lojistik problemlerini çözmek üzere dördüncü parti lojistik (4PL) gelişmiştir. 4PL kavramı ‘Accenture’ firması tarafından geliştirilmiş ve bu firmaya mal edilmiştir. Bu hizmetleri sağlayan diğer firmalar LLP (Lider Lojistik Sağlayıcı) kavramını kullanmaktadır. Gerçekte dördüncü parti lojistik sağlayıcı, sahip olduğu teknoloji, kaynaklar ve yetenekleriyle kapsamlı bir arz zinciri çözümleri sunan bir arz zinciri entegratörüdür. 4PL organizasyonlara arz zinciri

çözümlerini değerlendirir, dizayn eder, oluşturur ve işletmesini sağlayarak kendi uzmanlık alanında hizmet sağlamış olur. 4PL yaklaşımının günümüzde popüler olan dış kaynak kullanımından farkları; bütüncül arz zinciri çözümleri sunması ve tüm arz zincirini etkileyecek bir değer yaratabilmesidir. Günümüzde, lojistikte dış kaynak kullanımı denildiğinde, üçüncü parti lojistik gündeme gelmektedir.

DKK (Dış Kaynak Kullanımı) kısaca, daha önce firmanın kendisi tarafından gerçekleştirilen fonksiyonlarının başka bir firma tarafından yapılması, yani hizmet satın alınması olarak tanımlanabilir. Ancak DKK sürecini geleneksel satın almadan ayıran özellikler vardır. Fonksiyon ya da hizmeti satın alan firma ile tedarikçi arasında “iş ortaklığı” denilebilecek stratejik bir ilişki söz konusudur. Bu ilişkide daha yüksek performans ve/veya düşük maliyet hedefine yönelik olarak bağımsız iki firmanın ortak çabası söz konusudur. Bu faaliyetin hedeflere uygun gerçekleştirilmesi her iki firmanın da amacıdır. Riskin paylaşılıyor olması, bu ilişkiyi geleneksel müşteri-tedarikçi ilişkisinden ayırmaktadır.

DKK uygulayan firma iş sürecinin sahipliğini dışarıya devretmiştir. DKK yaklaşımında hizmeti alan firma, hizmeti sunan firmaya işini nasıl yapacağını değil, hangi iş sonuçlarına ulaşmasını istediğini bildirir. İşin sorumluluğu hizmet alınan firmaya aittir.

LODER’in tanımına göre dış kaynak kullanımı;

“Tedarik zinciri içindeki temel lojistik faaliyetlerinden birkaçının (ardışık olarak en az üç farklı faaliyet - örneğin depolama, nakliye ve stok yönetimi) konusunda uzman lojistik şirketleri tarafından üstlenilmesidir” [2] .

DKK yaklaşımında geleneksel hizmet satın almaya göre, daha kapsamlı ve uzun soluklu olması, standart hizmetlerden çok hizmet verenle alanın ortaklaşa geliştirdiği özel çözümleri içermesi, işin nasıl yapıldığından çok iş sonuçlarına odaklanması gibi farklılıklar yer almaktadır. Geleneksel olarak bir hizmet sağlayıcıdan birbirinden bağımsız satın alınabilen ve birbiriyle ilişkilendirilmemiş, belirli hizmet seviyeleri

tanımlanmamış nakliye, depolama, sipariş işleme, malzeme taşıma hizmeti satın almaları DKK kapsamına girmemektedir. Geleneksel nakliye yaklaşımı ile DKK'nın karşılaştırması Çizelge 3.1 'de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Lojistik yönetiminde geleneksel yaklaşım ve dış kaynak kullanımı [8]

Geleneksel	Dış Kaynak Kullanımı
Standart	Müşteriye Özel
Genellikle tek boyutlu, yalnızca taşıma ya da yalnızca depolama	Çok boyutlu taşıma, depolama, ambar yönetimi birbirini tamamlar biçimde, bütünleşik sistem yaklaşımı
Amaç nakliye masraflarının en aza indirilmesi	Hizmet kalitesi ve esneklik gereksinimlerini de göz önüne alarak toplam sahip olma maliyetinin en uygun düzeye indirilmesi
1-2 yıllık sözleşmeler	Üst/ora yönetim düzeyinde tartışılan daha uzun süreli sözleşmeler
Daha kısıtlı bir alanda uzmanlık gereksinimi	Daha geniş kapsamlı lojistik uzmanlığı ve analitik yetenekler gereksinimi
Sözleşme görüşmeleri kısa sürer	Sözleşme görüşmeleri uzun sürer
Firmalar arasındaki bağ daha zayıf, hizmet sağlayıcı firmayı değiştirmek daha kolay	Firmalar arasındaki bağ daha kuvvetli, hizmet sağlayıcı firmayı değiştirmek daha zor ve maliyetli

LODER'in DKK tanımında ve Çizelge 3.1.'de görüldüğü gibi, DKK'da önemli derecede fark yaratan bir değişiklik, birden fazla faaliyetin hizmet alınan firmaya devrediliyor olmasıdır.

Lojistik sektöründe dış kaynak kullanımı aynı zamanda 3. parti (taraf) lojistik olarak da anılmaktadır. Faaliyetlerin gerçekleştirilmesini üstlenen yabancı firmalar ise, 3.

parti hizmet sağlayıcılar olmaktadır. Bu firmaların gerçekleştirdiği faaliyetlerin başında *taşıma* gelmektedir. Çoğu firma, nakliye hizmetleri ile ilgili olarak 3.parti hizmet sağlayıcıları kullanmaktadır.

Lojistik sektöründe DKK'ya yönelimin arkasında çok sayıda farklı etken yer alır. Firmaların küresel pazarlara açılması lojistik gereksinimlerini hızla arttırmıştır. Yeni girilen pazarlar ve bu pazarlardaki düzenlemeler hakkında bilgi birikimi ve uygun altyapı bulunmaması firmaların 3. parti lojistik şirketlerine yönelmesine neden olmuştur.

Bunun yanı sıra tam zamanında üretim, esnek üretim sistemleri gibi yöntemler bu sistemleri besleyecek kaynakların planlamasını ve yönetimini daha da karmaşıklaştırmıştır. Böyle sistemleri destekleyecek süreçleri ve bilgi sistemlerini kurmak ve işletmek özel yetkinlikler gerektirmektedir. Ayrıca yüksek kurulum maliyetleri ve uzun devreye alma süreleri firmaların kendi iç organizasyonları ile bu sorunların üstesinden gelmelerini olanaksız kılmaktadır. Bu gibi sebepler firmaları DKK'ya yöneltmektedir.

Piyasalardaki dalgalanma ve talepteki değişiklikler firmaları, yüksek yatırımlardan kaçınmaya, sabit maliyetlerini en aza çekmeye zorlamaktadır. Firmalar tahmin edemedikleri gelecek için yatırım yapmaktansa, bir 3. partinin kaynaklarını kullanıp, kullandığı kadar ödeme yaparak maliyetlerini deşışkене çevirmeyi hedeflemektedir.

Toplam maliyetleri azaltmak, lojistik zinciri içerisindeki stok miktarlarını düşürmek, yüksek yatırımların firma defterlerinde yer almamasını sağlamak, toplam çalışan sayısını yükseltmemek de firmaları DKK'ya yönelten finansal nedenlerdir.

3.4. Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi İlişkisi

Genellikle tedarik zinciri lojistik ile karıştırılmaktadır. Oysa, lojistik, tedarik zinciri değildir, onun önemli ve büyük bir parçasıdır. Lojistik yönetimi işlemleri giren ve çıkan malzemenin taşınmasını, depolanmasını, elleçlenmesini, sipariş alımını, lojistik ağı tasarımını, stok yönetimini, arz talep planlamasını, 3. parti servis sağlayıcıların yönetimini kapsamaktadır. Değişken ölçütlerde olmak üzere malzeme temini, satın alma, üretim planlaması, zamanlama, paketleme, montaj ve müşteri hizmetleri de bu kapsam içine girmektedir. Kapsam içine ayrıca stratejik, operasyonel ve taktik planlamalar da alınmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminin başarısını; lojistik zincirinin etkinliği ve hızlı yanıt verebilme özelliği etkiler. Lojistik işlerinde artan dış kaynak kullanımı, artan maliyet baskısı nedeni ile müşteri hizmet taleplerini dengeleme gerekliliği doğmuştur. Daha iyi, daha ucuz hizmete, daha hızlı ve daha kolay şekilde ve kesintisiz erişmek önemli hale gelmiştir.

Lojistik, tedarik zinciri prosesinin müşteri ihtiyaçlarının karşılanması için başlangıç noktasından tüketim noktasına kadar olan malların, hizmetlerin ve ilgili bilgilerin etkin ve verimli bir şekilde akışının ve depolanmasının sağlanmasıdır. Bu sürecin planlanması, uygulanması ve kontrolü ise lojistik yönetimi ile gerçekleştirilir.

4.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Üretim sistemlerinin 1960'lı yıllarda malzeme ihtiyaç planlaması ile başlayan gelişimi, 1990'lı yıllarda kurumsal kaynak planlaması sistemleri ile devam etmiş ve ardından, tedarik zinciri ve tedarik zinciri yönetimi kavramları ortaya çıkmıştır. Günümüzde ise, lojistik yönetimi tedarik zincirleri için önemli hale gelmiş ve lojistik faaliyetler tedarik zincirlerini yönetir olmuştur.

Bu bölümde, yapılan çalışmanın konusunu oluşturan bu kavramların literatürdeki gelişimleri incelenecektir. Tedarik zinciri yönetimi ve lojistik yönetimi konuları öncelikle genel olarak incelenmiş ve daha sonra yapılan uygulamanın konusunu oluşturan 'nakliye planlaması'na yönelik literatüre geçilmiştir.

4.1. Genel Yaklaşımlar

Tedarik zincirleri ile ilgili ilk çalışmalar çok aşamalı stok modelleriyle birlikte başlamıştır. İki aşamalı sistemlerle ilgili araştırmaların çoğu Clark ve Scarf'ın (1962) klasik çalışmasına dayanır [10]. Clark ve Scarf klasik envanter tanımları yerine çok aşamalı stok yaklaşımını getirmiştir.

Houlihan (1988), TZY'nin, işletmenin stratejik kararları içine lojistik konusunu dahil ettiğini söylemiştir. Tüm değer zincirindeki stoğu azaltmak için rekabetçi durum, pazarın karmaşıklığı ve artan belirsizliği saymak üzere bayilik endüstrisindeki organizasyonlar TZY'yi yeniden yapılandırmıştır (Houlihan, 1987, 1988). Bu yapılanma, stratejik bir araçtır ve klasik taşıma ile içinde değer zincirinin tek bir birleşik varlık olduğu lojistik yönetimini birbirinden ayırmaktadır. Ellram ve diğerleri (1989), bütünleşik lojistik içeriğinde, kısa ve güvenilir sipariş çevrimi ve tüm siparişleri yerine getirme yeteneğinin kritik müşteri hizmet elementleri olduğunu söylemiştir. Eloranta ve Hameri (1991), lojistikteki araştırmaların üretim öncesi ve üretim sonrası olarak ikiye bölünme eğilimi olduğuna ve öncelikli ilginin üretim öncesi lojistiğe verileceğine dikkat çekmiştir. Ellram (1991), entegre bir lojistik

sisteminin, ürünlerin atık olmadan tedarikçilerden tatmin edilen müşterilere hareketini kontrol eden bir sistem olduğunu söylemektedir. Özel işlem yatırımının tedarik zinciri gibi bir ilişki anlaşmasında güçlü pozitif bir etkiye sahip olması gözleme dayalı bir gösterge olsa da (Anderson ve Weitz, 1992), literatür iç organizasyon kültürünün doğru bir entegre lojistik kavramını engellediğini söylemektedir (Gattorna ve diğerleri, 1991) [11].

Langley ve Holcomb (1992); ve Shapiro ve diğerleri (1993) ilk başlardaki, lojistiğe olan dar bakışın genişleyerek tedarikçilerden müşterilere tüm değer zinciri boyunca uzanan ayrıntılı bir konu haline geldiğini söylemiştir [11]. Bu, kanal üyelerinin değer zinciri boyunca tekli itmeli stok sistemi yerine birleşik bir lojistik varlığı olarak rekabet etmesini mümkün kılmaktadır.

Lee ve Whang (1993), performans ölçüm sistemi geliştirmişlerdir. Tedarik zinciri tasarımında önemli bir bileşen, verilen bir performans ölçütü ya da performans ölçütleri seti ile etkin bir tedarik zinciri tasarımının nasıl başarılacağına belirlenmesi olduğu söylenmiştir [10].

Lojistiğin ilk anlamı depoları stokla doyurmak iken, entegre bir lojistik sistemi stok yönetimi, satıcı ilişkileri, taşıma, dağıtım, depolama ve ulaştırma hizmetlerini içermektedir. Lojistik prosesinin önemli bir bileşeni, etkin bir fiziksel dağıtımdır. Handfield (1994)'te özellikle JIT (Tam Zamanında Üretim) sisteminde olduğu gibi, mal alım-satımı çabukça yeniden doldurulmalı ve küçük partiler halinde nerede ve ne zaman ihtiyaç duyuluyorsa oraya ulaştırılması gerektiği söylenmektedir [11].

La Londe ve Masters (1994), değer zincirindeki bağımsız firmaların lojistik operasyonlarının koordine edilerek, ileri ve geri dikey entegrasyonun faydalarının çoğunun elde edilebileceğini söylemiştir. Bu yönden TZY'nin, entegre bir lojistik sistemiyle eş anlamlı olduğu söylenmişlerdir (Johnson ve diğerleri, 1999; Lambert ve diğerleri, 1998; Bowersox ve Closs, 1996; Coyle ve diğerleri, 1996) [11].

Carter ve Ferin (1995) bir firmayı, etkin bir tedarik zincirinde kariyer içeren değer zincirindeki diğer firmalara dahil etmeninde ötesinde TZY kavramını genişletmişlerdir [11].

Geoffrion ve Powers (1995) stratejik dağıtım sistemleri tasarımında tarihsel bir bakış gerçekleştirmiştir. %5 ten %15 e tipik maliyet azaltım oranından bahsetmişlerdir. Ayrıca lojistik prosesi kurma prosesinin, firmaları kendi lojistik fonksiyonlarını daha doğru tanımlamaya ve anlamaya zorladığı için temel yararı olduğuna yer vermişlerdir. Son 20 yıl boyunca gerçekleşen 6 önemli değişikliği tanımlamışlardır. İlk olarak, lojistik ihmal edilen bir aktiviteden gerekli bir iş fonksiyonuna dönüşmüştür. Toplam sistem maliyetini minimize etme içeriği, standart lojistik amacı olarak kabul edilmiştir. İkinci önemli değişiklik lojistik operasyonlarında bilgisayarlar ve iletişimlerin getirilmesidir. Üçüncü değişiklik optimize olmayan hesaplama için uygun karışık tamsayı program çözücülerini kullanarak optimize etmek için sezgisellere geçiştir. Algoritma hızlanması, Benders ayrıştırma, primal şebeke simplex algoritmaları ve faktörizasyona dayalıdır. Dördüncü değişiklik veritabanı araçlarının gelişmesi ve kullanımınıdır. Beşinci gelişme, daha çok özelliği ve tedarik zincirinin daha büyük bir bölümünü içine almak için lojistik tasarım modellerinin sistematik gelişimi olarak düşünülmektedir. Son olarak, altıncı değişim, lojistik karar destek araçlarının endüstriyel organizasyonlar tarafından kullanımının yalnızca depo yerlerinden çıkarak tedarik zinciri tasarımları olarak genişlemesi şeklinde belirlenmiştir [12].

İki aşamalı modellerle ilgili yaklaşımlar Diks ve diğerleri (1996) ve Van Houtum ve diğerlerinde (1996) de bulunmaktadır [10].

Lamming (1996), öncelikle TZY'nin satın alma ve tedarik yönünü gösterirken, TZY'yi lojistik alanında temellenen bir teori olarak sonuçlandırmıştır. Bu çalışmada lojistik süreci, tedarik, üretim ve dağıtım lojistiği olmak üzere üç aşamada incelenmiştir [11].

Lojistik yönetimi konularının bazıları, dağıtım şebekesinin konfigürasyonu, üretim planlama, stok kontrol, çapraz yükleme, stok ve taşıma entegrasyonu, araç filosu yönetimi, araç rotalama, paketleme problemleri Bramel ve Simchi-Levi (1997) tarafından tartışılmıştır [13].

Vidal ve Goetschalckx (1997), global lojistik sistemlerinin stratejik ve taktik tasarımı için metodoloji araştırmada bir çok eksik özellik ve fırsatları belirlemiştir. Araştırmaların çoğunun, taşıma biçimi seçimi, şubeler arasında taşıma maliyetinin atanması, stok maliyetlerinin karar probleminin bir parçası olarak kabul edilmesi, tedarikçilerin kesin olarak dahil edilmesi, ve uluslar arası vergilendirmenin doğrusal olmayan etkisi gibi ilgili uluslar arası faktörleri ihmal ettiğini söylemektedir [12].

TZY’de amaç, stokla mükemmel bilgiyi yer değiştirmektir. Lewis ve Talalayevsky (1997), mükemmel bilgi teknolojisi prosesi aracılığıyla lojistik aktivitelerinin etkin koordinasyonun organizasyonel performans için gerekli olduğunu söylemişlerdir [11].

Lojistik yönetiminde, bilginin iletimi giderek daha fazla önem kazanmıştır. Barkodlama ve radyo frekans yayılım teknolojilerinde elektronik değişimin gelişimi, entegre lojistik kavramının evrimine büyük ölçüde yardım etmiştir. Bu alandaki araştırmaların, Whiteoak (1997)’un yaptığı çalışmaya dayandığı söylenmiştir [11].

Beamon (1998), araştırmacılar ve uygulayıcıların öncelikle, ayrı olarak üretici tedarik zincirlerini araştırdığını ve daha sonra, bir bütün olarak tedarik zincirinin tasarımı, performansı ve analizine dikkat çekildiğini söylemektedir. Bu dikkat, büyük ölçüde artan üretim maliyeti, üretim tabanında daralan kaynaklar, kısalan ürün yaşam çevrimleri, üretimde faaliyet sahasının sınırlanması ve pazar ekonomisinde globalleşme sonucu olmuştur. Yazar yaptığı çalışmada; çok aşamalı tedarik zinciri modellemede literatürü incelemiş ve bu alandaki gelecek araştırmalar için kaynak oluşturmaya çalışmıştır [10].

Bir tedarik zinciri çeşitli iş varlıklarının (tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar, ve bayiler), hammaddelerin alınması, bu hammaddelerin nihai ürünlere dönüştürülmesi ve bu nihai ürünlerin bayilere gönderilmesi amacı için birlikte çalıştığı bütünleşik prosesler olarak tanımlanmıştır. Bu zincir, geleneksel olarak hammaddelerin ileri akışı ve bilginin geriye akışı ile karakterize edilmiştir. Tedarik zincirine olan ilgi, geleneksel tedarik zincirini, ters lojistik, geri dönüşüm, yeniden üretim ve yeniden kullanım amaçları için ürün iyileştirme içerecek şekilde genişletmektedir. Yukarıda da bahsedildiği gibi, üretim araştırmaları içerisinde, tedarik zinciri kavramı büyük ölçüde iki aşamalı çoklu stok modelleri olarak gelişmiş ve çoğu araştırma iki aşamalı sistemlerin tasarım ve analizinde yapılarak ilerleme sağlanmıştır. Çalışmada, sonuç olarak bir tedarik zincirinin, içinde hammaddelerin nihai ürünlere dönüştürüldüğü ve sonra müşterilere dağıtıldığı prosesin bütünleşik bir yapısı olduğu söylenmiştir. Bu zincir, üretim planlama ve stok kontrol prosesleri ile dağıtım ve lojistik prosesleri olmak üzere iki temel, bütünleşik prosteden oluşmaktadır. Üretim Planlama ve Stok Kontrol Prosesi, üretim, stoklama alt prosesleri ve bunların arayüzlerini çevreleyerek, üretim planlama, tüm üretim proseslerinin (hammadde çizelgeleme ve alma, üretim prosesi tasarımı ve çizelgeleme ve malzeme taşıma tasarımı ve kontrolü dahil olmak üzere) tasarım ve yönetimini tanımlamaktadır. Stok kontrol ise, stok politikaları ve hammadde, yarı ürün ve genellikle nihai ürünler için prosedürleri tanımlamaktadır. Dağıtım ve Lojistik Prosesi, ürünlerin depolardan bayilere nasıl bulunup getirileceği ve taşınacağını belirlemektedir. Bu ürünler, bayilere doğrudan taşınabilmekte ya da ilk önce dağıtım yerlerine götürülerek daha sonra bayilere gönderilmektedir. Bu süreç stok dönüşüm yönetimi, taşıma ve nihai ürün taşımayı içermektedir. Bu proseslerin biri diğeriyle bütünleşik bir tedarik zinciri oluşturmak için etkileşmektedir [10].

Hale (1999), TZY ile birlikte lojistik kararların işletmenin stratejik kararlarının içinde olduğunu belirtmiştir [11].

Croom ve diğlerleri, (2000), TZY ile bağlantılı literatürün sınıflandırılması için bir yapının kullanımı ve gösterimi aracılığıyla önemli bir teoriye katkıda bulunulmasını amaçlamışlardır. Çalışma TZY ile ilgili araştırmaların analizine dayanmaktadır. TZYne ilişkin konulardan lojistikle ilgili olarak literatürde yer alan konu başlıkları; *malzeme ve bilgi akışlarının bütünleştirilmesi; tam zamanında üretim, malzeme ihtiyaç planlaması; fiziksel dağıtım; lojistik erteleme, kapasite planlama, tahmin bilgi yönetimi, dağıtım kanalı yönetimi, malzeme akışının planlama ve kontrolü* gibi başlıklar altında toplanmıştır [14].

Tan (2001), geçen on yıl boyunca, geleneksel satın alma ve lojistik fonksiyonlarının, TZY olarak bilinen malzeme ve dağıtım yönetimin içinde, stratejik bir yaklaşım olarak geliştiğini söylemektedir. Bu araştırma literatür temelini gözden geçirmiş ve operasyon, malzeme ve lojistik yönetimi için bütünsel ve stratejik bir yaklaşım olarak ortaya çıkan iki ayrı yoldan TZYnin gelişimini incelemiştir [11].

Mason ve diğlerleri (2002)'ye göre, elektronik ticaret ve ortak firma-firma işlem yetenekleri tedarik zincirleri uygulamasıyla değişmiştir. İnternet bilgi değişimini daha önce görülmemiş bir şekilde, genellikle normale göre çok yüksek bir hızda mümkün kılmıştır. Firmaların, önemli tedarik zinciri varlıklarının yerleşimi bilgileri, yani tedarikçi/müşteri depolama seviyeleri ve anahtar müşteri sipariş kalıpları, nakliye yönetim sistemleri, ürünler ya da araçlar gibi tipik olarak saklanan depo yönetim sistemlerinden verileri etkin kullanmak üzere donatılmamış olduğu söylenmiştir. Bu sistemlerin, tedarik zinciri boyunca malların fiziksel akışının bütünleştirilmesinde anahtar faktörler olduğundan bahsedilmiştir. Bu sistemlerin bütünleşmesi, nakliye ve teslim alma çevrim zamanlarını azaltarak, nakliye ve stok doğruluğunu artırarak ve temin zamanı değişkenliğini azaltarak azalmış maliyetler ve gelişen müşteri hizmetine neden olan global stok görünürlüğüne sağlamaktadır [15].

Tedarik zincirlerinin global olarak dikkate alınmadan, iyileştirme ve optimizasyonu için birçok çalışma yapılmıştır. Karışık tamsayı programlama modelleri en çok kullanılan tekniklerden birisidir.. Birçok model, problemi bölgesel, yerel, ya da tek

ülke ortamı olarak belirlemiştir ve bu çalışmalarda tedarik zinciri tasarımında uluslararası faktörler önemli bir etkiye sahip değildir [12].

Yapılan çalışmada, literatürde kullanılan teknikler iki bölümde incelenmiştir: TZY ve lojistik yönetimi problemleri ile ilgili matematiksel yaklaşımlar ve sezgisel yaklaşımlar.

4.1.1. Matematiksel yaklaşımlar

Geoffrion ve Graves (1974), çok ürünlü tek dönemli üretim-dağıtım problemini çözmek için Benders ayrıştırıma dayalı bir algoritma geliştirmişlerdir. Yazarlar, tek kaynaklı kapasiteli akış problemini Benders ayrıştırma ile çözerek bir ilk olmuştur [12].

Williams (1983), bir tedarik zinciri şebekesinde her düğümde üretim ve dağıtım parti büyüklüklerini eşzamanlı olarak belirlemek için bir dinamik programlama algoritması geliştirmiştir [10].

Hodder ve Dincer (1986), tesis yeri değişkenleri ve ürün akış değişkenlerini finansal değişkenlerle kombine eden karışık tamsayılı kuadratik bir programlama modeli geliştirmişlerdir. Formülasyon, amaç fonksiyonunda ürünlerin indirimli fiyatı ve tesislerdeki sabit maliyetleri gösteren rassal değişkenler içermesine rağmen, model yalnızca yaklaşık bir prosedür kullanarak rasyonel büyüklükteki problemleri çözebilmektedir [12].

Ishii ve diğerleri (1988), sonsuz planlama ufkunda bütünleşik bir tedarik zinciri için temel stok seviyeleri ve tedarik sürelerini belirlemek üzere deterministik bir model geliştirmişlerdir. Stok seviyeleri ve tedarik süreleri, yok satmayı önlemek ve her stoklama noktasında “ölü” stok miktarını minimize etmek için belirlenmiştir [10].

Cohen ve Lee (1988), tedarik zinciri üretim sisteminin her aşamasında tüm hammaddeler için malzeme ihtiyaç politikası kurmak üzere bir model geliştirmişlerdir. Bu çalışmada, yazarlar dört farklı maliyet tabanlı alt model (her üretim aşaması için düşünülen bir stokastik alt model vardır) kullanmışlardır. Bu alt modellerin her biri, aşağıda tanımlanmıştır [16]:

1. Malzeme Kontrol: Verilen temin zamanları, doluluk oranları, ürün ağaçları, maliyet verileri, ve üretim ihtiyaçlarına göre tüm tedarik zinciri tesisleri için malzeme sipariş miktarı, yeniden sipariş verme aralığı, ve tahmin edilen cevap verme zamanlarını kurmaktadır.
2. Üretim Kontrolü: Verilen malzeme cevap zamanlarına göre her ürün için üretim parti büyüklükleri ve temin zamanlarını belirlemektedir.
3. Depo edilen bitmiş hazır ürün: Maliyet verileri, doluluk oranı amaçları, ürün temin zamanları, ve talep verilerini kullanarak her ürün için ekonomik sipariş miktarı ve büyüklüğünü belirlemektedir.
4. Dağıtım: Her dağıtım tesisi için taşıma zamanı ihtiyaçları, talep verileri, maliyet verileri, şebeke verileri, ve doluluk oranı amaçlarına dayanarak stok sipariş politikaları kurmaktadır.

Bu alt modellerin her biri, minimum maliyet amacına dayanmaktadır. Son hesaplama basamağında, yazarlar, her bir alt model için toplam maliyetler toplamını minimize eden matematiksel bir program kullanarak yaklaşık optimal sipariş politikalarını belirlemektedir [16].

Cohen ve Lee (1988), ekonomik sipariş miktarı (EOQ) tekniğine dayanan, yazarların “global kaynak yayılımı” politikası olarak adlandırıldığı deterministik, karışık tamsayı, lineer olmayan bir matematiksel programlama modeli göstermektedir. Modellerinde kullanılan amaç fonksiyonu, üretim yerlerinde ve dağıtım merkezlerinde toplam vergi sonrası net karı maksimize etmektedir. Amaç fonksiyonu, yönetsel kısıtlar (kaynak ve üretim kısıtları) ve “mantıksal tutarlılık kısıtları”

(uygunluk, mmnknlk, talep limitleri, ve değişkenlerin negatif olmaması) da içeren birtakım kısıtlara bağlı kabul edilmektedir. Bu modelin ıktıları [10]:

- Dağıtım yerlerinden pazar bölgelerine, satıcılardan dağıtım yerlerine, alt montajlardan üretim yerlerine ve nihai ürünler için atamalar,
- Alt montajlar, bileşenler ve satıcılar, üretim yerleri, dağıtım merkezleri arasında taşınacak nihai ürünlerin miktarı
- Üretim yerlerinde üretilcek nihai ürün, bileşenler ve alt montaj miktarlarıdır.

Bu model vergi sonrası karı maksimize ederken malzeme ihtiyaçları ve tüm ürünler için atamaları gerçekleştirmektedir.

Cohen ve diğerleri (1989), uluslar arası tedarik zincirini tek ülkeli modellerden ayıran temel özellikleri göstermişlerdir. Çalışmada belirlenen en önemli özellik, hammadde ve üretim maliyetlerini azaltmak için, işlerin, tarifelerin ve ülkeler arasında farklı vergi oranlarının, kur değişim oranlarının rassal dalgalanmalarının, tek ülke modellerine dahil edilmeyen kısıtların bulunduğu ve ölçek ekonomileri elde etmede çok uluslu firmalara global sistemler olarak davranmanın gerekliliğidir. Bu zellikleri dikkate almak için, yazarlar ilk önce, dinamik, doğrusal olmayan, karışık tamsayılı programlama olan kuralcı bir modelin formülasyonunu geliştirmişlerdir. Modelde, fabrikalara sabit satıcı masraflarından elde edilen sabit maliyetleri tahsis etmek için ulaştırma ücretleri ve karar değişkenlerine fiyat artışı dahil edilmiştir ve model doğrusal olmadığı belirtilmiştir. Amaç fonksiyonu firmanın vergi sonrası karını maksimize etmeyi hedeflemektedir. Kısıtlar, malzeme tedarik ilişkilerini, fabrikalarda ürün ağaçlarını, pazar talebini, pazar nakit akışlarını, tesis kapasitesini, yerel kuralları ve finansal değişkenler üzerindeki kısıtları içine almaktadır. Bu modelin temel katkıları satıcı tedarikçi kontratlarının ve yerel kısıtların kesinlikle dahil edilmesidir. Kur değişim oranlarındaki rassal dalgalanmalara, bahsedilmesine rağmen, kesin olarak yer verilmemiştir. Sonuç olarak, yazarlar kendi orijinal modellerini çözememiştir. Bunun yerine, basitleştirilmiş bir modeli çözmek için ulaştırma ücretlerini ve genel değişkenleri sabitleyerek bir yöntem göstermişlerdir.

Bu değişkenleri sabitlemek, modeli daha kolay kontrol edilebilir doğrusal karışık tamsayılı programlama modeline dönüştürmüştür. Bununla birlikte deneysel hesaplamaya hiç yer verilmemiştir. Yazarlara göre, modelin bazı değişkenleri, başarılı bir şekilde onlar tarafından ve/veya diğer araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir, ancak hiçbir spesifik sonuç gösterilmemiştir. Cohen ve Lee (1989) orijinal modelin basitleştirilmiş halini göstermişlerdir [12].

Cohen ve Moon (1990), Cohen ve Lee (1989)'u kısıtlı optimizasyon modelini geliştirerek genişletmiştir. Bu model, tedarik zinciri maliyetinde birçok parametrenin etkisini araştırmakta ve hangi üretim yeri ve dağıtım merkezinin açılacağı konusundaki ek problemi dikkate almaktadır. Ayrıca, yazarlar hammadde tedarikçileri, üretim tesisleri, dağıtım merkezleri ve bayileri içeren bir tedarik zincirini ele almaktadır. Bu sistem, hammaddelerin çeşitli türlerini kullanarak ara ürünler ve nihai ürünler üretmektedir. Bu belirli sistem kullanılmış ve çeşitli üretim girdileri, taşıma maliyetleri ve çıktıları aşağıdaki gibi kabul edilmiştir [10]:

- Mevcut üretim yerleri ve dağıtım merkezleri açık olmalı
- Satıcılar ve üretim yerleri için hammadde ve ara ürün sipariş miktarları belirli olmalı
- Üretim yeri aracılığıyla ürünün üretim miktarı belirli olmalı
- Üretim yerinden dağıtım merkezine oradan da müşteriye spesifik ürün taşıma miktarı belirli olmalı.

Bu modelin amaç fonksiyonu, tedarik, kapasite, atama hammadde tedarik kısıtlarına göre sabit ve değişken üretim ve taşıma maliyetlerini içeren bir maliyet fonksiyonundan oluşmaktadır. Kendi örnek tedarik zinciri sonuçlarına dayanarak, yazarlar değişken durumlar altında tedarik zinciri maliyetlerine egemen olan birçok faktör olduğu sonucuna varmış ve taşıma maliyetlerinin tüm tedarik zinciri operasyonları içinde önemli bir rolü olduğuna karar vermiştir [10].

Svoronos ve Zipkin (1991), çok aşamalı, dağıtım şekilli tedarik zinciri sistemlerini (örn: her bir tesis en fazla bir direkt öncüle ama izleyen herhangi bir sayıda elemana sahip olabilecek şekilde) ele almaktadır. Bu çalışmada, yazarlar ortalama stok seviyesi ve her tesiste askıda kalan yok satmalar için durağan durum yaklaşımları elde etmektedir. Sonuç olarak, bu yaklaşımları kullanmış ve minimum maliyetli temel stok seviyesini belirleyen bir optimizasyon modeli kurulmasını önermişlerdir [10].

Cohen ve Kleindorfer (1993), global işletme faaliyetleri için kuralcı bir model çatısı tanımlamıştır. Model yerleşim, kapasite, ürün karışımı, malzeme akışı ve nakit akışı kararlarını uluslar arası bir senaryoda içermektedir. Model çatısı, çok dönemli stokastik olan bir ana problemi belirlemektedir, bu tek dönemli stokastik bir programdır ve problem, tüm programlarla etkileşen alt modellerin bir kümesinden oluşmaktadır. Yani çalışma, stokastik bir tedarik zinciri şebekesi modeli, finansal bir akış modeli, stokastik bir değişim oranı modeli, ve bir fiyat/talep modelinden oluşmaktadır. Yazarlar, uygulanmış ve test edilmiş bu modelin bir çok versiyonuna yer vermişlerdir ve araştırma modelin farklı senaryolarla uygulanmasıyla devam etmiştir. Bununla birlikte, hiçbir spesifik matematiksel formülasyon ve hesaplama verilmemiştir [12].

Newhart ve diğerleri (1993), iki fazlı bir yaklaşım kullanarak optimal bir tedarik zinciri tasarlamışlardır. Çalışmada matematiksel ve sezgisel modellerin bir kombinasyonu yer almaktadır. İlk fazı, amacı tedarik zinciri boyunca farklı ürün çeşidi sayısını minimize etmek olan matematiksel bir programdır. İkinci faz, tablolama programına dayanan stok modelidir. Temin zamanı dalgalanmaları ve talebi absorbe etmek için istenen emniyet stoğu miktarını minimize etmekte olan sezgisel modeldir. Araştırmacılar, tedarik zinciri içerisinde çeşitli tesislerin yerleştirilmesi için dört tesis yeri alternatifini ele almaktadır. Sonraki adım ise, verilen talep setine göre her alternatifte stok harcama miktarını hesaplamak ve sonra minimum maliyetli alternatifini seçmektir [10].

Lee ve diğeri (1993), tedarik zincirinde süreç yerleştirmeye bir prosedür geliştirmek için stokastik, periyodik gözden geçirmeli, siparişe bağlı bir stok modeli geliştirmişlerdir. Yazarlar, operasyonel ve dağıtım proseslerine bir yaklaşım önermekte ve modellerinde hedef market yapılarındaki farkları dikkate almaktadır. Böylece, bu araştırmanın amacı, her yerde en düşük maliyet ve en yüksek müşteri hizmet seviyesiyle sonuçlanan farklı market dilimleri için uygun olan ürün ve üretim proseslerini tasarlamaktır [6].

Pyke ve Cohen (1993), matematiksel programa rassal değişkenleri dahil ederek hesaplamak için olasılıklı alt modeller kullanarak entegre bir tedarik zinciri için matematiksel programlama modeli geliştirmişlerdir. Yazarlar, bir ürün, bir üretim tesisi, bir depo yeri ve bir bayi içeren üç seviyeli bir tedarik zincirini ele almıştır. Model, hizmet seviyesi kısıtı ve hazırlık zamanları, işlem zamanları, yeniden doldurma temin zamanlarına göre toplam maliyeti minimize etmektedir. Model, belirli bir üretim şebekesi için yaklaşık ekonomik (minimum maliyet), yeniden sipariş verme aralığı, yeniden doldurma parti büyüklüğü, ve siparişe bağlı ürün seviyelerini (bayi için) getirmektedir. Pyke ve Cohen (1994), daha karmaşık bir üretim şebekesi dahil ederek 1993' te yaptıkları araştırmayı takip etmiştir. Burada, yazarlar yine bir üretim tesisi, bir depo ve bir bayi ile bütünleşik bir tedarik zincirini ele almaktadır, ancak bu kez birden fazla ürün çeşidi bulunmaktadır. Yeni model, benzer çıktılar getirmektedir; ayrıca her ürün çeşidi için anahtar karar değişkenleri belirlemektedir. Özellikle bu model, belirli bir tedarik zinciri şebekesinde yaklaşık ekonomik (minimum maliyet) yeniden sipariş verme aralığı (her ürün çeşidi için), yeniden doldurma parti büyüklüğü (her ürün çeşidi için) ve siparişe bağlı ürün seviyeleri (bayi ve her ürün çeşidi için) sağlamaktadır [10].

Tzafestas ve Kapsiotis (1994), bir tedarik zincirini optimize etmek için deterministik matematiksel programlama yaklaşımını kullanmıştır. Daha sonra, sayısal bir optimizasyon modeli örneğini analiz etmek için benzetim tekniklerine geçmiştir. Bu çalışmada, yazarlar üç farklı senaryoda optimizasyon uygulamıştır [10]:

1. Üretim tesis optimizasyonu: Bu senaryo altında amaç; yalnızca üretim tesisinde ortaya çıkan toplam maliyeti minimize etmektir. Diğer tesislerde ortaya çıkan maliyetler ihmal edilmiştir.
2. Global tedarik zinciri optimizasyonu: Tedarik zincirinin tüm aşamaları içerisinde işbirlikçi bir ilişki olduğunu kabul ederek zincirin toplam operasyonel maliyeti bir bütün olarak minimize edilmiştir.
3. Dağıtılmış optimizasyon: Bu senaryo ile, her tedarik zinciri bileşeni bireysel olarak optimize edilmiştir ve böylece her seviyede karşılaşılan maliyet minimize edilmiş olmaktadır.

Yazarlar, seçilen örnekleri için, üç senaryo arasında toplam maliyetlerde önemli bir fark olmadığını ileri sürmüştür [10].

Christy ve Grout (1994), bir tedarik zincirinde alıcı-tedarikçi ilişkisini modellemek için ekonomik, oyun teorisi çerçeveli bir model geliştirmiştir. Bu çalışmanın temeli, 2x2 lik tedarik zinciri ilişki matrisidir, bu matris istenen ilişkinin her çeşidinde şartları belirlemede kullanılabilir. Bu şartlar, yüksek proses belirliliğinde ve ürün belirliliğinde yüksekten düşüğe sıralanmıştır. Proses belirliliği düşükse, alıcı risk almakta; eğer ürün belirliliği düşükse tedarikçi risk almaktadır [10].

Lee ve Feitzinger (1995), erteleme için ürün konfigürasyonlarını analiz etmek üzere (örn. ürün ayrımı için optimal üretim basamağı belirler) analitik bir model geliştirmiş ve olasılıklı ürün taleplerini kabul etmiştir. Yazarlar, bir üretim basamağıyla üretim prosesinin bir fabrikada ya da herhangi bir dağıtım merkezinden birinde uygulanacağını kabul etmiştir. Problem fabrikada uygulanan basamaklardan, bir basamağı belirlemektedir. Yazarlar, bu problemi çeşitli ürün konfigürasyonları için beklenen maliyeti hesaplayarak çözmüşlerdir. (stok, nakliye, gümrük, hazırlık ve işleme maliyetlerinin toplamı). Optimal basamak değeri bu maliyetlerin toplamını minimize eden bir değerdir [10].

Altiok ve Ranjan (1995), birden fazla aşama, nihai ürünün bir çeşidi, rassal işleme zamanları (tüm aşamalar için FIFO (ilk giren ilk çıkar)), hazırlık zamanları ve ara tamponlar ile genelleştirilmiş bir üretim/stok sistemini dikkate almıştır. Sistem, bileşik Poisson prosesine göre bitmiş ürünler için talebi deneyimlemekte ve stoklar için (ara tamponlar ve bitmiş ürünler) stok seviyeleri sürekli gözden geçirmeli (R,r) stok politikasına göre kontrol edilerek yok satmaya izin verilmektedir. Yazarlar, iki düğümlü alt sistemlerin her birinde tekrarlayan bir prosedür geliştirmiştir ve bunlar ayrı ayrı analiz edilmiştir. Prosedür, her alt sistem için tahmin edilen ortalama hammadde miktarı yaklaşık olarak eşit olduğunda sona ermektedir. Sona erme şartına bir kez ulaşıldığında, prosedür iki performans ölçütünün yaklaşık değerlerinin hesaplanmasına izin vermektedir. Bunlar stok seviyeleri ve yok satma olasılığıdır. Yazarlar, yaklaşımlarının, yok satma olasılığının 0.30'u geçmediği sürece kabul edilebileceği sonucuna varmıştır [10].

Arntzen ve diğerleri (1995), global tedarik zinciri modeli olarak adlandırılan ve çoklu ürün, tesis, aşama, zaman periyodu, ve taşıma şekli barındıran bir karışık tamsayılı programlama modeli geliştirmişlerdir. Model, girdi olarak ürün ağacı, talep hacmi, maliyetler, vergiler, faaliyet günü ihtiyaçlarını gerektirmekte ve çıktı olarak, dağıtım merkezlerinin sayısı ve yeri; müşteri-dağıtım merkezi ataması; aşama sayısı (dikey entegrasyonların miktarı);ürün-tesis atamasını sağlamaktadır [6]. Bu çalışmaya, Digital Equipment Corporation' da da yer verilmiştir. Amaç fonksiyonu değişken üretim maliyetlerinin, stok maliyetlerinin, nakliye maliyetlerinin, sabit üretim ve üretim tipi maliyetlerinin, ekli vergi zorlukları ve rahatlıklarından gelen birikimleri dikkate almıştır. Tüm bu terimler α faktörü ile ağırlıklandırılmıştır. Amaç fonksiyonu ayrıca, $(1-\alpha)$ faktörü ile ağırlıklandırılmış üretim zamanı ve ulaştırma zamanı terimlerini içermektedir. Müşteri talebinin karşılanması, malzeme dengesi, global ürün ağacı, tesislerin kapasitesi, sistem konfigürasyon kısıtları, karşılık ticareti, yerel içerik, vergi engeli sınırlamaları ve karar değişkenlerinin sınırları kısıtlar setine dahil edilmiştir. Bu makalenin temel katkısı, bazı varsayımlar altında, karşılık ticareti, yerel içerik ve verginin dikkate alınmasının, ürün ağacı bilgilerini de içeren uluslar arası tedarik zinciri modeline dahil edilmesidir. Kesin çözüm metodu,

makalede tümüyle açıklanmamıştır, ancak yazarlar, elastik kısıtlar, satır faktörizasyonu, kademeli problem çözümü, ve kısıtlama-dallandırma listesi gibi geleneksel olmayan yöntemlerin kullanımının kendilerine etkileyici sonuçlar ve optimal çözümü elde etmeyi sağladığını savunmaktadırlar [12].

Huchzermeier ve Cohen (1996) global üretim stratejilerini analiz etmek için stokastik bir dinamik programlama formülasyonu geliştirmişlerdir. Onların formülasyonu stokastik bir değişim oranı modelini, bir tedarik zinciri şebekesi modelini, ve bir değerlendirme modelini içermektedir. Tedarik zinciri modeli firmanın vergi sonrası karını maksimize etmekte ve tesis kapasitesi ile müşteri talep memnuniyetini dikkate almaktadır. Yazarlara göre, bu modelin temel katkısı global üretim stratejilerinin değerlendirilmesinde değişim oranı riskinin dahil edilmesidir. Üç ülke ve beş dönemli küçük bir örnek yer almaktadır. Hiçbir hesaplama çalışmada yer almamaktadır [12].

Voudouris (1996), bir tedarik zincirinde etkinlik ve cevap verebilirliği artırmak için matematiksel bir model geliştirmiştir. Model, sistem esnekliğini maksimize etmektedir. Camm ve diğerleri(1997), kapasitesiz tesis yeri formülasyonuna dayanan bir tamsayılı programlama modeli geliştirmişlerdir. Modelin amacı, dağıtım merkezlerinin yerini belirlemek ve seçilen dağıtım merkezlerini müşteri bölgelerine atamaktır. Modelin amaç fonksiyonu, dağıtım merkezi yeri seçiminin toplam maliyetini ve dağıtım merkezi-müşteri ataması maliyetini, izin verilen maksimum dağıtım merkezi yeri ve dağıtım merkezi-müşteri atamalarına göre minimize etmektedir [10].

Meade ve Sarkis, (1998), organizasyonların lojistik stratejilerini değerlendirmek için analitik bir yapıyı araştırarak örneklemiştir. Optimum lojistik sisteminin, başlıca üç aşamaya dayanarak hesaplanacağını söylemişlerdir. Bunlar, organizasyonel/tedarik zinciri ilişkileri, gerek duyulan lojistik prensipleri ve bu prensiplerin özellikleri olarak belirlenmiştir. Tedarik zinciri ve lojistik şebekesinin bütünleşmesi ve koordinasyonunun başarılması için lojistik stratejileri tanımlanıp

geliştirilmesi önerilmiştir. Analitik şebeke prosesi, dinamik rekabet şartlarına uyum sağlamaya çalışan işletmenin lojistik stratejilerinin bulunmasında kullanılmışlardır [17].

Çalışmada önerilen sistem tasarımı için oluşturulan model Şekil 4.1’de yer almaktadır.



Şekil 4.1. Lojistik stratejik analiz için yapı [17]

Şekil 4.1’e göre önerilen sistem tasarımının bulunması, lojistik stratejisiyle başlamaktadır. Modelin tüm amacı; optimum stratejik lojistik sistemi için verilen lojistik stratejisine dayalı alternatifi belirlemektir. Sonuç çeşitli sistemlerin ağırlıklandırılmasıyla bulunmaktadır ve önerilen sistem en yüksek dereceye sahip olmalıdır. Stratejik dinamik ortamın elementleri şöyle belirlenmiştir: Ürün ilişkileri, fiyat, kalite ve güvenilirliğe göre tedarikçilere odaklanmaktadır. Ortaklığın amacı, ilişkinin tüm taraflarına yarar sağlamaktır. Stratejik bağlılık ise ortaklıktan daha stratejik yönlendirmeler yapmaktadır. Gerçekte olan ilişkiler ise, tedarik zinciri içerisinde ilişkileri korumaktan daha çok müşteri memnuniyetine odaklanmıştır. Lojistik prensipleri ve özelliklerin prensipleri; seçilen risk, bilgi seçiciliği, bilgi yerine koyma, işlem basitleştirme, değişkenlik azaltımı, stok hızı, erteleme, paylaşılan/değişen risk prensiplerinden oluşmaktadır [17].

Korpela ve diğeri (2001), lojistik sistemlerinin performansını iyileştirmede, TZYnin giderek artan bir öneme sahip bir yaklaşım olarak ortaya çıktığını söylemişlerdir. TZY, zincirdeki üyeler arasında işbirliğini geliştirerek lojistik zincirinin verimliliğini artırmak için bütünleşik bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmanın amacı; tedarik zinciri geliştirmede analitik hiyerarşik prosesin (AHP) potansiyelini göstermektir. İşletme proseslerinin yeniden yapılandırılması için Hannus tarafından geliştirilen uygun bir yaklaşım temel yapı olarak kullanılmıştır ve AHP'nin potansiyeli, özellikle tedarik zinciri geliştirme prosesinin analiz aşamasının desteklenmesinde, açıklayıcı örneklerle gösterilmiştir [18].

Goetschalckx ve diğeri (2002), çalışmalarının taktik üretim-dağıtım yerlerinin ve taşıma ücretlerinin belirlenmesi ile stratejik global tedarik zinciri şebekelerinin tasarımının bütünleşmesi için potansiyel birikimleri göstermenin amaçlandığını söylemektedirler [12]. Lojistik sistem tasarımı problemi; potansiyel tedarikçiler, potansiyel üretim tesisleri ve dağıtım merkezlerinin çoklu olası konfigürasyonları ve deterministik talepli müşteriler seti verildiğinde, üretim-dağıtım sisteminin konfigürasyonunun belirlenmesi ve mevsimsel müşteri talepleri ve servis ihtiyaçlarının karşılandığı ve sonra kuruluşun karının maksimize edilerek kuruluşun çeşitli şubeler arasında taşıma fiyatlarının belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Vergi sonrası kar, satış gelirlerinden toplam sistem maliyeti ve vergiler çıkarılarak elde edilmektedir. Toplam maliyet, tedarik, üretim, dağıtım, stok ve tesis maliyetlerinin toplamından oluşmaktadır. İki model ve bağlantılı çözüm algoritmaları getirilmiştir. Tasarruf fırsatlarının, stratejik ve taktik kararları hiyerarşik biçimden daha çok bütünleştiren bir metodolojiyle ve sistem tasarımı aracılığıyla oluşturulacağı söylenmiştir [12].

Lojistik, yukarıda bahsedilen çalışmada, bütünleşik üretim ve dağıtım olarak tanımlanmıştır ve farklı bileşenleri bir bütün içerisinde bağlayan faktörlerden biri olduğu söylenmiştir. Bir birleşmenin lojistik bileşenleri: 1) Üretim tesislerinin sayısı 2) Dağıtım merkezleriyle sıfır, bir ya da daha fazla dağıtım aşaması 3) Müşteriler 4) Hammaddeler ve bileşenlerin tedarikçileri 5) Kullanılmış ürünler için yeniden işleme

merkezleri ve yeniden paketleme 6) Yukarıdaki tüm bileşenleri bağlayan ulaştırma kanallarından oluşmaktadır. Bu inceleme, stratejik tasarım ve global lojistik sistemlerinin geliştirilmesinde matematiksel programlama modellerinin uygulaması üzerinde durmuştur. Global tedarik zincirleri son yıllarda işletme dergilerinde önemli derecede açığa çıkmıştır. Bununla birlikte, kuruluşların uzun dönemde lojistik vizyonlarını destekleyecek tedarik zincirlerini biçimlendirmek için bir mühendislik tasarım metodolojisi bulunmadığı belirtilmiştir [12].

Jharkharia ve diğerleri (2005), lojistik servis sağlayıcı seçimi için ayrıntılı bir metodoloji göstermişlerdir. Önerilen metodoloji iki bölümden oluşmaktadır: (i) Mevcut servis sağlayıcıların başlangıç görüntülemesi (ii) ANP'ye (Analitik Şebeke Proses) dayalı nihai seçim. Servis sağlayıcı seçiminde ilgili bir kriter tanımlanarak ve ANP modelini kurmak için kullanılmıştır. Daha sonra, servis sağlayıcının nihai seçimi için, ANP uygulaması açıklayıcı örneklerle gösterilmiştir. Bu çalışmanın sonucu, kullanıcı ve servis sağlayıcı firmalar arasındaki uyumun son seçim prosesini etkileyen en önemli belirleyici etken olduğunu göstermiştir. Bu yaklaşım ayrıca karar vericilerin, karar vermede, daha sonra kararın güvenilirliğini geliştirebilecek, ilgili özelliklerin karmaşık ilişkilerini daha iyi anlamalarını mümkün kılmıştır [19].

Tsai (2006), doğrusal olmayan fonksiyonların zorluğu yüzünden, birçok TZY modelinin, ortalama malzeme, üretim, taşıma ve stok maliyetlerinin sabit olarak varsayıldığından bahsetmiştir. Ancak, bu kabul pratik değildir. Satıcılar genellikle alıcıları daha fazla almaya teşvik etmek için miktar indirimleri sunmakta ve üretici eğer üretim miktarı daha büyük olursa üretim maliyetinin azalacağını düşünmektedir.. Bu çalışma, eş zamanlı olarak çeşitli miktar indirimli fonksiyonları ele alan doğrusal olmayan bir TZY modelini, ayrıca doğrusal, tek kırılma noktası ve çoklu kırılma noktası olan fonksiyonları çözebilmektedir. Mevcut doğrusallaştırma teknikleri kullanılarak, doğrusal olmayan model, global optimum elde etmek için doğrusal 0-1 tamsayılı programlama modeline yaklaştırılmıştır [20]. Bu çalışmada, bir çok TZY optimizasyon modelinin, ilgili harcamaların ortalama fiyatını miktar ölçeğinden bağımsız olarak spesifik bir değerde sabit kabul ettiğinden söz edilmiştir.

Bu ise gerçek durumun çok ötesindedir. Gerçekte, satıcılar genellikle alıcıyı daha fazla almaya teşvik etmek için miktar indirimleri sunmakta ve üretici eğer toplam üretim miktarı fazla olursa birim üretim maliyetini düşüreceği için bunu yapmak istemektedir. Bu zorlukla ilgilenmek için, bu çalışma çeşitli miktar indirimli fonksiyonları idare etme yeteneğine sahip bir TZY modeli önerir. Doğrusallaştırma teknikleri kullanılarak, doğrusal olmayan TZY modeli, global optimum elde etmek için çözülebilir doğrusal 0-1 karışık tamsayılı modele yaklaştırılır. Miktar indirimli fonksiyonların dört tipini çözen TZY modeli formüle edilerek, daha sonra TZY modelini çözmek için doğrusal stratejiler önerilmiştir. Doğrusal, tek kırılma noktası, merdiven ve çok kırılma noktalı fonksiyonlar kullanılan miktar indirimli fonksiyonlardır [3].

TZY’de üç geleneksel aşama bulunmaktadır. Bunlar; tedarik, üretim ve dağıtımdır. Bu aşamaların her biri için, dünyanın farklı ülkelerinde bir çok tesis bileşimi bulunmaktadır. Bu modelde temel olarak dört maliyet türü kullanılmıştır. Bunlar [3];

- (i) Üreticiden ürünün tedarik maliyeti
- (ii) Üreticiden depolara taşıma maliyeti
- (iii) Depolarda stokta tutma maliyeti
- (iv) Depolardan dağıtım merkezlerine taşıma maliyeti

Amaç, kapasite, temin zamanı ve talep gibi çeşitli kısıtlar altında tedarik, stok ve dağıtımdan oluşan toplam maliyeti minimize etmektir. Bir periyotta, bir üreticiden tüm depolara taşınan bir ürünün toplam miktarının, her müşterinin ilgili üreticiden talep ettiği toplam miktara eşit olması gerektiği söylenmiştir [3].

Bottani ve diğerleri (2006), lojistik ve TZY literatürünün, müşteri hizmet yönetiminin gelecek milenyumda firmalar için stratejik bir konu olduğunu göstermişlerdir. Lojistik performansları geliştirilerek, firmalar müşteri memnuniyetini artırmakta ve pazar payını yükseltmektedir. Bu çalışmanın amacı, müşteri servisinin yönetimi için orijinal bir yaklaşım önermektir. Yaklaşım, yeni

ürün geliştirmede başarıyla uygulanan bir metodoloji olan QFD'ye (kalite fonksiyon yayılımı) dayanmaktadır. Özellikle, yapılan çalışma, lojistik servislerinin ve böylece müşteri memnuniyetinin etkin ve verimli olarak geliştirilmesi için kalite evinin nasıl yayılacağı konusuna dikkat çekmiştir. Bulanık mantığın, ayrıca önerilen kalite evinde gerek duyulan nitel dilsel kararların doğasındaki kötü tanımlanmışlık ile ilgilenmek için uyumlu hale getirilebileceği söylenmiştir [20].

Patel ve diğeri (2006), global bir üretici için bir havaalanından yerel bir dağıtım merkezine hava taşımacılığı için optimal doldurma-boşaltma zamanlarının belirlenmesinde çeşitli deterministik modellere yer vermişlerdir. Uçuşların varış zamanlarının, hava kargoyu deterministik olarak gösterebileceği söylenmiştir. Ek olarak, hava kargo için gümrük geçiş zamanı ve bir havaalanından yerel bir dağıtım merkezine seyahat zamanının deterministik olarak görüneceği söylenmiştir. Bu modeller, hava kargo ağırlıkları olmadan lineer cebir ve tamsayılı programlama ile matematiksel olarak formüle edilmiştir. Hava kargo ağırlık bilgisi olmadan, deterministik formülasyonların p-Median problemi ile ilişkili gibi görüldüğü söylenmiştir. Hava kargo doldurma-boşaltma zamanları, hava kargo ağırlığı olmadan deterministik formülasyonu doğrusal olmayan ikili tamsayılı programlama gibi ele alınmıştır. Bu modellerin çözümü, uçuşlarda rassal varış zamanları, rassal gümrük geçiş zamanları ve rassal seyahat zamanları olduğu durumda stokastik bir problem için başlangıç çözümü oluşturmada kullanılmıştır. Son yıllarda, dış tedarikçilerin kullanımındaki gelişmelerin, birtakım tartışmalar yarattığı söylenmektedir. Önemli bir konu, havaalanından hangi hava kargo nakliyelerinin yapılacağını gösteren çizelgeyi belirlemektir. Bu çizelgeyi hazırlamak, müşteri taleplerini sonlandırırken optimal zamanlarda yerel dağıtım merkezlerine hava kargo gönderen bir modelin analizini ve geliştirilmesini gerektirmektedir. Böyle bir modelin, anahtar performans göstergesi, bir nakliyenin havaalanına varışından dağıtım merkezine varışına kadar geçen zamandan oluşmaktadır [13].

Bazı önemli depo yeri problemleri literatürde, p-Median problemi gibi formüle edilmiştir. Hava kargo çizelgesinin belirlenmesi için bu çalışmada gösterilen deterministik modeller, p-Median problemi için ikili tamsayılı programlama formülasyonu (Bramel&Simchi-Levi, 1997) ile ilişkili olduğu söylenmektedir. P-Median problemi, toplam taşıma maliyetinin minimizasyonu için bir deponun nerede bulunacağını belirlemek üzere herhangi bir bölgeden birinin seçimidir. Havaalanından hava kargonun yerel dağıtım merkezine taşınmasında, ulaşma zamanından gecikme zamanı özel bir değere eşit ya da özel bir değerden küçük olsun diye depo yeri probleminde bir bölgenin seçimi, kesikli doldurma-boşaltma zamanlarından bir doldurma-boşaltma zamanının seçilmesi gibi düşünülebilir [13].

Bazı dağıtım sistemlerinde, her müşteri bir doldurma-boşaltma noktası, dağıtım yeri ya da hedef yeri belirlemektedir. Her bir müşterinin doldurma-boşaltma/taşımasının tek bir kamyon aracılığıyla yapılabilmesi ve toplam seyahat mesafesinin mümkün olduğunca küçük olabilmesi için sevk memurunun ürünlerin doldurma-boşaltma ve taşımasını koordine etmesi gerektiği belirtilmiştir (Bramel&Smichi-Levi, 1997). Bu problem türü, araç rotalama problemlerinin genel bir sınıfı içerisine dahil edilmektedir. Birçok yazar, yukarıda tanımlanan doldurma/boşaltma ve taşıma problemini analiz etmiştir (örneğin, Dumas, Desrosiers & Soumis, 1991; Lu&Dessouky, 2004; Savelsbergh&Sol, 1995). Bu problemlerde, istenen doldurma-boşaltma ve taşıma zamanlarını müşteri belirlemektedir [13].

Uygulamada, taşıma maliyeti yapılan turların günlük sayısına ya da ağırlığa göre belirlenebilmektedir. Patel ve diğerleri (2006), farklı taşıma maliyet yapılarına işaret etmek için dört matematiksel model göstermişlerdir. İlk formülasyon, günlük tur sayısını minimize ederek günlük tur sayısına dayanan taşıma maliyeti ile ilgilenmektedir. İkinci formülasyonda ise ortalama taşıma zamanının minimize edilmiştir. Üçüncü formülasyon maksimum taşıma zamanını minimize etmektedir. Maksimum taşıma zamanının minimize edilmesi amacı, eğer her bir hava kargo yükünün belirli bir varış zamanı içerisinde yapılması gerekiyorsa önem

kazanmaktadır. Bu problemin çeşitli deterministik matematiksel formülasyonları LINDO ile çözülmüştür [13].

Çalışmada yer alan ilk formülasyon ile, hava kargo yüklemelerinin minimum sayısının bulunması sağlanmıştır. İstenen taşıma zamanına ulaşılmasının sağlanması için yüklemelerin minimum sayısının belirlenmesinden sonraki analiz yükleme sayısı ve ortalama taşıma zamanı ve mini max taşıma arasındaki ödünleşimin çalışılmasıdır. Bunun için, gelecek bölümdeki deterministik formülasyonlar düşünülmüştür. Daha sonra ise ortalama taşıma zamanı minimize edilmiştir. Bir sonraki aşama ise maksimum taşıma zamanının minimize edilmesi olmuştur. Bu çalışmada, hava kargonun optimal yükleme zamanlarının belirlenmesi için çeşitli deterministik formülasyonlar açıklanmıştır. Bu formülasyonlarda, hava kargo ağırlıkları ile deterministik formülasyon lineer olmayan tamsayılı programlama modeli olarak gösterilirken, hava kargo ağırlıkları olmadan ikili lineer tamsayılı programlama olarak gösterilmiştir. Gösterilen modeller, tek dağıtım merkezli üretici firmalar için optimal yükleme zamanlarının belirlenmesinde kullanılabileceği söylenmiştir [13].

Chen ve Lee (2008), genel iki aşamalı bir çizelgeleme problemini ele almışlardır. İşler farklı önem derecelerine sahiptir ve ilk aşamada işler tamamlandıktan sonra, ikinci aşamadaki işlerin öncülleri yapılmış olacağından bu aşamaya geçilmektedir. Çalışmada amaç, ağırlıklandırılmış işin taşıma zamanını ve toplam taşıma maliyetini minimize etmektir. Burada, ağırlıklandırılmış tamamlanma zamanı gibi yalnızca geleneksel performans ölçütlerini değil, ayrıca lojistik yönetiminde anahtar faaliyetler olan taşıma düzenlemesi ve maliyet de dikkate alınarak sıralama ve taşıma ile lojistik çizelgeleme problemi çalışılmıştır. Problem parametrelerinin değişik durumlarında problem karmaşıklığının çözülebilir durumları için polinomik algoritmalar uygulanmış ve genelleştirilmiş bir durum için yaklaşma algoritması düşünülmüştür [21].

Literatürde yer alan tedarik zinciri yönetimi ve lojistik yönetimi problemlerinde kullanılan matematiksel yaklaşımlar Çizelge 4.1’de özet halinde sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Literatürde tedarik zincirci yönetimi ve lojistik yönetimi problemlerinde kullanılan matematiksel yaklaşımlar

Yıl	Yazar	Teknik	Amaç/Karar Problemi
1974	Geoffrion ve Graves	Benders Ayırıştırma	Çok ürünlü, tek dönemli üretim-dağıtım probleminin ele alınması
1983	Williams	Dinamik Programlama	Üretim ve Dağıtım Parti Büyüklüklerinin Belirlenmesi
1986	Hodder ve Dincer	Karışık Tamsayılı Kuadratik Programlama	Finansal değişkenlerle tesis yerlerinin ve ürün akışlarının belirlenmesi
1988	Ishii ve diğerleri	Deterministik Model	Temel stok seviyeleri ve tedarik sürelerinin belirlenmesi
1988	Cohen ve Lee	Matematiksel Model	Minimum maliyetli malzeme kontrol, üretim kontrolü, depo edilen bitmiş hazır ürün kontrolü, dağıtım kontrolünün gerçekleştirilmesi, yaklaşık optimal sipariş politikasının belirlenmesi
1989	Cohen ve Lee	Karışık Tamsayılı Doğrusal Olmayan Matematiksel Programlama	Kararı maksimize eden üretim miktarı ve tesis-müşteri atamalarının belirlenmesi
1989	Cohen ve diğerleri	Doğrusal Olmayan Karışık Tamsayı Programlama	Çok uluslu tedarik zincirlerinin modellenmesi ve vergi sonrası karın maksimize edilmesi
1990	Cohen ve Moon	Matematiksel Model	Minimum üretim ve taşıma maliyeti ile açılacak tesis yerlerinin belirlenmesi
1991	Svoronos ve Zipkin	Optimizasyon Modeli	Çok aşamalı stok modellerinde minimum maliyetli temel stok seviyesinin belirlenmesi
1991	Lee ve diğerleri	Periyodik Gözden Geçirmeli Stok Modeli	Minimum maliyet ve maksimum hizmet seviyesi ile ürün ve üretim prosesi tasarlanması
1993	Pyke ve Cohen	Rassal Değişkenli Matematiksel Model	Minimum maliyetli yeniden doldurma parti büyüklüğü ve sipariş verme aralığının belirlenmesi

Çizelge 4.1. (Devam) Literatürde tedarik zincirci yönetimi ve lojistik yönetimi problemlerinde kullanılan matematiksel yaklaşımlar

1993	Cohen ve Kleindorfer	Matematiksel Model	Uluslar arası bir senaryoda yerleşim, kapasite, ürün karışımı, malzeme akışı ve nakit akışı kararlarının belirlenmesi
1993	Newhart ve diğerleri	Matematiksel ve Sezgisel Modellerin Kombinasyonu	Optimal tedarik zinciri tasarımı
1994	Pyke ve Cohen	Rassal Değişkenli Matematiksel Model	Birden fazla ürün için minimum maliyetli yeniden doldurma parti büyüklüğü ve sipariş verme aralığının belirlenmesi
1994	Christy ve Grout	Oyun Teorisi	Alıcı-tedarikçi ilişkisinin modellenmesi
1994	Tzafestas ve Kapsiotis	Deterministik Matematiksel Programlama	Tedarik Zinciri Optimizasyonu
1995	Arntzen ve diğerleri	Karışık Tamsayılı Programlama	Tesis yerlerinin ve sayısının bulunması ve gerekli atamaların yapılması için global tedarik zinciri modelinin kurulması
1995	Lee ve Feitzinger	Analitik Model	Minimum maliyetli ürün karışımının bulunması
1995	Altiok ve Ranjan	Analitik Model	Yoksatma olasılığını minimize eden üretim/stok sisteminin oluşturulması
1996	Voudouris	Matematiksel Model	Etkinlik ve cevap verebilirliği artırmak için maksimum esnekliğin sağlanması
1996	Huchzermeier ve Cohen	Dinamik Programlama	Global üretim stratejilerinin analiz edilmesinde tesis kapasitesi ve müşteri talep memnuniyeti ile maksimum karlı tedarik zinciri modelinin kurulması
1997	Bramel&Simchi-Levi	P-Median	Depo yeri problemlerinin ele alınması

Çizelge 4.1. (Devam) Literatürde tedarik zincirci yönetimi ve lojistik yönetimi problemlerinde kullanılan matematiksel yaklaşımlar

1997	Camm ve diğerleri	Tamsayılı Matematiksel Programlama	Dağıtım merkezi yeri belirlenmesi ve müşterilere atanması
1998	Meade ve Sarkis	Analitik Şebeke Proses	Optimum lojistik şebekesi tasarımı
2001	Korpela ve diğerleri	Analitik Hiyerarşik Proses	Tedarik zinciri geliştirme
2002	Goetschalckx, Vidal ve Dogan	Matematiksel model	Global tedarik zinciri şebekesi tasarımı
2005	Jharkharia ve diğerleri	Analitik Şebeke Proses	Lojistik servis sağlayıcı seçimi
2006	Jung Fa Tsai	0-1 Tamsayılı Model	TZY Optimizasyonu
2006	Bottani ve diğerleri	Kalite Fonksiyon Yayılımı	Lojistik performansının artırılması
2006	Minnie H. Patel ve diğerleri	Matematiksel Programlama ve Benzetim	Günlük tur sayısı, ortalama taşıma zamanı, maksimum taşıma zamanını minimize etmek için Hava Kargo Doldurma-Boşaltma Çizelgesi
2008	Chen ve Lee	Polinomik Yaklaşma ve Algoritmaları	Taşıma zamanı ve taşıma maliyeti minimizasyonu

Çizelge 4.1’de bulunan çalışmalardan, Hodder ve Dincer (1986), Cohen ve Lee (1988), Lee ve diğerleri (1993), Cohen ve Kleindorfer (1993), Pyke ve Cohen (1993), Pyke ve Cohen (1994), Lee ve Feitzinger (1995), Altiok ve Ranjan (1995)’in yapmış oldukları çalışmada, rassal değişkenler kullanılarak, stokastik yaklaşımlara yer verilmiştir. Pyke ve Cohen (1993) ve Pyke ve Cohen (1994)’ün her ikisinde de yapılan çalışmalarda karar problemi, yeniden doldurma parti büyüklüğü ve sipariş verme aralığının belirlenmesi iken, bu çalışmaların farkı Pyke ve Cohen (1994)’in yaptıkları çalışmada, birden fazla ürünün ele alınmış olmasıdır. Altiok ve Ranjan (1995)’in yaptıkları çalışmada ise amaç minimum maliyet ya da maksimum kardan

farklı olarak yoksatma olasılığını minimize etmek olmuştur. Lee ve Feitzinger (1995)'in çalışmalarında ise olasılıklı ürün talebi kullanılmıştır.

Çizelge 4.1'de ayrıca, analitik hiyerarşik proses (AHP) ve analitik şebeke proses (ANP) tekniklerinin lojistik servis sağlayıcı ve şebeke tasarımı konularında kullanıldığı görülmektedir.

Bununla birlikte, yoğun olarak kullanılan tamsayıli modelleme ve karışık tamsayıli modellemenin kullanıldığı problem alanları aşağıdaki gibi gruplanmıştır:

1. Açılacak tesis yerlerinin belirlenmesi
2. Tesis-Depo-Müşteri atamasının yapılması
3. Optimum stok seviyesinin belirlenmesi
4. Şebeke tasarımı

Ayrıca, Çizelge 4.1'den görüldüğü gibi, literatürde global şebeke tasarımlarına da önem verildiği görülmektedir. Bu konuda; Cohen ve diğerleri (1989), Arntzen ve diğerleri (1995), Goetschalckx, Vidal ve Dogan (2002) çalışmalar yapmışlardır.

Yine yukarıda görüldüğü gibi, Chen ve Lee (2008), lojistikte sıralama ve çizelgeleme problemini ele almış ve üretim lojistiği konusunda bir çalışma gerçekleştirmiştir.

4.1.2. Sezgisel yaklaşımlar ve benzetime dayalı çalışmalar

Williams (1981), bir montaj tedarik zinciri şebekesinde (her istasyonun sonrasında en fazla bir operasyonun geldiği ancak çok sayıda öncül operasyonunun olduğu) üretim çizelgeleme ve dağıtım operasyonları için yedi sezgisel algoritmaya yer vermiştir. Her sezgiselin amacı, minimum üretim maliyeti ve/veya nihai ürün talebini gerçekleştirecek ürün dağıtım çizelgesini belirlemektir. Toplam maliyet, ortalama stok tutma ve sabit maliyetlerin toplamından (sipariş verme, taşıma ya da hazırlık) oluşmaktadır. Son olarak, her sezgiselin performansı, geniş ampirik deneylerle karşılaştırılmıştır. Ayrıca şebeke yapısı ve çözüm kalitesi temellerine dayanarak öneriler yapılmıştır. Sezgiselin amacı, sonlu bir dönem için her periyottaki ortalama maliyeti minimize etmektir. Ortalama maliyetin şebekedeki her düğüm için üretim maliyeti ve stok tutma maliyetinin bir fonksiyonu olduğu kabul edilmiştir [10].

1990' ların sonlarında, rekabetçi iş ortamının çıktılarında biri üretim ve hizmet sektörlerinde tedarik zinciri şebekesine artan ilgidir. Bu iş sektörlerindeki müşteriler, sürekli değişen ihtiyaçlara daha hızlı reaksiyon, yüksek güvenilirlik ve daha büyük bir esneklik bekler olmuştur. Bu güçler, hem üreticiler hem de servis personelinin kendi malzeme akışlarını yönetmek üzere yeni ve daha iyi yollar bulmaları için bunu başlıca konu yapmaktadır. Global bir ekonomi ve maliyet, kalite ve hizmete göre artan müşteri beklentileri, etkin bir TZY üzerinde değer koymaktadır. Bir tedarik zinciri kaynaktan tüketime kadar ilgili bilgi ve ürünlerin fiziksel akışının senkronize yönetimi boyunca ekonomik değer ve müşteriye ulaştırılması olarak tanımlanmaktadır. İlgili ürün gruplarının bir ya da daha fazla aileleriyle bağlantılı, tedarik, üretim ve taşıma aktivitelerinden sorumlu bağımsız iş varlıklarının bir şebekesi olarak da düşünülebileceği söylenmiştir. Bu varlıklar, maliyet minimizasyonu, kalite güvencesi, ve tam zamanında taşıma gibi amaçlara göre tedarik zinciri performansını geliştirmede birbirine yüksek derecede bağlıdır. Sonuç olarak, tedarik zincirindeki herhangi bir varlığın performansı, diğerlerinin performansına ve tedarik zinciri içindeki aktiviteleri koordine etme yeteneklerine bağlıdır [22].

Wikner ve diğeri (1991), beş tedarik zinciri geliştirme stratejisi incelemişler ve sonra bu stratejileri üç aşamalı tedarik zinciri modeline uygulamışlar. Bu beş strateji [10]:

1. Mevcut karar kurallarını ayarlamak,
2. Tedarik zincirinin her aşamasında zaman beklmelerini azaltmak,
3. Tedarik zincirinden dağıtım aşamasını elemek,
4. Tedarik zincirinin her aşamasında karar kurallarını geliştirmek,
5. Bilgi akışını entegre etmek, talepleri gerçek siparişlere (gerçek pazar taleplerine) ayırmak.

Referans modelleri tek bir fabrika, (yerleşkesinde depo vardır), dağıtım merkezleri ve bayileri içermektedir. Böylece, zincirdeki her tesisin bazı stokları barındırdığı kabul edilmiştir. Beş farklı stratejinin her birinin uygulaması, benzetim kullanılarak yapılmış, sonuçlar talep dalgalanmalarını minimize etmede çeşitli stratejilerin etkilerini belirlemede kullanılmıştır. Araştırmacılar, en etkili geliştirme stratejisinin, zincir boyunca tüm seviyelerde bilgi akışını geliştirme ve siparişleri ayırma olan 5.strateji olduğu sonucuna varmıştır [10].

Towill (1991) ve Towill ve diğeri (1992), talep genişletmede çeşitli tedarik zinciri stratejilerinin etkilerini hesaplamak için benzetim teknikleri kullanmışlardır. Araştırılan stratejiler aşağıda bulunmaktadır [10]:

1. Üretim aşamasına dağıtım fonksiyonu dahil ederek tedarik zincirinin dağıtım aşamasının elenmesi
2. Zincirin başından sonuna kadar bilgi akışının entegre edilmesi
3. Zaman beklmelerini azaltmak için JIT (Tam Zamanında Üretim) stok politikasının uygulanması
4. Sipariş miktarı prosedürlerini değiştirerek ara ürün ve malzemelerin hareketini geliştirme.
5. Mevcut sipariş miktar prosedürlerinin parametrelerini değiştirme.

Benzetim modelinin amacı; talep şablonundaki değişimleri düzgünleştirmede hangi stratejinin en fazla etkili olduğunu belirlemektir. Tam zamanında stratejisi (3'te bahsedilen), ve aşama çıkarma stratejisinin (1'de bahsedilen), talep değişimlerini düzgünleştirmede en çok etkili olan stratejiler olduğu belirtilmiştir [10].

Lee ve Billington (1993), malzeme akışını bölge bölge yönetmek için olasılıklı sezgisel bir model geliştirmişlerdir. Özellikle, çekmeli, periyodik bir model hazırlamış ve ürün çeşidine göre gözden geçirme zamanı belirlemişlerdir. Yazarlar, her tesiste her ürün için hedef servis seviyesini başarmak üzere istenen stok seviyelerini hesaplayarak malzeme sipariş politikasını ve verilen bir malzeme sipariş politikasıyla her tesiste her ürün için hizmet seviyesini belirlemişlerdir [10].

Toeill ve Del Vecchio (1994), filtre teorisi uygulamasını dikkate alarak tedarik zinciri çalışmasında benzetim uygulamıştır. Araştırmalarında, talep düzeninde rassallıkla çeşitli tedarik zinciri etkilenmelerini analiz etmek için tedarik zincirinin süzme karakteristiklerini karşılaştırmışlardır. Daha sonra, istenen özel bir hizmet seviyesini sağlayan minimum emniyet stoğu ihtiyaçlarını belirlemek için bu etkilenmeler benzetimle karşılaştırılmıştır [10].

Syarif ve diğerleri (2002), son yıllarda, lojistikteki gelişmelerin çoğunun etkin tedarik zinciri akışının bilgi ihtiyacı ile bağlantılı olduğunu söylemektedir. Lojistik sisteminde önemli bir konu, fiziksel dağıtım akışında en az maliyeti veren şebeke stratejisini bulmaktır. Bu çalışmada, 0-1 karışık tamsayı doğrusal programlama modeli aracılığıyla formüle edilen lojistik zincir şebekesi problemi ele alınmıştır. Bu problemin tasarım işleri, açılacak tesislerin (fabrika ve dağıtım merkezleri) seçimi ve minimum maliyetle talebi karşılayacak dağıtım şebekesi tasarımını içermektedir. Çözüm metodu olarak, Prüfer sayı gösterimi kullanımıyla yayılan ağaç temelli genetik algoritma önerilmiştir. Mümkünlük kriteri tasarlanmakta ve mümkün olmayan Prüfer sayıları için büyük boyutlu problemler için de çalışılabilmesi için düzeltme prosedürü geliştirilmektedir. Bu yöntemin etkinlik ve verimliliği sayısal deney sonuçlarının geleneksel matris temelli genetik algoritma ve LINDO yazılımında karşılaştırılmasıyla gösterilmiştir. Bu çalışmada öncelikle problemin

matematiksel formülasyonu oluşturulmuş ve daha sonra önerilen metodun bu problemi çözmek için özelliklerinden bahsedilmiştir. Sonuçta elde edilen sayısal değerler, geleneksel genetik algoritma ile karşılaştırılarak önerilen yöntemin verimliliği gösterilmiştir. Matematiksel modelin oluşturulmasında; müşteri, tedarikçi, kapasite ve taleplerin bilindiği varsayımı yer almaktadır. Problem, minimum maliyetle müşteriler tarafından talep edilen ve kapasiteyi karşılayacak talepleri yerine getirecek dağıtım şebekesi stratejisinin tasarımı ve tesislerin bir kümesini seçmektir [23].

Sheu (2004), karmaşık ve belirsiz, talep ve tedarik çevrelerine uyan global lojistik stratejilerinin belirlenmesi için bulanık AHP ve bulanık MADM (ÇOK Nitelikli Karar Verme) yaklaşımlarını bütünleştiren bulanık temelli bir melez yaklaşım göstermiştir. Metodolojiyi uygulamadan önce, global lojistik stratejilerinin altı tipik çeşidi, fiziksel dağıtım ve bilgi akışının farklı kanallarıyla verilmiştir. Önerilen metodun uygulanabilirliğini göstermek için Tayvan'dan üreticilerin bütünleşik bir devresinden veri toplanmıştır. Sonuçlar, önerilen metodun uygulanabileceğini göstermektedir [24].

Gen ve diğerleri (2005), sistem maliyetlerini minimize etmek için ürünlerin doğru miktarlarda, doğru müşterilere ve doğru zamanda üretilip dağıtılabilmesi amacıyla üretim, dağıtım ve stok sistemlerinin etkin olarak bütünleştirilmesi için üretim/dağıtım problemini ele almışlardır. Bu problemin, tesis yeri kararları, dağıtım maliyetleri ve çok ürün ve çok dönem için stok yönetimini bütünleştiren bir optimizasyon modeli olarak düşünülebileceğini söylemişlerdir. Problemi çözmek için yayılan ağaca dayanan genetik algoritma önerilmiştir. Bunun etkinliğini artırmak için, önerilen metod bulanık mantık kontrolörü ile melezleştirilmiştir ve geleneksel yayılan ağaç temelli genetik algoritma yaklaşımı ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma önerilen metodun daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir [25].

Yapılan çalışmada öncelikle incelenecek olan sistem, üretim-stok-müşteri talebi olmak üzere üç aşamaya ayrılmıştır. Stoklama noktaları için de, ilgili nokta kendisinden önceki ve sonraki noktalara bağlı olarak gösterilmiştir. Çalışmada önce problemin matematiksel modeli verilmiş, daha sonra prüfer sayı gösterimi ile genetik algoritma kullanılmıştır ve daha sonra bulanık mantık kontrolöründen yararlanılarak sonuçlara ulaşılmıştır. Genetik algoritmada, şebeke problemleri ve onların çözümü için yayılan ağaç topolojisinden yararlanılmıştır [25].

Moghaddam ve diğerleri (2006), filo maliyeti ve toplam dolaşılacak uzaklığı minimize etmek üzere, kapasiteli araç rotalama problemine tavlama benzetimi uygulamışlardır. Bu çalışmada kapasiteli araç rotalama probleminin karışık tamsayılı doğrusal modeli verilmiş ve daha sonra bu model tavlama benzetimi metodu kullanılarak çözülmüştür [26].

Patel ve diğerleri (2006), tekli taşıma yeri için hava kargo doldurma problemi ile ilgili olarak hazırladıkları dört matematiksel modeli Promodel yazılımı kullanarak simüle etmişlerdir. Modellerin amaç fonksiyonları aşağıdaki gibidir [13]:

1. Günlük hava kargo yükleme sayısının minimize edilmesi
2. Ortalama taşıma zamanının minimize edilmesi
3. Maksimum taşıma zamanının minimize edilmesi
4. Hava kargo ağırlığının indirimli birim maliyetine bağlı toplam taşıma maliyetinin minimize edilmesi

Benzetim, stokastik varyasyon zamanları kargo uçuş ağırlıklarının modellenmesi için başlangıç yükleme zamanları gibi deterministik modellerden elde edilen sonuçları kullanmaktadır. Deterministik modellerden elde edilen çözümler benzetim modelinde uçuş varyasyon zamanlarının deterministik olmadığı kabulü altında stokastik durumda çözümler üretmek için başlangıç noktası olarak kullanılmıştır. Bu amaçla, PROMODEL benzetim yazılımı kullanılmıştır. Deterministik formülasyonlar ile bulunan çözümler optimal çözümler, benzetim modelleri ile doğrulanan stokastik

formülasyonlar için iyi başlangıç noktaları oluşturmaktadır. Deterministik analizi uygulamak için gereken zaman simülasyon zamanından daha az olduğu için araştırmacılar proses değişkenlerinin tam olarak rassallığı söz konusu değilse, deterministik modellerden yararlanmayı önermektedirler [13].

Dowland ve diğerleri (2007), bilinen yıllık taşıma miktarları ile verilen bir ürün setinin toplam yıllık kapladığı yer probleminin tasarım ve uygulamasına sezgisel bir çözüm bulunmasıyla ilgilenmiştir. Depolama ve taşıma için nakliye büyüklüklerinin belirlenmesinde tavlama benzetimi temelli bir sezgisel kullanılmıştır [27].

Ko ve diğerleri (2007), bugünün rekabetçi işletme ortamının, tedarik zincirinin bir üyesi olarak, bireysel firmalar arasında artan işbirliği ile sonuçlanacağını söylemişlerdir. Uygun olarak, üçüncü parti lojistik sağlayıcıların, kendi lojistik operasyonlarını hem ileri hem de tersi yönde geliştirmek isteyen farklı müşteri sayıları için tedarik zincirini işlemek durumunda olduğundan bahsetmişlerdir. Bu tedarik zincirlerinin çalışması gereken dinamik çevrenin sonucu olarak, üçüncü parti lojistik sağlayıcılar, ilişkili kararlar arası dizisini yapmak zorundadır. Ayrıca, geçmişte, dağıtım şebekelerinin ileri ve ters akışlara göre bağımsız olarak uygulanmış olduğundan söz edilmiştir. Böylece, bu çalışmada dinamik, bütünleşik dağıtım şebekesi için ileri ve geri şebekelerin eş zamanlı olarak bütünleşik optimizasyonunu sağlamak için karışık tamsayı doğrusal olmayan programlama modeli geliştirilmiştir. Böyle şebeke tasarımı problemleri, NP-zor problem sınıfına ait olduğu için, sayısal sonuçlarla bağlantılı genetik algoritma temelli bir sezgisel kesin bir algoritmayla, bir problemler kümesinde gösterilmiş ve test edilmiştir. Sonuç olarak, şebeke planının çözümü, malzeme taşıma ekipmanları ve insan kaynaklarının kapasitesi için çeşitli kaynak planlarının belirlenmesinde yardımcı olacağı düşünülmüştür. [28].

Moghaddam ve diğerleri (2007), 2006'da yaptıkları çalışmaya benzer şekilde filo maliyetini minimize ve kapasite kullanımını maksimize etmek üzere melez bir tavlama benzetimi kullanmışlardır [29].

Keskin ve Üster (2007), toplam maliyeti minimize etmek üzere kapasiteli bayilere hizmet eden sabit bir sayıda kapasiteli dağıtım merkezlerinin olduğu çok ürünlü iki aşamalı üretim/dağıtım sistemi tasarımı problemi konusunda çalışmışlardır. Üretim-dağıtım şebekeleri, bir firma için üretim ve lojistik aktivitelerinin modellenmesinde etkin bir araç olduğu söylenmiştir. Genellikle, bir üretim dağıtım sistemi tasarımı, firmanın uzun dönemli amaçlarına ulaşmada en iyi konfigürasyonun belirlenmesini içermektedir (fabrika ve dağıtım merkezlerinin büyüklüğü ve yeri, teknoloji içeriği, ürünün sağladıkları ve taşıma kararları dahil olmak üzere). Bu çalışmada, ilk aşamada ürünlerin kapasiteli fabrikalardan kapasiteli dağıtım merkezlerine taşındığı ve ikinci aşamada çeşitli ürünlerde müşteri talebini karşılamak için bayilere gönderildiği kapasiteli iki aşamalı çok ürünlü problemi ele alınmıştır. Ürün karışımı ve kapasitelerinin fabrika yerlerinde hazırlandığı, bayilerde farklı ürünlerin talebinin bilindiğini varsayılmıştır. Çalışmada problemin karışık tamsayılı formülasyonu gösterilerek sezgisel prosedürler geliştirilmiştir [30].

Sheu (2008), çalışmasında melez bir sinirsel-bulanık metodoloji göstermiştir. Bu metodoloji global TZY için kullanılan uygun operasyonel global lojistik yolları belirlemektedir. Bu metodoloji 3 temel aşamadan oluşmaktadır, bunlar: stratejik bir global lojistik stratejisinin kurulması, global lojistik yolunu tanıma kurallarının formülasyonu, global lojistik yol seçim modelinin geliştirilmesidir. Global lojistik yol seçim adaylarını içeren önerilen stratejik global lojistik hiyerarşisinin bulunmasından sonra, bulanık analitik hiyerarşik proses, bulanık çok amaçlı karar verme teknikleri kullanılarak oluşturulan karar destek sistemi ile bulanık temelli global lojistik yol tanımlama kuralları belirlenmiştir. Ayrıca, önerilen metodun gerçek uygulamalar için uygunluğunu göstermek üzere anketlerden toplanan sonuçlara yer verilmiştir. Önerilen karar destek sisteminin avantajlarına rağmen, stratejik global lojistik hiyerarşisinde kompleksliğin fazla olması ve bilinmeyen faktörlerin çokluğu zorluklara neden olmuştur. Yine de, önerilen metodolojinin global TZYnde çalışmaları canlandıracağı düşünülmüştür [31].

Çizelge 4.2’de TZY ve lojistik yönetimi konularında karşılaşılan problemlerle ilgili olarak kullanılan sezgisel teknikler özetlenmiştir.

Çizelge 4.2. Literatürde tedarik zinciri yönetimi ve lojistik yönetimi problemlerinde kullanılan sezgisel yaklaşımlar ve benzetime dayalı çalışmalar

Yıl	Yazar	Teknik	Amaç/Karar Problemi
1981	Williams	7 tane sezgisel	Minimum maliyetli dağıtım çizelgesinin oluşturulması
1991	Wikner ve diğerleri	Matematiksel Model ve Benzetim	Tedarik zinciri geliştirme stratejilerinin incelenmesi
1991	Towill	Benzetim	Tedarik zinciri stratejilerinin etkilerini belirleme
1992	Towill ve diğerleri	Benzetim	Tedarik zinciri stratejilerinin etkilerini belirleme
1993	Lee ve Billington	Olasılıklı Sezgisel	Malzeme akışının yönetilebilmesi için malzeme sipariş politikası ve hizmet seviyesinin belirlenmesi
1994	Toeill ve Del Vecchio	Benzetim	Tedarik zinciri etkilenmelerinin analizi
2002	Syarif ve diğerleri	Matematiksel model ve genetik algoritma	Fiziksel dağıtımda minimum maliyetli şebeke stratejisi
2004	Sheu	Bulanık AHP ve bulanık MADM	Global lojistik stratejilerinin belirlenmesi
2005	Gen ve diğerleri	Yayılan ağaca dayanan genetik algoritma	Tesis yeri kararlarının verilmesi dağıtım maliyetleri ve çok ürün ve çok dönem için stok yönetimini bütünleştirilmesi
2006	Moghaddam ve diğerleri	Tavlama Benzetimi	Toplam dolaşılan uzaklık ve filo maliyetini minimize etmek üzere kapasiteli araç rotalama probleminin ele alınması

Çizelge 4.2. (Devam) Literatürde tedarik zinciri yönetimi ve lojistik yönetimi için kullanılan sezgisel yaklaşımlar ve benzetime dayalı çalışmalar

2006	Patel ve diğerleri	Matematiksel Model ve Benzetim	Taşıma zamanları ve taşıma maliyeti minimizasyonu
2007	Ko ve diğerleri	Karışık Tamsayı Doğrusal Olmayan Programlama Modeli ve Genetik Algoritma	Lojistik Servis Sağlayıcı Seçimi
2007	Moghaddam ve diğerleri	Tavlama Benzetimi	Kapasiteli araç rotalama probleminde filo maliyetinin minimize ve kapasite kullanımının maksimize edilmesi
2007	Dowland ve diğerleri	Tavlama Benzetimi temelli hipersezgisel	Depolama ve taşıma büyüklüklerinin belirlenmesi
2007	Keskin ve Üster	Tabu arama Dağılık Arama	Çok ürünlü iki aşamalı üretim dağıtım sistemi tasarımı
2008	Sheu	Melez sinirsel Bulanık Analitik Yaklaşım	Global lojistik yönetiminde yol seçimi

Çizelge 4.2'ye göre yapılan çalışmaların, bazılarının çözümünde hem matematiksel hem de sezgisel yöntemler ve benzetim tekniklerinin kullanıldığı görülmektedir. Tedarik zinciri ile ilgili çeşitli strateji ve etkilerin analiz edilmesi için birçok çalışmada benzetim kullanılmıştır. Syarif ve diğerleri (2002), matematiksel model ile birlikte genetik algoritma; Ko ve diğerleri (2007), karışık tamsayı doğrusal olmayan programlama modeli ve genetik algoritma teknikleri birlikte kullanmışlardır.

Moghaddam ve diğerleri (2006); Moghaddam ve diğerleri (2007) ve Dowland ve diğerleri (2007)'de tavlama benzetimi sezgiselinin kullanıldığı görülmektedir. Burada, tavlama benzetiminden başka, tabu arama ve genetik algoritmaların da kullanıldığı çok sayıda çalışma yer almaktadır.

4.2. Nakliye Planlamasına Yönelik Yaklaşımlar

Tedarik zinciri yönetimi ve lojistik yönetimi kavramlarının gelişim sürecinde üretim ve dağıtım faaliyetlerinin de entegre edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. TZ içerisinde firmalar birbirleriyle entegre olurken, her firma da kendi içerisinde üretim ve dağıtım faaliyetlerini entegre etmeye çalışmıştır. Firmalar için, müşterinin talep ettiği ürünü zamanında üretmekle birlikte zamanında ulaştırmak da önemli hale gelmiş ve bu iki faaliyetin birbirine bağlı yürütülmesinin etkinlik, verimlilik ve rekabet gücünü artıracığı görülmüştür.

Bu süreçte, dağıtım faaliyetleri giderek önem kazanmıştır. Lojistik yönetimi ile birlikte nakliye yönetimi ve planlaması ortaya çıkarak önemli bir lojistik fonksiyon haline gelmiştir.

Yapılan çalışmada da, nakliye planlaması konusunda bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Üretici firma için gerçekleştirilen bu uygulamada, üretimle ilgili kısıtlar dikkate alınarak ürünlerin dağıtımını planlanmaya çalışılmıştır. Buna göre, üretim-dağıtım sistemleri ile birlikte nakliye planlamasına yönelik çalışmalar ve kullanılan teknikler bu bölümlerde incelenmiştir.

Geçen on yıl boyunca, Cohen ve Lee (1988), Chandra ve Fisher (1994), üyeler arasında üretim-dağıtım süreçlerinin koordinasyonunun, entegre bir tedarik zinciri kurulmasında en önemli konu olduğunu söylemişlerdir [32].

Yukarıdaki bölümde bahsedildiği gibi, Geoffrion ve Powers (1995), 1970'ten bu yana stratejik dağıtım sistemlerinin evrimini incelemiştir.

Vidal ve Goetschalckx (1997), global tedarik zincirlerinin stratejik dağıtım sistemlerine kritik bir analiz sağlamıştır. Eksikliklerden birinin, stok maliyetlerinin lojistik şebekesi karar probleminin bir parçası olarak dahil edilmemesi olduğunu söylemişlerdir [33].

Simpson ve Vakharia (1999), TZ'de üretim-dağıtım faaliyetlerinin entegre edilmesi gerektiğini söylemişlerdir [32].

Ana Maria ve Rakesh (1999), Erenguc ve diğerleri (1999), Min ve Zhou (2002), Bilgen ve Ozkarahan (2004)'te, üretim/dağıtım planlama kararlarının nasıl entegre edileceğinin hem akademikler hem de uygulayıcılar açısından tedarik zinciri yönetiminde ana konu olduğu söylenmiştir [34].

Park (2005), birden fazla üretim tesisi, birden fazla bayi, birden fazla ürün birden fazla dönemin bulunduğu lojistik çevresi için çözümler tasarlamış ve toplam karı maksimize etmek için etkin bir entegrasyonun gerekliliğini araştırmıştır [34].

Lojistik/dağıtım maliyetleri toplam üretim harcamalarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Eskigun ve diğerleri (2006), lojistik maliyetlerin toplam üretim maliyetlerinin %30'una kadar çıktığını söylemişlerdir. Bu nedenle, üretim-dağıtım şebekesi optimizasyonu, lojistik maliyetlerini azaltmak ve rekabetçi durumlarını korumak isteyen firmalar için hayati bir öneme sahiptir. Önemli maliyet gelişmelerinin, başarılı şebeke tasarımı ve tedarik zinciri optimizasyonu/entegrasyonu ile sağlanacağı belirtilmiştir [32].

Cordeau ve diğerleri (2006), bir lojistik şebekesi planlamanın şu görevleri içerdiğini söylemişlerdir: 1) Üretim ve depo tesislerinin yer, sayı ve kapasitelerinin belirlenmesi, 2) Tedarikçi seçimi 3) Belirli görevlerin üretim ve depo tesislerine atanması, 4) Dağıtım kanalı ve taşıma yolları seçimi, 5) Lojistik şebekesi boyunca malzeme akış şeklinin bulunması [32].

4.2.1. Nakliye planlaması ile ilgili matematiksel yaklaşımlar

Bir dağıtım sistemi tasarlamak için önerilen ilk modellere örnek, Erlenkotter (1978)'de yer almaktadır [32].

King ve Love (1980), satış tahmini, stok kontrolü, üretim planlama ve dağıtım planlamayı koordine eden bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sistem, üretim, stok kontrol, dağıtım ve tahminden oluşan dört alt modülden oluşmaktadır. Bunlardan her biri, kendisinden önceki aşamadan girdi olarak bilgiyi alıp çıktısını kendisinden sonraki aşamaya iletmektedir. Üretim ve stok kontrol ile dağıtım ve stok kontrol arasındaki geri besleme düğümlerinin kullanımı, bu fonksiyonlar arasındaki iletişimi sağlamaktadır. Ayrıca, yeniden sipariş verme noktaları, parti büyüklükleri ve nakliye büyüklükleri gibi parametreler eş zamanlı olarak optimize edilememiş, sıralı olarak optimize edilmiştir [35].

Blumenfeld ve diğerleri (1987), toplam şebeke maliyeti minimizasyonunun, optimal rotalar ve nakliye büyüklüklerinin eş zamanlı kararını gerektirdiğini söylemişlerdir ve stok ve taşıma maliyetleri arasındaki ödünleşim dikkate alınmıştır. Bu ödünleşim dikkate alınarak minimum maliyeti belirlemek için karar destek araçlarının kullanıldığı bir model geliştirilmiştir [35].

Martin ve diğerleri (1993), 12 aylık bir planlama döneminde çok üretim yeri olan bir sistem için, amacı üretim, stok ve dağıtımını optimize etmek olan bir model geliştirmiştir [35].

Coxhead (1994) ile Chandra ve Fisher (1995)'te üretim planlama ve nakliye planlaması entegrasyonunu ele alınmıştır [36].

Daskin (1995) ve Klose (1998)'de bir dağıtım sistemi tasarımı karışık tamsayılı programlama olarak modellenen kapasitesiz tesis yeri problemleri şeklinde ele alınmıştır [32].

Araç rotalama ve üretim planlama problemi için Gendreau ve diğerleri (1996) stokastik durumları, Christiansen ve Nygreen (1998) ve Dror ve Ball (1987) stok kısıtlarını, Golden ve Wasil (1987) ve Christofides ve Beasley (1984) çok dönemli planlama ufkunu dikkate almışlardır. Bununla birlikte üretim kararları genellikle göz ardı edilmiş ya da kısmen dikkate alınmıştır. [37]

Üretim-dağıtım sistemleri için şebeke tasarımı ve tedarik zinciri optimizasyonu ile ilgili örnek çalışmaların, Robinson ve diğerleri (1993), Arntzen ve diğerleri (1995)'te bulunduğu söylenmiştir [32].

Klincewicz ve Rosenwein (1997), müşterilere ürünlerin zamanında ulaştırılması ve depolardaki yükün dengelenmesi amaçları ile dış depo lojistik planlama içinde çoklu taşıma yollarını dikkate almışlardır. Bu tam olarak stok ve taşıma yollarını entegre edememiştir ancak yol temelli planlama kararlarının stok seviyelerini etkilediğini göstermiştir. Yol seçim konularını tedarik zinciri tasarımına dahil eden benzer çalışmalar da bulunmaktadır [38].

İleri şebeke ve dağıtım sistemleri tasarımı problemlerine ayrıntılı olarak, Slat's ve diğerleri (1995), Beamon (1998), Sarmiento ve Nagi (1999) ve Verter ve diğerleri (2001)'de yer verilmiştir. [32]

Qu ve diğerleri (1999), entegre stok-taşıma sistemi modelini gezgin satıcı bileşeni ile birlikte ele almış ve modifiye edilmiş periyodik gözden geçirmeli stok modelini kullanmıştır. Stokastik talep ve depo ile bayiler arasında taşımanın kapasiteli araçla yapıldığı düşünülmüştür [33].

Barbarsoğlu ve Özgür (1999), merkezi planlama bakış açısıyla eş zamanlı olarak üretim ve iki aşamalı dağıtım kararı için karışık tamsayı matematiksel model geliştirmişlerdir. Lagrangean gevşetme, büyük ölçekli problemlerde birbirine iyice yerleştirilmiş olan üretim ve dağıtım alt problemlerini ayırtmak için kullanılmıştır [34].

Persson ve Göthe-Lundgren (2005), nakliye planlaması problemi için bir optimizasyon modeli ve çözüm metodu önermiştir. Bu problem, araç filolarının rotasının nasıl olacağı ve araçlarda hangi ürünlerin taşınacağına planlanmasıyla eş zamanlı olarak ilgilenir. Araçlar ürünleri yağ rafinerilerinden depo yerlerine taşımada kullanılır. Hem rafineri hem de depolarda stok seviyeleri bulunmaktadır. Stok seviyeleri, rafinerilerdeki proses çizelgeleme ve depolardaki talepten etkilenmektedir. Problem, rafinerilerdeki proses çizelgelemeyi de içeren bir optimizasyon modeli kullanılarak formüle edilmiştir. Bu nedenle, rafinerilerdeki proses çizelgeleme ve nakliye planlaması entegre edilmiştir. Çözümde, sütun üretimi, geçerli eşitsizlikler ve kısıt dallandırma kullanılmıştır. Çözüm metodu bir firmada test edilmiştir [36].

Jaruphongsak ve diğerleri (2005), dinamik bir parti büyüklüğü modelinde çoklu yolların uygunluğunu dikkate almıştır [38].

Rizk ve diğerleri (2005), üretim yeri ve dağıtım merkezi arasında çok ürünli dinamik bir üretim/dağıtım planlama problemini çözmek için dar bir karışık tamsayı programlama modeli çalışmışlardır [34].

Kutanoğlu ve Lohiya (2008), tek aşamalı, çok tesisli, lojistik sistemi için entegre stok ve taşıma problemini ele alarak optimizasyon temelli bir model geliştirmişlerdir. Amaç, hizmet kısıtlarını dikkate alarak stok ve taşıma maliyetlerini minimize etmektir. Yazarlar, taşıma kararlarını, stok politikalarına entegre etmeye çalışmışlardır. Yazarlar, sınırlı olmasına rağmen, çoklu taşıma ve ulaştırma yollarını stok modelleriyle birleştiren çalışmalar da bulmuşlardır [38].

Bronmo ve diğerleri (2009), esnek kargo büyüklükleriyle gemi çizelgeleme problemi için Dantzig-Wolfe prosedürünü kullanmıştır. Bu problemin, zaman aralıklarıyla alma ve taşıma problemine benzediği söylenmiştir, ancak kargo büyüklükleri sabit değerlerin yerine aralıklarla tanımlanmıştır. Esnek kargo büyüklükleri limanlarda kullanılan zamanlar ile sonuçlanmaktadır çünkü hem yükleme hem de boşaltma

zamanları kargo büyüklüklerine bağlıdır. Alt problemler için kesin çözümler bulunmasının zor olduğu ve bu yüzden çalışmadaki metodun optimum çözümü bulunmasının garanti edilmediği söylenmiştir. Bu çalışmadaki çözümün ne kadar iyi olduğunu söyleyebilmek için doğru optimum amaç ve bu çözümdeki amaç arasındaki fark için bir sınır oluşturulmuştur. Sütun üretme yaklaşımı ile önerilen metod karşılaştırılmıştır ve Dantzig-Wolfe yaklaşımının daha hızlı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada önerilen tekniklerin gerçek durumlar için optimal ya da optimalden küçük sapmalı değerler vereceği düşünülmektedir [39].

Sajadieh ve diğerleri (2009), entegre bir alıcı-satıcı probleminde optimal üretim ve dağıtım stratejisini belirlemek için bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Satıcı ürünleri sonlu sayıda partiler halinde üretmektedir ve alıcıya göndermektedir. Tüm nakliyeler eşit büyüklükte partilerden oluşmaktadır. Literatürdeki diğer çalışmalara karşın burada, alıcı ve satıcı arasındaki tedarik temin zamanı stokastiktir ve yok satmaya izin verilmektedir. Amaç, hem alıcı hem de satıcı için beklenen toplam maliyeti minimize etmektir. Beklenen bütünleşik yıllık toplam maliyet elde edilmiştir ve optimal politikayı belirlemek için analitik bir çözüm prosedürü önerilmiştir [40].

Çakır (2009), artan taktik seviye tedarik zinciri kararlarında çok ürünlü, çok yollu bir dağıtım planlaması problemini ele almıştır. Problem Benders ayrıştırma metodu ile karışık tamsayı programlama haline dönüştürülerek çözüm verilmiştir [32].

Literatürde üretim-dağıtım sistemleri planlaması için kullanılan ve yukarıda bahsedilen çalışmalar Çizelge 4.3'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.3. Literatürde dağıtım sistemleri ve nakliye planlaması problemlerinde kullanılan matematiksel teknikler

Yıl	Yazar	Teknik	Amaç/Karar Problemi
1978	Erlenkotter	Matematiksel Model	Dağıtım sistemi tasarımı
1980	King ve Love	Matematiksel Model	Satış tahmini, stok kontrolü, üretim planlama ve dağıtım planlama koordinasyonu
1987	Blumenfeld	Karar Destek Araçları	Toplam şebeke maliyeti minimizasyonu
1993	Martin ve diğerleri	Matematiksel Model	Üretim, stok, dağıtım optimizasyonu
1993	Robinson ve diğerleri	Optimizasyon Modeli	Üretim-dağıtım şebekesi tasarımı
1995	Arntzen ve diğerleri	Optimizasyon Modeli	Üretim-dağıtım şebekesi tasarımı
1995	Daskin	Karışık Tamsayılı Programlama	Dağıtım sistemi tasarımı
1997	Klincewicz ve Rosenwein	Matematiksel Model	Ürünlerin zamanında ulaştırılması ve konsolidasyon
1998	Klose	Karışık Tamsayılı Programlama	Dağıtım sistemi tasarımı
1998	Beamon	Matematiksel Model	Dağıtım sistemi tasarımı
1999	Sarmiento ve Nagi	Matematiksel Model	Dağıtım sistemi tasarımı
1999	Qu ve diğerleri	Gezgin Satıcı ve Periyodik Gözden Geçirmeli Stok Modeli	Stok-Taşıma entegrasyonu
1999	Barbarsoğlu ve Özgür	Karışık Tamsayılı Programlama	Eş zamanlı üretim-dağıtım kararının belirlenmesi
2001	Verter ve diğerleri	Matematiksel Model	Dağıtım sistemi tasarımı
2005	Persson ve Göthe-Lundgren	Optimizasyon Modeli	Nakliye Planlaması
2005	Jaruphongsa ve diğerleri	Dinamik Parti Büyüklüğü Modeli	Çoklu yolların dikkate alınması

Çizelge 4.3. (Devam) Dağıtım sistemleri ve nakliye planlaması için kullanılan matematiksel teknikler

2005	Rizk ve diğerleri	Optimizasyon Modeli	Üretim-dağıtım planlaması ile lojistik sistem optimizasyonu
2009	Bronmo ve diğerleri	Dantzig-Wolfe Metodu	Taşıma ile bağlantı kurularak gemi çizelgeleme
2009	Sajadieh ve diğerleri	Optimizasyon Modeli	Minimum maliyetli entegre alıcı-satıcı sistemi için optimal üretim-dağıtım stratejisi belirleme
2009	Çakır	Benders Ayırıştırma	Çok ürünlü ve çok yollu dağıtım planlaması

Çizelge 4.3te görüldüğü gibi, yapılan çalışmalarda çoğunlukla sistem tasarımı optimize edilmeye çalışılmıştır. Kullanılan teknik ise, çoğunlukla karışık tamsayılı programlama gibi optimizasyon modeli olurken, Blumenfeld (1987)'de karar destek araçları, Bronmo ve diğerleri (2009)'da Dantzig-Wolfe metodu, Çakır (2009)'da Benders ayırıştırma kullanıldığı görülmektedir.

4.2.2. Nakliye planlaması ile ilgili sezgisel yaklaşımlar ve benzetime dayalı çalışmalar

Federgruen ve Zipkin (1984), Federgruen ve diğerleri (1986), Burns ve diğerleri (1985), Anily ve Federgruen (1990), Chandra (1993), Viswanathan ve Mathur (1997), tek depo ve çok bayılı sistemleri ele almıştır. Depo ve bayiler arasındaki tüm maliyetler minimize edilmeye çalışılmıştır. Bu maliyetler genellikle, bayilerdeki stok tutma ve yok satma maliyetlerini ve taşıma maliyetlerini içermektedir. Probleme ilgilenilen karar değişkenleri, nakliye büyüklükleri ve dağıtım rotalarıdır. Problemin NP-zor olduğu söylenmiş ve sezgisel çözümler geliştirilmiştir. Anily ve Federgruen (1990), Viswanathan ve Mathur (1997) çalışmaları yalnız rotalama durumunu gösterirken diğer çalışmalar hem nakliye büyüklükleri hem de nakliye büyüklükleri ile belirlenecek dağıtım rotalarıyla ilgilenmiştir [35].

Mak ve Wong (1995), stok-üretim-dağıtım problemini çözmek için genetik algoritma kullanımını önermişlerdir. Modelleri, birden fazla tedarikçi, bir üretici ve birden fazla bayiden oluşmaktadır. Eş zamanlı olarak optimal stok seviyeleri, üretim miktarları ve taşıma miktarlarını belirleyerek stok tutma, yok satma, üretim ve dağıtım maliyetinden oluşan toplam sistem maliyetini minimize etmeye çalışmışlardır. Çalışmada, tamsayı programlama modeli geliştirilmiştir ancak basitleştirici kabullerin sayısı, gerçek durumlar için modelin uygulanabilirliğini kısıtlamaktadır. Model ulaştırma maliyetlerinin bilindiği ve her periyotta sabit olduğunu, her iki merkez arasındaki taşınan malzeme ve ürünler için ağırlık limitlerinin olduğunu ve tüm merkezler arasındaki direkt nakliyelerin bilindiğini varsaymaktadır [41].

Lee ve Kim (2002), çok ürün ve birden fazla zaman periyodu bulunan tedarik zincirlerinde üretim/dağıtım planlama problemlerini analitik ve benzetim modellerini kombine eden melez bir yaklaşım önermişlerdir [34].

Jayaraman ve Ross (2003), bir dağıtım sisteminde tesis yeri problemlerinin son 10 yılda önemli ölçüde ilgi çektiğini söylemiştir. Yazarlar kendi problemleri ile ilgili literatürü inceleyerek klasik depo yeri probleminin, depolardaki kapasite kısıtını ihlal etmeden (Jayaraman, 1998) depoların yeri ve sayısını belirlemek ve minimum maliyetle müşterilere atamak olduğunu söylemişlerdir. Bir depo yeri tasarımı probleminde sıkça kullanılan bir amacın, kabul edilebilir kısıtlar içinde farklı ürün aileleri için müşterilerin tüm taleplerinin karşılandığı en düşük toplam maliyetli bir sistem tasarımı belirlemek olduğunu söylemişlerdir. Yazarlar, PLOT (üretim, lojistik, üretim sonrası, taşıma) tasarım sistemini açıklamışlardır. Birçok ürünün çoklu ürün taleplerinin olduğu bayi noktaları, çapraz yükleme bölgeleri, çoklu dağıtım merkezi, merkezi bir üretim tesisi, çoklu ürün aileleri ile karakterize edilen bir dağıtım şebekesi tasarım probleminin bir sınıfını adreslemektedirler. Sonuçta bu sistem, iki anahtar aşamaya odaklanmıştır. Dağıtım merkezlerinin en iyi kümesinin seçilmesinde stratejik tabanlı bir karar verme prosesinin işlenecek çapraz yüklemelerin birleştirildiği planlama safhası ve operasyonel temelli bir karar verme

prosesini içeren uygulama safhasından oluşmaktadır. 2.aşamada, model üretim tesisinden dağıtım merkezlerine taşınacak ve depolardan çapraz yükleme bölgelerine yüklenecek ve daha sonra müşteri satış noktalarına dağıtılacak ürün ailelerinin gerekli miktarlarını belirlemektedir. Çalışmalarında yazarlar, çok aşamalı bir dağıtım şebekesi tasarım problemini göstermişlerdir. Taşıma maliyetleri tarafından gösterilen ölçeğin güçlü ekonomilerine göre bir dağıtım sistemi için çok aşamalı bir yapı genellikle her üretim tesisinden her müşteri talep bölgesine ayrı ayrı taşımalar olduğu durumda çok büyük maliyet harcamalarıyla sonuçlanacağını belirtmişlerdir. Bu çalışmada düşünülen dağıtım sistemi tasarımı, yurt çapındaki dağıtımda ürünleri yöneten büyük bir bayilik organizasyonunun mevcut operasyonlarından elde edilmiştir. PLOT sistemi, çözümlerin genelinde kullanıcı etkileşiminin yüksek bir derecesi için modelin sağladıklarını uygulamak üzere geliştirilmiştir. Sistemin tümü tavlama benzetimi metodolojisini kullanarak yaklaşık optimal ve büyük ölçüde uygun dağıtım sistemi tasarımı oluşturmaktadır. Bu çalışma tavlama benzetimi literatürüne iki önemli katkı sağlamaktadır. İlk olarak, bir tedarik zinciri çevresinde çapraz yüklemeleri birleştiren yeni bir kombinatoryal problem çalışarak uygulamaların genişliği artırılmıştır. İkinci olarak, sistematik bir şekilde çeşitli tavlama benzetimi kontrol parametre ayarları ve çeşitli problem senaryoları denenmiştir. Çoğu yazarın, tedarik zinciri rekabetçiliğinin yeni iteleyici gücünün zaman ve esneklik olacağını kabul ettiği söylenmiştir. Bu kavramlardan ortaya çıkan diğer anahtar bakış açısı, girdi malzemelerinin girişinden nihai ürünün müşteriye ulaştırılmasına kadar uzanan firmanın iletişim hattı boyunca etkin yönetimi olduğundan bahsedilmiştir. Burada düşünülen dağıtım sistemi tasarımı, yurt çapında bir dağıtım için birçok ürünün yönetildiği temel bir bayilik organizasyonunun mevcut operasyonlarından elde edilmiştir. Bu problem için iki aşamalı bir şebeke planlama metodolojisi önerilmiştir. Bu çalışmada, ürünleri dağıtım merkezlerine dağıtan merkezi bir üretim tesisi dikkate alınmıştır. Dikkate alınan sistemde, kullanımdaki dağıtım merkezleri ürünleri çapraz yükleme bölgelerine göndermektedir. Çoğu büyük organizasyon, yeni tesisler kurulduğunda yapıyı ve başlangıç maliyetlerini korumak üzere konfigüre edilmiştir (Stalk ve diğerleri, 1992). Çalışmada iki model oluşturulmuştur. Birinci model, üç tip maliyeti minimize

etmektedir. Bunlar; açık tesisler için sabit işlem maliyeti, ürünlerin taşıma maliyeti ve stok tutma maliyetidir. Çalışmada bahsedilen, bu iki model ile küçük problemler için- 2-3 çapraz yükleme, 3 ana depo ve 15 müşteri- optimal çözümler kolayca hesaplanabileceği belirtilmiştir. Ayrıca ürün ailelerinin sayısı, çapraz yükleme noktalarının sayısı ve ana depoların sayısının uygulanabilir büyüklüğü için optimal sonuçlar elde edilmektedir. Bu nedenle kombinatorial problemler için sezgisel yöntemler test edilmeye başlanmıştır. Ayrıştırma tabanlı yaklaşımlarda dahil olmak üzere birçok yaklaşımı denenmiştir. Tavlama benzetimi, stratejik ve operasyonel planlama çizelgelerini tek bir büyük problem içine çabukça kombine edebilme yeteneği nedeniyle kullanılmıştır. Tavlama benzetiminin gücü birçok alandaki çalışmaların genişliği ile gösterilmiştir. Bunlar: tesis yerleşimi, proje çizelgeleme, zaman çizelgeleme, makine çizelgeleme, bilgisayar şebeke tasarımı, demiryolu taşımasıdır. TB (Tavlama Benzetimi)'nin geniş bir alanda çalışmasına rağmen tedarik zinciri çevresinde çapraz yükleme operasyon alanlarına literatürde yer verilmediği görülmüştür. Bu noktadan hareketle. bu çalışma da bu konuya yer verilmiştir. Yazarlar, aramanın nasıl gerçekleştiğine ışık tutarak, TB sezgiselinin algoritmik basamaklarını açıklamaktadır. En düşük maliyetli çözümler için arama, sıcaklık-T- olarak bilinen bir kontrol parametresinin izlenmesiyle ve alfa olarak bilinen bir oranda azaltılmasıyla yapılmıştır. Eldeki en iyi çözüm, daha kötü bir çözümle yer değiştirerek TB'nin karakteristik bir özelliği kullanılmıştır. Bu yer değiştirmenin olasılıklı bir prosesi (Metropolis ve diğerleri, 1953) ve ayrıca lokal optimuma takılmaktan kaçınma girişimi olduğu söylenmiştir. Fizikteki kurallar kullanılarak, sistem bilinen bir enerji durumunda ve enerji seviyesinde başlamaktadır. Sistem, belirli atomlar yer değiştirsin ve sistemin enerji durumu değişsin diye karıştırılmaktadır. Her karıştırmadan sonra, sistemin enerjisi yeniden hesaplanmaktadır [22].

Literatürde, üretim planlama ve araç rotalama probleminin iki karmaşık disiplin olduğu birçok kez söylenmiştir. Araç rotalama için Prins (2004), memetik algoritma çalışmış, Cordeau ve diğerleri (2005) sezgisel yaklaşımları incelemiştir. Araç

rotalama problemi için en iyi yöntemin dallandırma-budama olduğu Fukasawa ve diğerleri (2006)'da söylenmiştir [37].

Yılmaz ve Çatay (2006), üç aşamalı üretim-dağıtım şebekesi için stratejik bir planlama problemini ele almıştır. Düşünülen deterministik talepli üretim-dağıtım şebekesi, birden fazla tedarikçi, birden fazla üretici, birden fazla dağıtımcıdan oluşmaktadır. Amaç, verilen planlama ufku için üretim, taşıma ve stokla ilgili maliyetlere ek olarak kapasite genişleme maliyetlerini de minimize etmektir. Kısıtlar; üretici ve tedarikçilerin üretim kapasiteleri, ile taşıma şebekesinin taşıma kapasiteleridir. Diğer taraftan, sabit bir maliyetle tüm kapasiteler artırılabilir. Problem 0-1 karışık tamsayılı programlama modeli olarak formüle edilmiştir. Gerçek durumlar için problem zorlayıcı olduğundan, genişletme temelli sezgiseller uygun çözüm elde etmek üzere geliştirilmiştir [42].

Aliev ve diğerleri (2007), birleştirilmiş üretim-dağıtım planlamanın, tedarik zinciri yönetiminde en önemli aktivitelerden biri olduğunu söylemiştir. Bu problemin çözümünde, belirsiz pazar talepleri ile karşılaşmıştır ve üretim ortamı kapasiteleri, kesin olmayan işlem zamanları ile diğer faktörler çözüme doğal bir belirsizlik getirmektedir. Bu çalışmada, tedarik zinciri için bulanık entegre bir çok dönemli çok ürünlü üretim-dağıtım modeli geliştirilmiştir. Model bulanık programlamaya göre formüle edilmiştir ve çözüm için genetik algoritma kullanılmıştır. Kar maksimizasyonu ve doluluk oranı arasındaki ödünleşim dikkate alınmıştır [43].

Farahani ve Elahipanah (2008), müşteri taleplerinin zamanında karşılanmasında, maliyet sınırlamaları ortaya çıkmakta olduğunu ve böylece hizmet seviyesinin arttığını söylemiştir. Bu çalışmanın amacı, tedarik zinciri yönetiminde tam zamanında dağıtım için bir model geliştirmek ve çözmektir. Üç aşamalı bir tedarik zincirinde dağıtım şebekesi için çok amaçlı bir model geliştirilmiştir. Modelde, maliyeti minimize eden ve yok satmaları ile üretim fazlası toplamını minimize eden iki amaç fonksiyonu bulunmaktadır. Taşıma temin zamanları ve kapasite kısıtları, çok dönem, çok ürün ve çok kanallı bir şebeke için dikkate alınmıştır. Bu karışık

tamsayılı doğrusal programlama modelini çözmek için melez bir genetik algoritma geliştirmişlerdir [44].

Boudia ve Prins (2009), üretimde hazırlık, stok ve dağıtımdan oluşan üç tip maliyet toplamını minimize etmek için NP-zor bir problem olan çok dönemli üretim-dağıtım problemini çalışmışlardır. Entegre üretim-dağıtım problemi, üretim planlama problemi ve araç rotalama problemini birlikte ele aldığı için lojistik araştırmalarının içinde yer aldığını söylemişlerdir. Problem, sezgisellerden memetik algoritmayla çözülmüştür. Klasik iki aşamalı yöntemlere karşın (üretim planlama ve sonra dağıtım planlama), bu algoritma eş zamanlı olarak üretim ve dağıtım kararlarını ele almaktadır [37].

Wang ve Cheng (2009), eş zamanlı olarak üretim çizelgeleme, malzeme tedariki ve ürün taşınmasını dikkate alan bir çizelgeleme problemi çalışmıştır. Sınırlı yükleme kapasitesine sahip bir araç, işlenmemiş parçaları tedarikçilerin deposundan alarak sabit bir seyahat zamanı içinde fabrikaya getirdiği düşünülmüştür. Diğer kapasiteli aracın ise, bitmiş ürünü tüketiciye götürmek için fabrika ve müşteri arasında hareket ettiği söylenmiştir. Amaç, müşteriye en son gelen ürünün varış zamanını minimize etmektir. Problemin NP-zor bir problem olduğu gösterilmiş ve çözüm için sezgisel teknikler geliştirilmiştir [45].

Liang ve Cheng (2009), bulanık kümeleri üretim/dağıtım kararlarının entegre edilmesine uygulamışlardır. Tedarik zincirinde çok ürün ve birden fazla periyot dikkate alınmıştır. Önerilen bulanık çok amaçlı doğrusal programlama modeli eş zamanlı olarak toplam maliyeti ve pazar talebi, uygun depo yeri ve toplam bütçe kısıtına ek olarak stok seviyeleri, makine kapasitesi, işgücü seviyeleri bağlı olarak toplam ulaştırma zamanını minimize etmeye çalışmaktadır. Önerilen bu modelin temel avantajının, birden fazla ürün ve birden fazla zaman periyodunun dikkate alındığı, belirsizliğin bulunduğu tedarik zinciri ortamında çok amaçlı üretim/dağıtım planlama problemini çözmede bulanık karar vermeye olanak sağlaması ve tatmin edici çözümler elde etmesi olduğu söylenmiştir [34].

Lin ve diğeri (2009), lojistik tasarımı ve optimizasyonunun önemli olduğunu söylemişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada, direkt nakliye ve stok ile lojistiğin direkt ulaştırıldığı çok aşamalı entegre bir lojistik şebekesi modeli formülize edilmiştir. Ayrıca bu problemi çözmek için melez evrimsel bir algoritma önerilmiştir. Yazarlara göre, lojistik ve tedarik zinciri yönetimindeki diğer konulara göre, entegrasyona yeterince önem verilmemiştir [33].

Wong ve diğeri (2009), hava kargo lojistiğinin planlama ve yönetiminin çok karmaşık bir iş olduğunu söylemişlerdir. Nakliye planlamada hava taşıma hizmet sağlayıcılar için, yönetsel konuların nakliyelerle entegrasyonu ve birleştirilmesinde karışık 0-1 tamsayılı model kullanmış ve model karakteristiklerine bağlı olarak tabu arama algoritması geliştirmişlerdir. Çalışmalarında üç amaç üzerinde durmuşlardır. Bunlar, bir nakliye planlama modelinin gerçek kısıtlarla formüle edilmesi, nakliye planlama ortamının karakteristiklerini kullanan bir çözüm metodolojisi geliştirilmesi ve model kısıtlarının nakliye maliyeti üzerindeki uygulamalarının araştırılmasıdır. Gelecek çalışmaların ise, talepteki belirsizlik, kaynak alımı, görevlerin dağılımı gibi konularda yapılabileceği belirtilmiştir [46].

Yukarıda bahsedilen çalışmalar özetlenerek, Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Literatürde dağıtım sistemleri ve nakliye planlaması problemlerinde kullanılan sezgisel teknikler ve benzetime dayalı çalışmalar

Yıl	Yazar	Teknik	Amaç/Karar Problemi
1995	Mak ve Wong	Genetik Algoritma	Stok-üretim-dağıtım problemi
2002	Lee ve Kim	Analitik ve Benzetim Modelleri Kombinasyonu	Tedarik zincirinde üretim-dağıtım planlaması
2003	Jayaraman ve Ross	Tamsayılı model ve Tavlama Benzetimi	Çok aşamalı dağıtım şebekesi tasarımı
2004	Prins	Memetik Algoritma	Araç rotalama
2005	Cordeau ve diğerleri	Sezgisel yaklaşımlar	Araç rotalama
2006	Yılmaz ve Çatay	Genişletme Temelli Sezgiseller	Üretim, stok, taşıma ve kapasite genişletme maliyetlerinin minimizasyonu
2007	Aliev ve diğerleri	Bulanık Programlama ve Genetik Algoritma	Üretim-dağıtım planlama
2008	Farahani ve Elahipanah	Melez Genetik Algoritma	Maliyet ile yok satma ve üretim fazlası toplamını minimize eden tam zamanında dağıtım sistemi
2009	Boudia ve Prins	Memetik Algoritma	Eş zamanlı olarak üretim-dağıtım kararlarının belirlenmesi
2009	Wang ve Cheng	Sezgisel Teknikler	Eş zamanlı olarak üretim çizelgeleme, malzeme tedariki ve ürün taşınması
2009	Liang ve Cheng	Bulanık Çok Amaçlı Doğrusal Programlama	Üretim-dağıtım kararlarının entegre edilmesi
2009	Lin ve diğerleri	Melez Evrimsel Algoritma	Entegre lojistik şebekesi oluşturulması
2009	Wong ve diğerleri	0-1 karışık tamsayılı model ve tabu arama	Nakliye planlaması

Çizelge 4.4'te bahsedilen, dağıtım sistemleri ve nakliye planlaması için kullanılan teknikler; *genetik algoritma*, *tabu arama* ve *tavlama benzetimi* gibi yerel aramaya dayalı yaklaşımlar, *bulanık yaklaşımlar* ve hem evrimsel süreçleri hem de yerel aramaları birlikte kullanan *memetik algoritmalar* olmak üzere üç ana grupta toplanabilmektedir.

Jayaraman ve Ross (2003) tarafından tavlama benzetimi ile ilgili yapılan literatür araştırması çalışması güncellenerek Çizelge 4.5'te gösterilmiştir [22].

Çizelge 4.5. Tavlama benzetimi literatürüne bakış

Yazarlar – Yayın Yılı	Problem Alanı	Tavlama Benzetimi Çalışması
Eglese (1990)	Genel	Genel TB metodolojisinin tanımlanması
Vernekar et al. (1990)	Şebeke Tasarımı	Bilgisayar şebekesi kaynak yeri için TB kullanımında bir ilk (doğrusal formülasyon)
Feterolf ve Anandanlingham (1991)	Şebeke Tasarımı	Doğrusal olmayan formülasyon
Lockwood ve Moore (1993)	Ormancılık	Ağaç biçmede operasyonel planlama
Marin ve Salmeron (1996)	Demiryolu	Demiryolu taşımacılığı için şebeke tasarım modeli
Bailey et al. (1997)	Personel Çizelgeleme	Hemşire çizelgeleme için optimal/yaklaşık optimal çözüm
Campbell (1997)	Personel Çizelgeleme	Pilot uçuş çizelgeleri için sözleşme devretmeleri
Gemmill (1997)	Projeler	Kaynak kısıtlı problemler için optimal ve yaklaşık optimal çözümler
Lai (1997)	Cutting Stock	Büyük bir Çin yayın firmasında uygulama
Foerster ve Wascher (1998)	Sıralama	Endüstriyel kesme operasyonları için minimum sipariş hızı
Leonardo (1998)	Yerleşim	İşleme merkezlerinin akış yerleşimi
Thompson ve Dowsland (1998)	Ders Programı Hazırlama	Üniversiteler için sınav çizelgeleme
Jayaraman ve Ross (2003)	Şebeke Tasarımı	Dağıtım Şebekesi Tasarımı ve Yönetimi
Moghaddam ve diğerleri (2006)	Kapasiteli Araç Rotalama	Toplam dolaşım uzaklık ve filo maliyetinin minimize edilmesi
Moghaddam ve diğerleri (2007)	Kapasiteli Araç Rotalama	Filo maliyetinin minimize ve kapasite kullanımının maksimize edilmesi
Dowsland ve diğerleri (2007)	Nakliye	Depolama ve Taşıma büyüklüklerinin Belirlenmesi

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi TB metodolojisi birçok alanda uygulanmıştır. TB, kombinatoriyal problemlere yaklaşık optimal çözümler sağlamaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi ve lojistik yönetimi konularında karşılaşılan problem alanlarına bakıldığında, depo yönetimi ve taşıma faaliyetlerine ilişkin konular ön plana çıkarken genellikle etkin sistem tasarımları ve planlamaya ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu faaliyetlerde etkinliğin sağlanması için de tedarik zinciri boyunca dağıtımın üretim ile entegre edilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

Bu bölümde görüldüğü gibi, günümüzde sezgisel tekniklerin lojistik problemleri için kullanılması giderek artmaktadır. Problem boyutunun büyümesi ile karmaşıklık artmakta ve sonuç olarak matematiksel yaklaşımlar yetersiz kalmaktadır. Ayrıca, doğrusal optimizasyon tekniklerinde bulunan, problemle ilgili birtakım varsayımlar da problemi gerçeklikten uzaklaştırmaktadır.

Yapılan çalışmada da, problem boyutunun giderek büyüyor olması ve ele alınan problemin NP-zor bir problem olması, sezgisel tekniklerin kullanılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu tekniklerden, tavlama benzetimi algoritması kullanılarak bir uygulama gerçekleştirilmiş ve çözüme ulaşılmıştır.

5.LOJİSTİK YÖNETİMİNDE NAKLİYE PLANLAMASI İÇİN BİR UYGULAMA

Lojistik yönetimi çalışmasının bir uygulaması olarak taşıma maliyetlerinin minimize edilmesi konusundaki bu çalışma; hem yurt içi hem de yurt dışı ürün sevkiyatları olan Bahadır Tıbbi Aletler'de yapılmıştır.

5.1. Firma Tanıtımı

Firma 1983 yılında kurulmuş olup, ülkemizin ve yakın çevresinin en büyük tıbbi alet üreticisidir. Firma 1987 yılında programlı üretime geçmiştir. Bahadır tıbbi aletler, Samsun organize sanayi bilgesinde 22.000 m² lik alanda faaliyet göstermekte olup, 15.000 m² kapalı alana sahiptir. Steril konteynır, cerrahi alet ve dövme malzemeler olmak üzere üç binada üretimini gerçekleştirmektedir.

Firmanın yurtiçinde altı tane bölge temsilciliği bulunmaktadır. Bunlar; Güneydoğu, Karadeniz, İçanadolu, Ege, Marmara ve Akdeniz Bölge Temsilcilikleridir. Güneydoğu Bölge Temsilciliği bu yıl içerisinde açılmıştır. Yurtdışı temsilcilikleri ise; Amerika, Almanya, Avustralya ve Fransa da bulunmaktadır. Başlıca müşterileri; tüm kamu sağlık kuruluşları, üniversitelerin sağlık kuruluşları, medikal firmalar, operatör doktorlar ve özel sağlık kuruluşlarıdır. Firma ayrıca, bazı firmalar için işlenmek üzere adsız (fason) üretim de yapmaktadır. Ana üretim alanları, sağlık kurumlarının bütün branşları için medikal aletler , steril konteynır sistemleri, hastane terlikleri ve masa üstü buhar sterilizatörüdür . Diğer ürünler için üretim ve geliştirme çalışmaları yapılmaktadır. Ürünlerin büyük bir bölümü ihraç edilmektedir.

Ürün çeşidi çok fazla olmakla birlikte ana ürün grupları şöyledir:

- “Cerrahi Aletler”; Klasik Seri , Urun Geliştirme, Titanyum ve Mikro Serisi
- Serilizasyon'nun bütünlüğünü ve korunmasını sağlayan "Steril Konteynır Sistemi". Steril konteynır sistemlerinin de 1/1 Konteynır , 3/4 Konteynır , Dental Konteynır, Mini Konteynır ,Implant Konteynır gibi çeşitleri bulunmaktadır.

- Cerrahi setleri, oluşturmak, temizlemek ve taşımak için "Tel Sepetler". Tel sepetler; Alet Sepetleri , Alet Sepetleri-Kapaklı, Yıkama ve Tasıma Sepetleri gibi çeşitler halinde üretilmektedir.
- Hassas cerrahi aletlerin korunmasını amaçlayan, bu aletlerin taşıma ve temizleme işlemleri esnasında birbirlerine çarparak hasar görmesini engelleyen "Silikon Çimler"
- Hijyen,estetik ve rahatlık özelliklerini öne çıkaracak şekilde dizayn edilmiş yıkanabilir ve sterilize edilebilir "Terlikler"
- Konteynır aksesuarları
- "Masa Üstü Buhar Sterilizatörü" ile hızlı, etkili ve güvenli sterilizasyon.

Üretim ISO 9001-2003 ve ISO 13485:2003 Kalite Yönetim Sistemlerine uygun olarak gerçekleştirilir. Firmanın kalite politikası;

- Eğitimli personel ve en son teknolojiyi kullanarak;
- Müşteri beklentilerini karşılamak ve bu beklentilerin önüne geçmeyi hedeflerken,
- İnsana, insan sağlığına ve doğaya saygılı olmak,
- Sistemi sürekli iyileştirmek
- Kaynakları en verimli şekilde kullanmaktır.

Bahadır'da Ar-Ge çalışmaları, Ar-Ge müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Ar-Ge müdürlüğü, Bahadır teknik ekibi ve Bahadır ürünleri kullanan profesyonellerin tasarım ve geliştirme talepleri doğrultusunda yenilikçi çözümler oluşturma ve geliştirme çalışmalarına odaklanmış dinamik bir bölümdür. Ar-Ge bölümü aynı zamanda müşterilerden gelen ürün iyileştirme(geliştirme) taleplerinin sebeplerini de göz önünde tutarak, son kullanıcıların fikir ve tavsiyeleri ışığında yenilikçi çözümler geliştirir ve uygular.

BAHADIR markası ile tedarik edilen ürünler, işçilik ve malzeme hatalarına karşın garantilidir. Garanti periyodu içerisinde hatalı malzemeler yenileri ile değiştirilir. Garanti kapsamı dışında kalan aletlerin de bakımı ve onarımı yapılmaktadır.

Bütün branşlar için üretilen cerrahi alet ve aparatlar klasik ve modern cerrahi tekniklere uygun olarak üretilmektedir. Yüksek kalite için Alman paslanmaz çelik ham malzeme kullanılmaktadır.

Firmanın organizasyonel yapısına bakıldığında; genel müdür yardımcılarına bağlı beş bölüm görülmektedir. Bunlar; kalite müdürlüğü, üretim müdürlüğü, ticaret müdürlüğü, idari işler müdürlüğü ve Ar-Ge müdürlüğüdür. Bu müdürlükler de aşağıdaki birimlerden oluşmaktadır:

1. Kalite Müdürlüğü
 - Kalite Yönetim Birimi
 - Bilgi İşlem
2. Üretim Müdürlüğü
 - Planlama Birimi
 - Depo Birimi
 - Üretim Destek Birimi
 - Sterilizatör Birimi
 - Cerrahi Alet Birimi
 - Konteynır Birimi
 - Silikonlu malzeme Birimi
3. Ticaret Müdürlüğü
 - Satış Birimi
 - Satınalma Birimi
 - Muhasebe Birimi
4. İdari İşler Müdürlüğü
 - Fabrika Bakım ve Hizmet Birimi
 - İnsan Kaynakları Birimi
 - Halkla İlişkiler ve Sosyal Aktiviteler Birimi
5. Ar-Ge Müdürlüğü
 - Proje ve Tasarım Birimi

- Referans Hazırlama

Bu çalışmada; temel iki ürün grubu olan cerrahi aletler ve konteynırlar ele alınmıştır. Cerrahi aletlerin üretim süreçlerinde; bazı işleme ve montaj operasyonları yapılmaktadır. Döküm malzemesi dışarıdan hazır alınıp geldikten sonra diğer işlemler yapılmaktadır. Konteynırların ana üretim aşamaları ise sırasıyla; üretim, eloksal ve montajdır. Bu aşamalara ait bilgiler aşağıda yer almaktadır.

Üretim

Bu bölümde ana girdi maddesi sac levhalardır. Bu hammaddeler işlenerek konteynır şekli verilmiş olur. İlk önce levhaların kulakları kesilir. Daha sonra kesilen bu levhalar yağlanır ve pres makinesinde baskı yapılır, yani sac levhalar kutu şekline dönüştürülmüş olur. Baskıdan sonra kutunun üzerindeki tabaka kaldırılır. Bir sonraki operasyon kesimdir. Bu operasyonda kulaklar alınır. Sonra sıcak su ile yıkama yapılır. Bu işlemden sonra sırası ile; merdane, sap takozu, kutunun boyutlarının sağlanması için 2.kesim, zımpara, tekrar çapak alma, ve kalite kontrol operasyonları uygulanır. Ayrıca, her operasyonun başında işi yapanlar tarafından da hatalı parça olup olmadığı kontrol edilmekte ve buna göre gerekli önlemler alınmaktadır. Kalite kontrolde parçalar incelendikten sonra üçe ayrılır:

- 1.Düzgün parçalar (eloksala ya da depoya gidecek)
- 2.Düzeltilecek parçalar
- 3.Düzeltilmeyecek, yani hurdaya ayrılacak parçalar.

Kalite kontrolden sonra düzeltilecek parçalar için düzeltme işlemi yapılmaktadır.

Üretim bölümünde üç tane bekleme alanı bulunmaktadır. Bunlardan, iki tanesinde bu bölümde işlem göreceği yarı ürünler, bir tanesinde ise bu bölümde işlemi tamamlanan yarı ürünler bekletilmektedir. Bu iki yarı ürün bekleme yerinden ürünler çekilirse, mutlaka bitmiş ürüne dönüşmek üzere çekilir. Bununla birlikte bu alanlarda bekleyen

parçaların mutlaka baskısı yapılmıştır, hangi operasyondan çıkmış ve hangisine girecek olduğu anlaşılmaktadır.

Eloksal

Bu bölümde parçalara gerekli kimyasal işlemler uygulanmaktadır. Eloksal parçaların tabii tutulacağı kimyasal bir bileşimdir. Parçalardan üretimden geldikten sonra ilk operasyon zımparadır. Bu operasyonla malzeme yüzeyindeki alınabilecek çizikler alınır, pürüzler giderilir. Daha sonra, satinaj (sulu fırça) operasyonuna geçilir. Bu operasyonda, malzeme yüzeyinde zımparanın bıraktığı çapaklar temizlenir, parça homojen hale getirilmeye çalışılır. Sonraki operasyon eloksala girecek parçaların bakır askılara rahatça asılabilmesi için alüminyum baralara bağlanmasıdır. Bu işlemde, alüminyum tellerin malzemeye temas etmemesine dikkat edilir, ayrıca parçanın gevşek bağlanmaması da gerekir. Gevşek bağlanırsa malzeme eloksal almayabilir. Sonraki operasyon kostik banyosudur. Bağlanmış malzeme kostik banyosuna alınır (yağ alma banyosu). Eloksala girecek malzemenin temiz olması gerektiğinden malzemeler 50-60 °C sıcaklığındaki kostik banyosuna alınır. Malzemenin büyüklüğüne göre kostik banyosunda bekletme süresi değişir, bu süre maksimum 15 dakikadır. Çıkınca malzemeler tazikli suyla yıkanır. Yıkandıktan sonra nitrik asit banyosuna atılır. 10-15 dakika kadar bekletilir. Nitrik asit banyosunda, kostikten çıktığında kaygan olan malzemenin kayganlığı alınmış olur. Bu işlemden sonra malzemeler eloksal banyosuna atılabilecek duruma gelmiştir. Eloksal banyosu %20 sülfirik asit ve %80 saf sudan oluşur. Malzemeler burada yarım saat bekletilir. Elektrik akımı ve havayla yüzey kaplama yapılır. Eloksal banyosundan çıkınca malzeme tekrar suyla yıkanır. Yıkandıktan sonra 95-100 °C'lik saf su banyosuna atılır ve 40 dakika bekletilir. Burada, eloksal banyosunda kapanan gözenekler açılarak malzemenin daha homojen bir görünüm kazanması sağlanır. Bu işlemden sonra parçalar kurutma kazanlarına konulur. Kuruduktan sonra da baralardan sökülerek kalite kontrole hazır hale getirilir.

Eğer parça renklendirilecekse, eloksal banyosundan sonra boya kazanına atılır, ve sonrasında devam eden işlemler yukarıda bahsedildiği gibidir.

Montaj

Montaj bölümünde, parçalara gerekli aksesuarların takılması işlemi yapılır. Bu bölümde, kapaklar için ve konteynırlar için olmak üzere iki ayrı bölüm var. Bu ürün gruplarına ait işlemler bu iki farklı alanda yapılmaktadır.

Parçalar eloksaldan geldiğinde ilk önce giriş kalite kontrol yapılır. Daha sonra yapılan operasyonlar sırasıyla, takoza hazırlama, takoz vurma, doğrultma (kutunun yanları için) ve kilit kontrolüdür.

Konteynırlar için kullanılan hammaddeler arasında, en temel olarak sac, aksesuarlar ve zımpara bulunmaktadır. Aksesuarlar konteynır üretiminde kritik parçalar olarak sayılmaktadır. Aksesuar üretimi de firmanın kendisi tarafından yapılmaktadır. Sacların alüminyum, krom gibi çeşitleri bulunmaktadır ve üretilecek konteynır çeşidine göre bu hammaddelerden biri kullanılmaktadır.

Fabrikada belli makineler belli parçaların üretimini yapmaktadır. Bununla birlikte, örneğin konteynır bölümünde aynı anda hem kutu hem kapak üretimi yapılabilmektedir. Ayrıca işçiler arasında rotasyon söz konusudur ve işçiler buldukları bölümde birden fazla işi yapabilme yeteneğine sahiptir. Bu özellikler göz önüne alındığında fabrikada kesikli üretim yapıldığı sonucuna varılmıştır.

Üretim planlama yapılırken;

- 1.En çok hangi ürün satılıyorsa o ürünün basılmasına,
- 2.Sipariş önceliğine (sırasına),
- 3.Müşteri ilişkilerine

dikkat edilmektedir. Ayrıca, oluşabilecek fireler ve gelebilecek yeni siparişler düşünülerek, sipariş miktarına göre %20 daha fazla ürün üretimine başlanmaktadır.

5.1.1. Lojistik faaliyetler

Taşıma

- Fabrika içerisinde; cerrahi alet bölümünde ürünler küçük boyutlu olduğundan taşımalar el ile yapılmaktadır. Konteynır üretiminde ise, baskı ve eloksal bölümlerinde taşımalar el arabalarıyla yapılmaktadır.
- Müşterilere gönderilen ürünlerde ise, araç kapasitesinin bir önemi bulunmamaktadır. Bunun sebebi, taşımanın taşeron firmalara yaptırılmasıdır. Sonuçta sevkiyat zamanında ve gerekli miktarda ürün için gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, sistemde sınırlayıcı araç kapasitesi değil, üretim kapasitesi olmaktadır.

Depolama

- Firma siparişe göre üretim yaptığı için depo kapasitesi sınırlayıcı olmamaktadır. Ayrıca, sipariş olmadan üretim yapıldığı durumlarda da depo kapasitesi yeterli olmakta ve daha sonra sipariş geldiğinde sevk işlemleri yapılmaktadır. Fabrika içerisinde ise, her bölümün kendi depo alanı mevcuttur. Yani, bir sonraki işlem için bekleyen parçalar üretim alanı içerisinde belli bölgelerde bekletilmektedir. Bununla birlikte, sarf malzemelerin tutulduğu 1 ana depo bulunmaktadır.

Envanter Yönetimi

- Üretim miktarı, teslim zamanı ve üretim zamanı dikkate alınarak temel hammaddeler için, hammadde miktarı belli bir seviyenin altına düştüğünde sipariş verilmektedir. Belli bir sipariş miktarı (Q) bulunmamaktadır. Olması

beklenen bir sipariş için üretim süresi, termin süresi, üretimi gerçekleştirmek için gerekli bu hammaddenin ele geçme süresi düşünülerek siparişe hazırlıklı olmak için hammadde talebinde bulunulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Kritik parçalar sürekli gözden geçirilmektedir. Diğerleri dönemsel olarak kontrol edilmektedir. Firmada belli bir stok politikası bulunmamaktadır.

- Firmada siparişe göre üretim yapılmaktadır, sipariş olmadığı durumda da kaynakların atıl beklememesi için üretim devam etmektedir. Bitmiş ürün stoğu tutulmamaktadır, çünkü siparişe göre üretim yapılmakta ve üretim bittiğinde sevkiyat gerçekleşmektedir. Yoğun olarak ara ürün stoğu tutulmaktadır. Yani herhangi bir sipariş gelirse diye eğer fazladan üretim yapılmışsa bunlar üretim ve eloksaldan geçerek montaj öncesinde bekletilmektedir.

5.2. Problem Tanımı

Yapılan çalışmada düşünülen problem, firma ile tedarikçileri arasındaki hammadde ve firma ile müşterileri arasındaki bitmiş ürünlerin taşınmasını içeren bir nakliye planlaması problemidir.

Firmanın çok sayıda tedarikçisi bulunmaktadır, ancak burada en önemli üç tedarikçi dikkate alınmıştır. Bunlardan biri, yurtdışından alınan malzemelerin tedarikçisi, ikincisi yurtiçinde cerrahi aletler için malzemelerin alındığı tedarikçi, üçüncüsü ise yine yurtiçinde konteynırlar için sac alınan tedarikçidir.

Firmanın altı tane yurtiçi bölge müdürlüğü ve dört tane yurtdışı temsilcilikleri bulunmaktadır. Satışların büyük çoğunluğu bu müdürlük ve temsilcilikler aracılığıyla yapılmaktadır. Ayrıca yurtdışında ve yurtiçinde satış yapılan direkt müşterilerde mevcuttur. Bölge müdürlükleri ve temsilcilikler, firmadan bağımsız olmakla birlikte firmanın müşterileri şeklinde düşünülmektedir.

Yurtiçinde ürün siparişleri geldiğinde üretim gerçekleşikten sonra sevkiyat yapılmaktadır. Bölge müdürlüklerinin kendilerine ait depoları olduğu için buralardan gelen siparişlere göre üretim yapılmakta ve gerekirse nihai müşteriye ulaşana kadar ürünler bölge müdürlüklerinin depolarında beklemektedir.

Yurtdışı satışlarda da, siparişlerin taşıma maliyetinin çok olması, gümrük giderleri gibi nedenlerle mümkün olduğunca tek seferde fazla ürün miktarı gönderilmesine çalışıldığı görülmüştür.

Talep miktarlarının genel olarak, doktorların izne ve tatile çıktığı zamanlarda azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca taleplerin yurtiçinde ihale zamanları, yani Kasım-Nisan ayları arasında arttığı, yaz döneminde ise azaldığı görülmüştür. Aynı şekilde yurtdışında da talepler temmuz ve ağustos aylarında azalmaktadır. Yapılan çalışmada, planlama ufku on iki aydan oluşmaktadır.

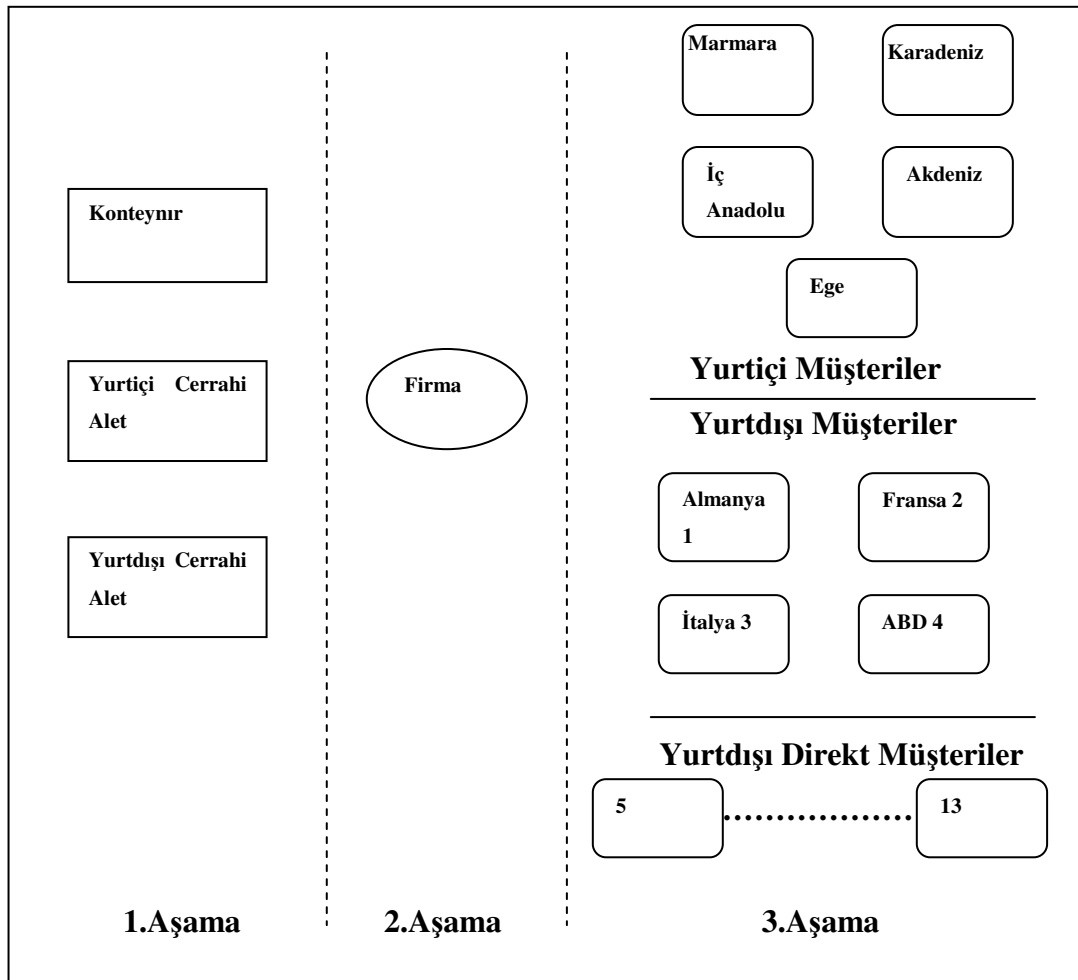
Ürün çeşitliliğine göre firmanın satışlarına bakıldığında ise, iki ana grubundan biri olan cerrahi aletlerin daha çok yurtiçinden, diğer ürün grubu konteynırların ise daha çok yurtdışından talep aldığı görülmektedir.

Buna göre, firmada nakliye planlaması yapılması düşünülmüştür. Nakliye planlaması ile üretim kısıtları, satış ve satın alma talepleri dikkate alınarak, tedarikçilerden gelecek malzeme ya da müşterilere gidecek ürün miktarı ve buna göre ilgili dönemde yapılacak taşıma sayısı belirlenmektedir. Böylece siparişler istenilen zamanda müşterilerin elinde olabilecek ve siparişler birleştirilerek sevkiyat sayılarının azaltılmasıyla da taşıma maliyetlerinde azalma sağlanacaktır.

5.3. Çözüm Önerileri

Nakliye planlaması için öncelikle sistem kurgulanmış ve matematiksel modeli kurulmuştur. Daha sonra da sistem kısıtlarına göre, çözüm yolu olarak tavlama benzetimi tekniği kullanılmıştır.

Sistem bir tedarik zincirinin halkaları şeklinde düşünülmüştür. Bu üç aşamadan oluşan sistemde, önce firmanın tedarikçileri, sonra firmanın kendisi, daha sonra da firmanın müşterileri yer almaktadır. Sistemdeki tedarik yapısı Şekil 5.1’de görüldüğü gibidir:



Şekil 5.1. Sistemdeki tedarik zinciri yapısı

Şekil 5.1’e göre, firmanın cerrahi alet ve konteynırlar için iki ana yurtiçi tedarikçisi ve bir yurtdışı tedarikçisi ele alınmıştır. Müşterileri ise, yurtiçindeki beş bölge müdürlüğü, yurtdışındaki dört temsilcilik ve dokuz tane direkt müşteriden oluşmaktadır.

5.3.1. Matematiksel model

Bu sistem için düşünölen model, yapının ortadaki halkası yani üretici firma için kurulmuştur. Kısıtlar, karar değişkenleri ve veriler incelenen firmaya aittir.

Geliştirilen doğrusal programlama modelinde kullanılan varsayımlar:

1. Cerrahi alet ve konteynır olmak üzere satış miktarı en fazla ve en önemli iki ürün grubu ele alınmıştır.
2. Hammadde çeşitliliği çok fazla olduğundan, sayının artması karmaşıklığı artıracağından dikkate alınan en önemli iki ürün grubu için gerekli en önemli malzemeler göz önüne alınmıştır.
3. Tedarikçi sayısı çok fazla olduğu için ana malzemeler ve yurtiçi ya da yurtdışı oluşuna göre gruplandırılmıştır.
4. Yurtiçinde satışların çoğu bayiler aracılığıyla yapıldığı için direkt müşteriler göz ardı edilmiştir.
5. Her ay üretim kapasitesi sabit kabul edilmiştir.
6. Müşterilerin öncelik derecelerinin farklı olması göz ardı edilmiştir.
7. Yurtiçinde Güneydoğu Bölge Müdürlüğü yeni açıldığından satış miktarı göz ardı edilecek kadar azdır ve dikkate alınmamıştır.
8. Yurtiçi müşterilere satılan konteynır miktarı ve yurtdışı müşterilere satılan cerrahi alet miktarı, satış rakamları içerisinde çok küçük değerlere sahip olduğu için ihmal edilmiştir. Böylece yurtiçine sadece cerrahi alet, yurtdışına ise konteynır satışı yapıldığı kabul edilmiştir.

Matematiksel modelde kullanılan notasyonlar aşağıdaki gibidir:

X_i = i.tedarikçiden tüm dönemler boyunca yapılan toplam taşıma sayısı

Y_{it} = t. dönemde i.tedarikçiden yapılan taşıma sayısı

Q_j = j.müşteri/bayiye tüm dönemler boyunca yapılan toplam taşıma sayısı

Z_{jt} = t.dönemde j.müşteri/bayiye yapılan taşıma sayısı

a_{it} = sevkiyat başına a_i .tedarikçiden t.dönemde gelen miktar

b_{jt} = sevkiyat başına fabrikadan j.müşteriye t.dönemde gönderilen miktar

D_i = i. tedarikçiden yapılan yıllık toplam talep

P_j = j. müşteri/bayinin fabrikadan yaptığı yıllık toplam talep

C_i = i.tedarikçiden yapılan birim taşıma maliyeti

C_j = j.müşteri/bayiye yapılan birim taşıma maliyeti

S_t = t.dönemde konteynır için toplam üretim miktarı

V_t = t.dönemde cerrahi alet için toplam üretim miktarı

m_t = t.dönemde j.konteynır müşterisi için yapılan konteynır üretim miktarı

n_t = t.dönemde j.cerrahi alet müşterisi için yapılan cerrahi alet üretim miktarı

Belli bir tedarikçiden belli bir malzeme grubu alınacağı ve belli müşterilere belli ürünler gönderileceği için ürün çeşidi notasyonlarda farklı bir dijitle gösterilmemiştir.

Model şu şekildedir:

$$\text{Min } Z = C_i \cdot X_i + C_j \cdot Q_j$$

Subject to

$$\sum_{t=1}^{12} a_{it} \cdot Y_{it} \geq D_i \quad \forall i \text{ için} \quad (5.1)$$

$$\sum_{t=1}^{12} b_{jt} \cdot Z_{jt} \geq P_j \quad \forall j \text{ için} \quad (5.2)$$

$$\sum_{t=1}^{12} Y_{it} - X_i = 0 \quad \forall i \text{ için} \quad (5.3)$$

$$\sum_{t=1}^{12} Z_{jt} - Q_j = 0 \quad \forall j \text{ için} \quad (5.4)$$

$$\sum_{t=1}^{12} Y_{it} \geq 1 \quad \forall i \text{ için} \quad (5.5)$$

$$\sum_{t=1}^{12} Z_{jt} \geq 1 \quad \forall j \text{ için} \quad (5.6)$$

$$\sum_{j=1}^{13} mt.Z_{jt} \leq St \quad \forall t \text{ için} \quad (5.7)$$

$$\sum_{j=14}^{18} nt.Z_{jt} \leq Vt \quad \forall t \text{ için} \quad (5.8)$$

$$X_i \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad \forall i \text{ için} \quad (5.9)$$

$$Q_j \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad \forall j \text{ için} \quad (5.10)$$

$$Y_{it} \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad \forall i \text{ ve } t \text{ için} \quad (5.11)$$

$$Z_{jt} \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad \forall j \text{ ve } t \text{ için} \quad (5.12)$$

(5.1) *nolu kısıt grubu*, ele alınan bu üç aşamalı sistemin ilk aşamasında ilgili tedarikçiden fabrikaya gönderilen malzeme miktarının sağlanması ile ilgilidir. İlgili tedarikçiden gönderilen malzeme miktarı fabrikadan yapılan talebe eşit ya da bu miktardan büyük olmalıdır. Miktarın büyük eşit olmasına izin verilmesinin nedeni, fabrikada stok alanının müsait olması ve stok tutmaya izin verilmesidir.

(5.2) *nolu kısıt grubu*, müşterilerin yaptığı talebin karşılanması ile ilgilidir. Herhangi bir müşteri tarafından ilgili dönemde yapılan talep, fabrikada üretilen ürün miktarına eşit ya da bu miktardan büyük olmalıdır. Müşteriye gönderilen miktarın, talepten büyük olmasına izin verilme nedeni, siparişe göre üretim yapılıyor olmasına rağmen, siparişin sürekli olması ve müşterilerin kendilerine ait depoları olması nedeniyle bu pozitif sapmaya izin veriliyor olmasıdır.

Y_{it} değişkenleri, yukarıda bahsedildiği gibi t.dönemde i.tedarikçiden yapılan sevkiyat sayısını göstermektedir. Amaç fonksiyonunda ise toplam taşıma maliyeti minimize edileceğinden (5.3) *nolu kısıt grubu* ile X_i , ilgili tedarikçiden yapılan toplam sevkiyat sayısı, bulunmaya çalışılmaktadır.

Aynı şekilde (5.4) *nolu kısıt grubu* ile de herhangi bir müşteriye yapılan yıllık toplam sevkiyat sayısı belirlenmektedir..

(5.5) ve (5.6) nolu kısıt grupları da, her tedarikçiden ya da her müşteriye yıl boyunca en az bir sevkiyat yapılmasını sağlamaktadır. Böylece hiçbir tedarikçi ya da müşteri en az bir sevkiyat ataması yapılmadan geçilmeyecektir. Çünkü mevcut sistem bu tedarikçi ve müşterilerle işlemektedir.

(5.7) ve (5.8) nolu kısıt grupları kapasite kısıtlarıdır. Burada, 8 nolu varsayım dikkate alınmıştır. Ayrıca cerrahi alet ve konteynır için üretim kapasiteleri de farklı olduğundan kapasite kısıtı yurtiçi ve yurtdışı olmak üzere iki ayrı müşteri grubu için iki farklı şekilde ifade edilmiştir.

(5.7) nolu kısıt grubunda, ilk 13 müşteri yurtdışı müşterilerdir ve bu müşterilere sadece konteynır satışı yapıldığından buradaki kapasite, konteynır için üretim miktarı ile sınırlıdır.

(5.8) nolu kısıt grubu ise, yurtiçi müşteriler için oluşturulmuş ve buradaki kapasite sınırı cerrahi aletler için üretim miktarıdır.

(5.9), (5.10), (5.11) ve (5.12) nolu kısıt grupları, oluşturulan modelin pozitif kısıtlama bölümünü oluşturur. Söz konusu tüm değişkenler sevkiyat sayılarını ifade ettiği için de tamsayı değerleridir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, nakliye planlaması problemin NP-zor olduğu görülmektedir [46]. Ayrıca yapılan çalışmalar incelendiğinde, problem boyutu büyüdüğünde doğrusal optimizasyonun yeterli sonuç veremediği ve bu nedenle sezgisel tekniklere geçiş yapıldığı da görülmektedir [41].

Burada da, nakliye planlamasının NP-zor bir problem olması ile birlikte, tedarikçi sayısının indirgenmiş olduğu varsayımı altında bile, karar değişkeni sayısının çok fazla olması, firmanın tedarikçi ve müşterilerinin de giderek artması nedeniyle, problem boyutunun giderek büyüyeceği düşünülerek [22], [41] ve [46]'da olduğu gibi sezgisel yöntemlerden yararlanılmasına karar verilmiştir.

5.3.2. Tavlama benzetimi

Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi, konu ile ilgili literatürü incelediğimizde lojistik problemlerinin çözümünde sezgisel yöntemlerin kullanımının giderek arttığını görmekteyiz. Problem boyutu büyüdüğünde optimizasyon teknikleri ile çözümün zorlaşması bunun başlıca nedenlerindedir. İncelenen firmada da, ürün ve hammadde sayısının çok fazla olması, müşteri sayısının giderek artıyor olması ve tedarikçi sayısının çok fazla olması nedeniyle sezgisel bir yaklaşım kullanılması çözüm yolu olarak düşünülmüştür.

Sezgisel tekniklerin içersinde de, algoritmanın gelişimi ve tavlama benzetiminin olasılıklı bir yaklaşım olması nedeniyle çözüm uzayını daha ayrıntılı aramaya olanak sağlaması ve literatürdeki örnek çalışmalar burada tavlama benzetiminin kullanılmasında etkili olmuştur.

Tavlama benzetimi algoritması, sezgisel yöntemlerin “yöre arama” sınıfında yer almaktadır. Tüm yöre arama yöntemleri gibi iyileştirici bir yöntemdir. Yöre arama metotları genel olarak, bir başlangıç çözümle (genellikle problem değişkenlerinin rassal olarak belirlenir) başlar. A durumundan, onun komşusu olan A' durumuna geçmeyi sağlayan bir hareketi içeren ardışık proses oluşturulur. Yani başlangıç çözümü adım adım iyileştirir [47].

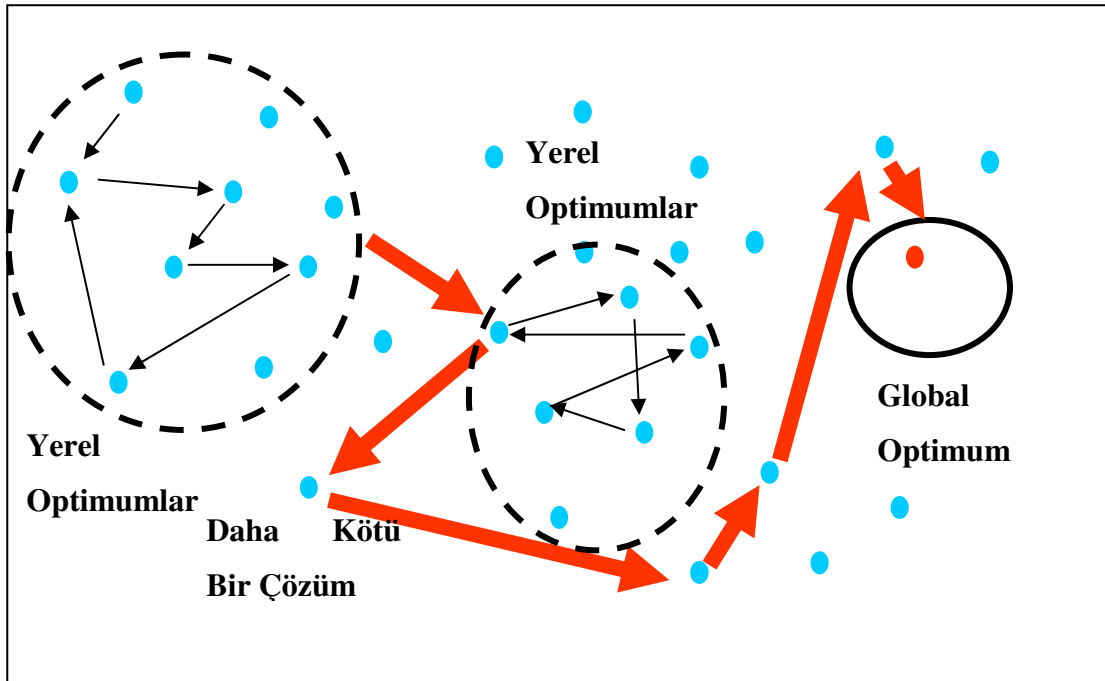
Yerel (yöre) arama düşüncesinin diğer bir açılımı iyileştirici olmayan çözümlere de izin vermektir. Yerel aramada en iyi komşuya geçme durumu genellikle sonsuz bir döngüye neden olur. Yerel arama yöntemlerinin en büyük dezavantajı; algoritmanın yerel optimuma takılabilmesidir. Tavlama benzetiminde, bu durumdan rassallık kullanılarak kurtulmaya çalışılmaktadır.

Tavlama Benzetimi, kombinatoryal eniyileme problemleri için iyi çözümler veren stokastik arama yöntemidir. TB (Tavlama Benzetimi), gezgin satıcı problemi, çizelgeleme, karesel atama problemi, şebeke tasarımı, bilgisayar tasarımı, görüntü

işleme, moleküler fizik ve kimya gibi bir çok kombinatoriyal eniyileme probleminin çözümünde kullanılmıştır.

TB, çözüm uzayının belli bölgesinde takılıp kalmayı önleyecek ve böylece global optimuma ulaşmayı sağlayacak bir özelliğe sahiptir. Geliştirilen algoritma ile çözüm uzayı aranırken, yerel optimumlar arasından daha farklı bir bölgeye sıçrama yapabilmek için TB algoritması belli bir olasılıkla daha kötü bir çözümü de en iyi çözüm olarak kabul edebilmektedir. Daha sonra arama yapılan bölge değişeceği için daha iyi çözümler bulunabilecektir.

Burada yerel en iyi çözüm ifadesi ile anlatılmak istenen çözüm uzayının belli bir bölümündeki en iyi çözümdür. Global en iyi çözüm ise çözüm uzayının tümü içerisindeki en iyi çözümdür. TB'nin arama yapısına bir örnek Şekil 5.2'de verilmiştir.



Şekil 5.2. Tavlama benzetimi algoritması arama yapısı

Şekil 5.2’de her nokta mümkün bir çözümü göstermektedir. Algoritma global optimum çözümü ararken zaman zaman yerel optimumların olduğu bölgede takılmakta ancak, çözüm daha kötü bile olsa farklı bir bölgeye sıçrama yaparak global optimumu aramaya devam etmektedir.

Tavlama Benzetimi ismi, katıların fiziksel tavlama süreci ile olan benzerlikten ileri gelmektedir. TB algoritması, birbirlerinden bağımsız olarak, Kirkpatrick, Gelatt ve Vecchi (1983) ve Cerny (1985) tarafından ortaya konmuştur [48].

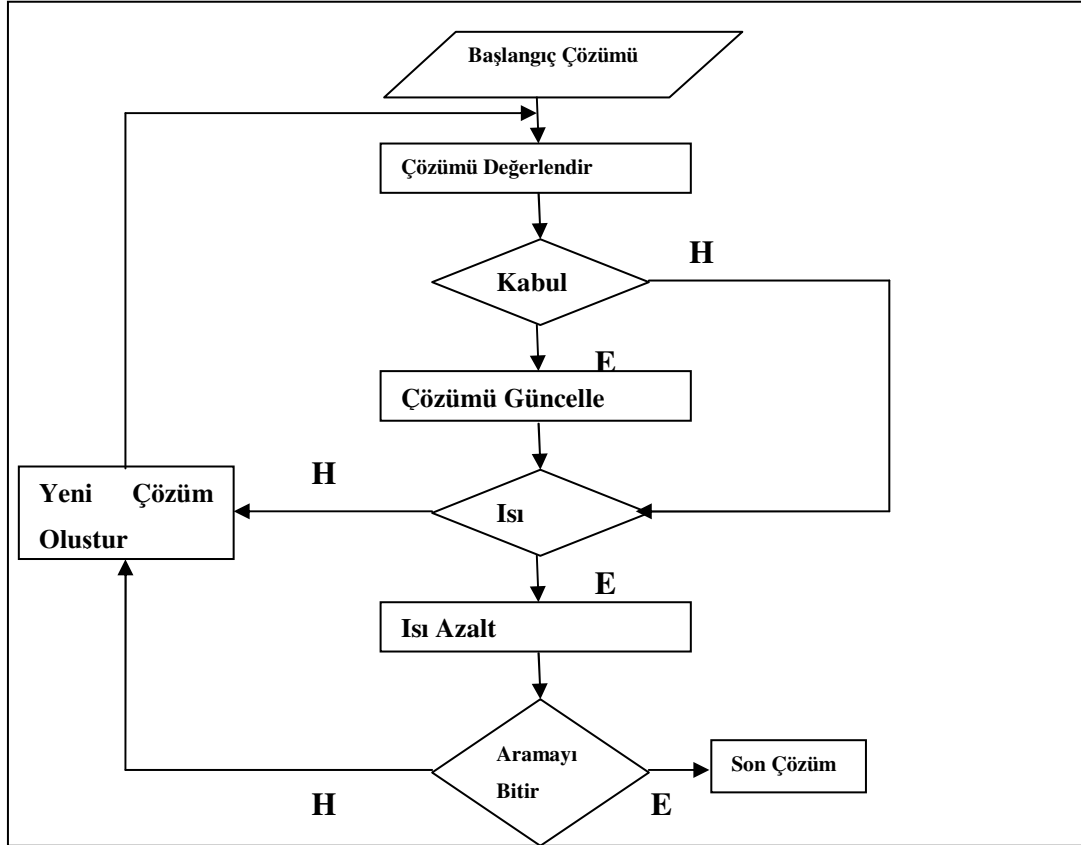
Fizik biliminde *tavlama*, bir katının ısı banyosunda düşük enerji durumlarının elde edilmesi için bir ısı süreci olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç, iki adımı içermektedir: İlki, ısı banyosunun sıcaklığının katının eriyebileceği en yüksek değere yükseltilmesi ve daha sonra düşük enerjili durum elde edilinceye kadar ısı banyosunun sıcaklığının kontrollü bir şekilde azaltılmasıdır [48].

Bu yöntemde, katının farklı fiziksel durumları problemdeki mümkün çözümlere; sistemin enerjisi amaç fonksiyonuna; bir durumun enerjisi bir çözümün amaç fonksiyonu değerine; yarı kararlı durum yerel en iyi çözüme; yer durumu ise global en iyi çözüme karşılık gelmektedir [47].

Bu yöntem ile üretilen çözümler sırasının amaç fonksiyon değerleri genel bir azalma eğilimindedir. Ancak, bazı durumlarda amaç fonksiyonu değerleri yüksek olan çözümler de kabul edilebilmektedir. Bu tür kötü çözümlerin kabul edilmesindeki amaç, bir yerel en iyi etrafında yapılan aramadan çıkıp global eniyi için aramaya devam etmektir. TB algoritmasının bu özelliği sayesinde, en iyi çözüm aranırken yerel optimumların bulunduğu bölgelerde takılıp kalmak yerine, bu bölgelerden farklı bir bölgeye sıçrama yapılarak global optimum çözümü bulmak mümkün hale gelir.

TB'nin kombinatoriyal en iyileme problemleri için eniyi çözüme yakın çözümler üreten bir yöntem olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir.

Şekil 5.3'te, tavlama benzetimi algoritmasının akış şeması verilmiştir.



Şekil 5.3. Tavlama benzetimi akış şeması

Şekil 5.3'te görüldüğü gibi, çözüm, üretilen her yeni çözümle karşılaştırılarak sürekli güncellenmektedir. Durdurma şartı istenilen sıcaklığa ulaşılmasıdır. Eğer istenilen sıcaklık değerine ulaşıldıysa eldeki çözüm, son çözüm olarak kalmaktadır.

TB'de çözüme başlarken belirlenmesi gereken parametreler bulunmaktadır. Bunlar;

- Başlangıç sıcaklığı: Bu değer katının soğutulmaya başlanacağı sıcaklığı göstermektedir. Bu algorithmada ise, yapılacak arama sayısına göre başlangıç sıcaklığı belirlenmektedir. Ancak yapılacak arama sayısı ve çözüm uzayı genişliğini belirleyen tek parametre sıcaklık değildir. Her sıcaklıkta üretilecek

çözüm sayısı ve sıcaklık azaltım fonksiyonunun da sıcaklık ile birlikte belirlenmesi gerekmektedir.

- Sıcaklık azaltım fonksiyonu: Sıcaklık azaltım fonksiyonu, başlangıçta verilen sıcaklık değerinin nasıl azalacağını belirlemektedir, yani bu fonksiyonda bulunan değerlere göre sıcaklık azalmakta ve giderek durdurma şartına yaklaşılmaktadır.
- Her sıcaklık değerinde üretilecek çözüm sayısı: Sıcaklık azaltım fonksiyonu ile sıcaklık azalarak her yeni değer aldığıında, belli sayıda yeni çözüm üretilerek buradaki çözüm uzayı içerisinde arama gerçekleştirilecektir.
- Durdurma şartı: Algoritmayı sonlandırma şartıdır. Sıcaklık belli bir değere indiğinde algoritma son bulur.

Tüm sezgisellerde olduğu gibi, tavlama benzetiminde de önemli bir konu, aramanın nasıl yapılacağı, yani üretilen bir çözümden diğerine nasıl geçileceğidir. Sezgisel yöntemlerde yeni çözüm üretmede ‘hareket mekanizmaları’ kullanılmaktadır. En çok kullanılan hareket mekanizmaları; ‘swap (yer değiştirme)’, ‘add/drop (ekle/çıkart)’, ‘increase/decrease (artır/azalt)’, ‘insert’ gibi hareket türleridir. Bunların yanında, literatürde kullanılan farklı hareket mekanizmaları da mevcuttur. Bunlardan hangisinin kullanılacağı, problem yapısına ve çözümlerin algoritmadaki gösterim şekline göre değişmektedir.

Şekil 5.3’te verilen akış şemasının, bilgisayar programında uygulanmasını gösteren temel adımlar Çizelge 5.1’de yer almaktadır.

Çizelge 5.1. Tavlama benzetimi algoritması

<pre> Begin Başlangıç çözümü seç Başlangıç sıcaklığı seç (t=100) Sıcaklık azaltım fonksiyonu belirle repeat repeat Yeni bir komşu çözüm üret if (yeni - eski) < 0 then yeni çözümü seç else begin [0,1] aralığında rassal sayı üret (r) if $\exp(-(yeni-eski)/t) > r$ then yeni çözümü seç end until iterasyon sayısına kadar t = f(t); until (t<0) veya uygun çözüm bulununcaya kadar End </pre>

Çizelge 5.1'de' te verilen algoritma, bu çalışmada oluşturulan matematiksel modele göre Visual Basic programında uygulanmıştır.

Hazırlanan tavlama benzetimi algoritmasında ilk olarak parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir. Yukarıda da bahsedilen parametrelerden ilki, başlangıç sıcaklığı olmuştur, yani hangi sıcaklık değerinden başlanarak soğutulacağını belirlenmiştir. Daha sonra da, bu sıcaklık değerinin nasıl azalacağını gösteren sıcaklık azaltım fonksiyonu belirlenmiştir. Ayrıca, her bir sıcaklık değerinde yapılması gereken arama sayısının da belirlenmesi gerekmektedir. Yani her sıcaklık değeri azaltımında belli sayıda yeni çözüm oluşturularak bunlar içerisindeki en iyi çözüm araştırılacaktır. Durdurma koşulu ise sıcaklığın sıfıra inmesi olarak kabul edilmiştir. Aşağıda, bu çalışmada geliştirilen tavlama benzetimi algoritması adımları anlatılmıştır.

Algoritma Adımları

1. Rassal olarak bir başlangıç çözüm üretilmiştir.
2. Rassal olarak üretilen başlangıç çözümü amaç fonksiyonu değerinin bulunmasıyla değerlendirilmiştir ve eldeki en iyi çözüm olarak saklanmıştır.
3. İterasyon sayısı, yani buna karşılık gelen sıcaklığa ulaşılmadığı için yeni bir çözüm üretilmiş ve bu yeni çözümün amaç fonksiyonu değeri bulunmuştur.
4. Eldeki en iyi çözümün amaç fonksiyonu ile yeni çözümün amaç fonksiyonu değerleri karşılaştırılmıştır. Eğer yeni çözüm daha optimal bir amaç fonksiyonu değerine sahipse, artık eldeki en iyi çözüm bulunmuş olan yeni çözümdür.
5. Belirlenen sıcaklık değerine ulaşıncaya kadar yeni çözüm üreterek eski çözümlerle karşılaştırma işlemi devam etmiştir. Ancak tavlama benzetiminin bir özelliği olarak, daha iyi olmayan bir çözüm de belli bir olasılıkla kabul edilebilmektedir. Bu olasılık değerinin hesaplanması eldeki en iyi çözüm ve bulunan yeni çözüm karşılaştırıldığında, elde edilen yeni çözüm eldeki en iyi çözümden daha iyi olmadığı durumlarda ortaya çıkmaktadır. Bu durumda; belirlenmiş parametrelerle olasılık değeri hesaplanarak bu olasılık değerine göre, daha kötü olan bir çözüm kabul edilebilmiştir. Bu aşamanın amacı; yukarıda da bahsedildiği gibi yerel en iyi çözümde takılıp kalmayı engelleyerek, kötü bir çözümden daha iyi bir çözüme atlayabilmeyi sağlamaktır.
6. Belirlenen sıcaklık değerine ulaşıldığında çözüm uzayının aranması bitmiş ve eldeki en iyi çözüm bulunan optimal çözüm olarak kabul edilmiştir.

Modelin Çözümü

Sevkiyat sayılarının bulunarak toplam maliyetin minimize edilebilmesi için hazırlanan programda ilk olarak yukarıda bahsedilen parametreler girilmektedir. Bu parametrelerin farklı değerlerine göre, farklı denemelerde farklı sonuçlar elde edilmektedir. Yapılan çalışmada, her parametre sırayla değiştirilip, geriye kalanlar aynı tutularak denemeler yapılmıştır. Aşağıda elde edilen sonuçlar yer almaktadır.

Diğer parametreler sabit olmak (Sıcaklık azaltım fonksiyonu: $f(t)= 0.995t$ ve $t=1$; her sıcaklıktaki tekrar sayısı: $n=100$) üzere, sıcaklık değerinin değişimine göre elde edilen bazı sonuçlar Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Sıcaklık değişimine göre sonuçlar

Deneme	Sıcaklık	Amaç Fonksiyonu
1	100	270141
2	200	281029
3	300	265052
4	500	279010
5	1000	281029

Çizelge 5.2’de görüldüğü gibi en düşük maliyet, $T=300$ ’de elde edilmiştir. Sıcaklık değerinin giderek artırılması yapılan aramaların sayısının artması anlamına gelmektedir. Ancak burada, $T=200$ ve $T=1000$ sıcaklıklarında aynı amaç fonksiyonu değerlerine ulaşılmıştır. Bu sıcaklık değerlerine göre yapılan arama sayıları arasında oldukça büyük bir fark bulunmasına rağmen, arama sayısının artması aslında çözümü iyileştirmemiştir. Bunda, tavlama benzetiminin olasılıklı bir yaklaşım olmasının ve iterativ yapısının etkisi bulunmaktadır. Aynı şekilde, $T=500$ değerinde de, $T=300$ değerine göre daha kötü bir sonuç elde edilmiştir. Sonuçta en iyi amaç fonksiyonu değerini veren $T=300$ çözümü seçilmiştir.

Sıcaklık parametresinden sonra, sıcaklık azaltım fonksiyonunda değişiklik yapılmıştır. Elde edilen en iyi sıcaklık değeri, $T=300$ olduğu için bu değerde tutulup ve $n=100$ olarak sabitlenerek t değiştirildiğinde elde edilen sonuçlar Çizelge 5.3’te verilmiştir.

Çizelge 5.3. Sıcaklık azaltım fonksiyonu değişimine göre sonuçlar

Deneme	t	Amaç Fonksiyonu
1	1	279010
2	2	265052
3	3	286391
4	4	255627
5	5	278052

Çizelge 5.3'te görüldüğü gibi en düşük maliyet $t=4$ değerinde elde edilmiştir. Sıcaklık azaltım fonksiyonu, yukarıdaki bölümde de bahsedildiği gibi, belirlenen sıcaklık değerinin hangi aralıklarla azalarak durdurma koşuluna ulaşılacağını belirleyen fonksiyondur. Yani sıcaklık azaltım fonksiyonu da arama sayısını belirlemektedir. Burada, t değerinin artırılması aslında sıcaklığın daha hızlı azaltılması anlamına gelmektedir. Böylece, durdurma koşuluna daha çabuk ulaşılmaktadır. Buna rağmen $t=4$ değerinde, en iyi amaç fonksiyonu değerinin elde edilmesi, sıcaklık farklı değerlere ulaştıkça, yani çözüm uzayının farklı noktalarına sıçrama yapıldıkça daha iyi çözümlere rastlandığını göstermektedir.

Yukarıda elde edilen en iyi değerler, sıcaklık, $T=300$ ve $t=4$ olarak sabitlenip, n değiştirildiğinde elde edilen sonuçlar Çizelge 5.4'te görülmektedir. n değeri de ulaşılan her sıcaklık değerinde yapılacak arama sayısını göstermektedir. Bu nedenle, n değerinde yapılacak değişiklikler arama sayısını, dolayısıyla arama yapılan çözüm uzayının büyüklüğünü değiştirmektedir.

Çizelge 5.4. Sıcaklık değişimine göre sonuçlar

Deneme	Tekrar Sayısı	Amaç Fonksiyonu
1	100	258877
2	200	255627
3	300	255627
4	500	255627
5	1000	255627

Çizelge 5.4'te görüldüğü gibi tekrar sayısının artmasıyla, belli bir noktadan sonra problemde aynı çözüm elde edilmeye başlanmıştır. Burada, problem boyutunun çok büyük olmaması nedeniyle, arama sayısının artmasının önemli bir etki yaratmadığı görülmektedir. Aynı amaç fonksiyonu değerine tekrar sayısı az iken de ulaşılmıştır.

Tavlama benzetimi tekniğinin bir özelliği olan rassallık nedeniyle, yapılan çeşitli denemelerde dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Yani TB algoritması, çözüm uzayının daha farklı bölgelerine giderek en iyi çözümü aramak için belli bir olasılıkla daha kötü bir çözüme atlayıp, daha önce geçtiği ve daha iyi olan çözümlere tekrar ulaşamamıştır. Bunun anlamı, farklı parametre değerlerinde değişiklik yapılması ve iterasyon sayısının artırılması, çözüm uzayının *daha büyük bir bölgesinin* aranmasını sağlasa da, *daha iyi bir çözümü* garanti etmemektedir.

Hazırlanan programda bahsedilen bu parametreler değiştirilerek çeşitli denemeler yapılabilmektedir. Tavlama benzetimi algoritmasına göre geliştirilen programın ekran görüntülerine Ek-1'de örnek verilmiştir. Ekranda, ana değerler ve çözüm sonucu değerler olmak üzere iki ayrı bölüm bulunmaktadır. İlk bölümde, doğrusal modele karşılık gelen katsayılar ve ikinci bölümde ise, program çalıştıktan sonra bulunan değerler yer almaktadır. Alt bölümde ise, TB parametrelerinin girilerek programın çalıştırıldığı alanlar yer almaktadır. Çözüm her bir dönemde yapılan sevkiyat sayısı ve sevkiyat miktarını göstermektedir.

Program sonuçlarına bakıldığında, istenildiği gibi sevkiyat sayılarında azalma olduğu görülmüştür. Firmada yapılan çalışmada, bir yıllık planlama dönemi ele alınmış ve her ay sözü edilen bir dönemi göstermiştir. Elde edilen güvenilir veriler bir önceki yıla aittir. Firmanın Mayıs 2008-Nisan 2009 arasındaki aylara ilişkin veriler ile yapılan karşılaştırmalara ait bazı örnekler şöyle sıralanabilir:

1. Firmanın tam bir stok politikası olmasa da, sac miktarının belli bir seviyenin altına inmesi istenmemektedir. Konteynır için en önemli hammadde olan sacın

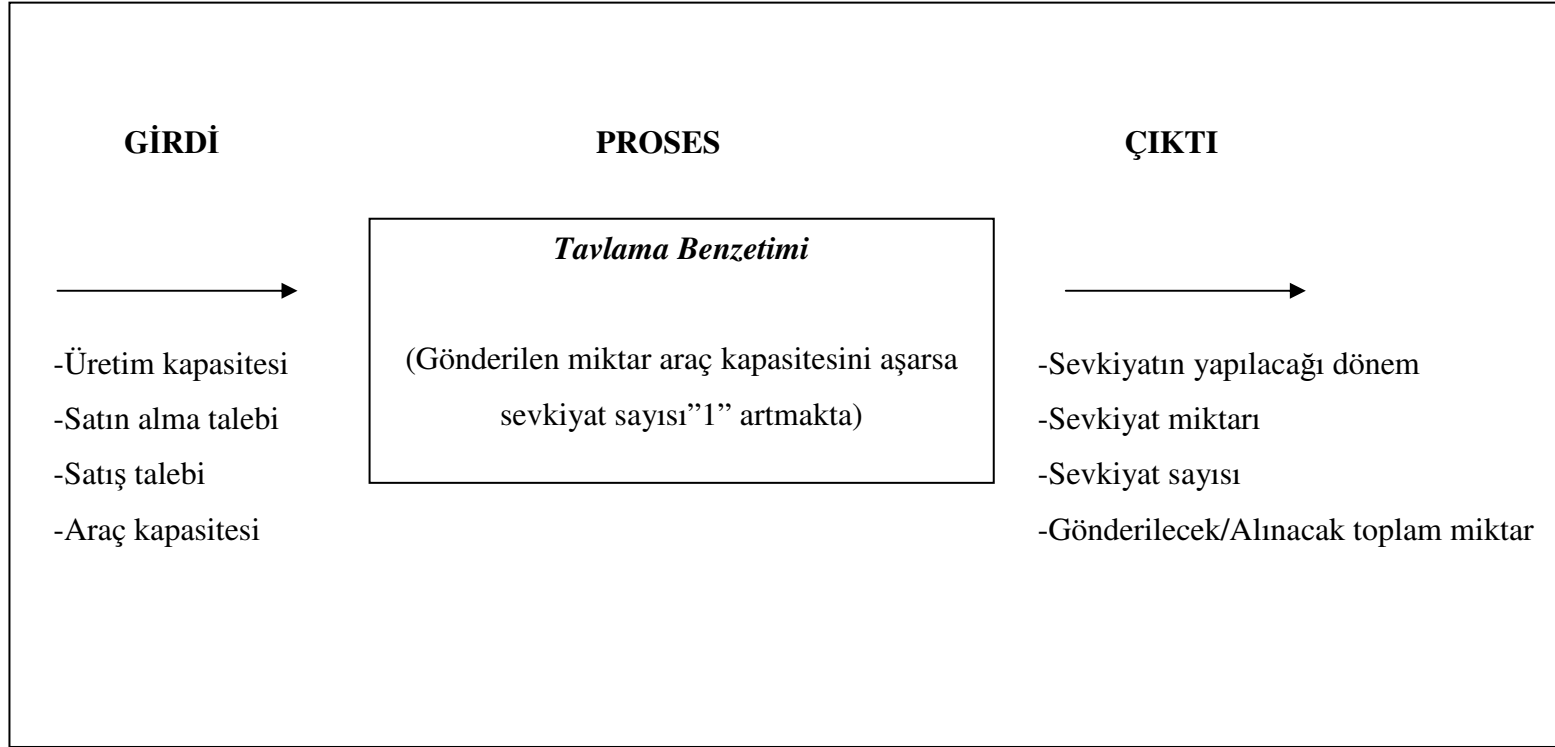
alındığı tedarikçiden belirtilen dönemde gerçekleşen sevkiyat 10 iken, programda 8 sevkiyat yapılmıştır.

2. Firmanın en önemli müşterilerinden olan Almanya'ya 14 yerine 12 sevkiyat yapılmıştır.
3. Belirtilen dönemde yapılan ihracatın %11'ine sahip olan Fransa'ya 12 yerine 9 sevkiyat gerçekleşmiştir.
4. Belirtilen dönemdeki ihracatın %27'sine sahip olan İtalya'ya ise, bu dönem ile aynı sayıda, yani 8 sevkiyat yapılmıştır.
5. Firmada ABD müşterisinin talepleri coğrafi konumu gereği yüksek taşıma maliyetleri getirmektedir. Bu müşterinin siparişleri özellikle minimum sayıda sevkiyat ile almak istediği belirtilmiştir. Programda da, ABD'ye yıl içerisinde tek bir sevkiyatla siparişler gönderilmiştir.

Şekil 5.4'te, uygulanan tavlama benzetimi algoritması sistem yaklaşımı ile gösterilmiştir. Burada, sistemin üretim kapasitesi kısıtları, satış ve satın alma talepleri, ve ayrıca araç kapasitesi kısıtının dikkate alınarak taşımanın yapılacağı dönem, bu dönemde gidecek/gelecek toplam miktar, ve toplam miktara bağlı olarak sevkiyat sayısı ve sevkiyat başına miktarın belirlendiği görülmektedir.

Sistem ihtiyaçlarına göre ve sistem kısıtlarının da gerektirdiği gibi sevkiyatların mümkün olduğunca birleştirildiği görülmektedir. Sevkiyat sayılarındaki bu azalma da, taşıma maliyetlerinde önemli bir iyileşme sağlamaktadır.

Ayrıca, gönderilen ya da alınan ürün miktarı değişmediği için sevkiyat sayılarının azalması araçların daha dolu gitmesi ya da gelmesi anlamını taşımaktadır. Yani tavlama benzetimi algoritmasında; *sevkiyat sayısı* karar değişkeni ile maliyet minimizasyonu sağlanırken, araçların da doluluk oranları maksimize edilmiş olmaktadır.



Şekil 5.4. Uygulanan tavlama benzetimi algoritmasında kullanılan girdiler ve elde edilen çıktılar

6. SONUÇ

Üretim sistemlerinin gelişimine bakıldığında, eskiden firmalar için müşterinin talep ettiği miktarda ürünü piyasaya sunabilmek önemliyken, zamanla maliyet de önemli bir kavram haline gelmiştir. İlerleyen dönemlerde tüketiciler için artık satın aldıkları ürünün kalitesi belirleyici olmuştur ve bu durumda üreticiler için önemli bir kavram daha ortaya çıkmıştır. Günümüze gelindiğinde ise tüm bunlar mutlaka gerekli olmakla birlikte ‘hız’ ve ‘bilgi’ ön plana çıkmıştır. Sürekli değişen ve gelişen müşteri ihtiyaç ve isteklerini en kısa zamanda ürün tasarım-üretim süreçlerine yansıtarak ürünlerini piyasaya sürebilen firmalar güçlü hale gelmiştir. Bununla birlikte, firmalar ürün tasarım ve üretim aşamalarını gerçekleştirebilmek için ihtiyaç duyulacak bilgiyi ellerinde bulundurmamak zorunda kalmıştır.

Bahsedilen bu bilgi ihtiyacı ise, sadece ürün gelişimi ile ilgili olmaktan çıkarak, firmaların faaliyet gösterdikleri alanda, tedarikçi ve müşterileriyle gerekli bilgiyi paylaşarak hareket etmelerini gerektirmiştir. Böylece, bir ürünün hammadde halindeki çıkış noktasından nihai ürün halinde müşteriye ulaştığı son noktaya kadar geçtiği süreçler tedarik zinciri yönetimini ortaya çıkarmıştır. Ürünün zincir içindeki hareketinin en etkin ve verimli şekilde sağlanması gerekliliği ile birlikte lojistik yönetimi önem kazanmıştır.

Literatürde ise TZY ve lojistik yönetimi birbirleriyle iç içe ve hızla gelişim göstermiştir. Bu konularda ortaya çıkan problemlerin çözümü ise, doğrusal optimizasyon teknikleri ile başlamıştır. Son yıllarda bu alanlarda karşılaşılan problemler için, analitik hiyerarşik proses, kalite fonksiyon yayılımı gibi farklı teknikler kullanılsa da, ağırlıklı olarak doğrusal optimizasyon tekniklerine yer verilmiştir. Bununla birlikte, problem boyutlarının giderek artmasıyla optimizasyon tekniklerinin yetersiz kalması ve birtakım varsayımlardan kurtulma ihtiyacı ile birlikte sezgisel tekniklerin kullanımı hız kazanmıştır. Bu problemlere çözüm getirmede tabu arama, tavlama benzetimi ve genetik algoritmalar yoğun olarak başvurulan teknikler olmaktadır.

Uygulamada seçilen firma, gerçekleştirdiği lojistik faaliyetler açısından ele alınmıştır. Firma tedarikçi ve müşterileriyle bir tedarik zinciri parçası halinde düşünülmüştür. Lojistik faaliyetler içerisinde önemli bir maliyet kalemini oluşturan nakliye giderlerinin azaltılması gerektiği belirlenmiştir.

Firmanın çok sayıda müşterisinin olması ve özellikle yurtdışı sevkiyatlarda sipariş birleştirme yoluna gidilmesi nedeniyle planlama yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, tavlama benzetimi tekniği kullanılarak nakliye planlaması yapılmıştır.

Sistemin öncelikle matematiksel modeli oluşturulmuş ve matematiksel modelden sonra sezgisel tekniklerin kullanıldığı literatürdeki çalışmalar dikkate alınmıştır. Ayrıca düşünülen tedarik zinciri parçasının daha da genişleyeceği, dolayısıyla problem boyutunun büyüyeceği düşünülerek tavlama benzetimi tekniğine geçiş yapılmıştır.

Tavlama Benzetimi algoritması uygulanarak elde edilen programda ilgili parametreler değiştirilerek farklı sonuçlar elde edilmiş ancak belli bir noktadan sonra bulunan maliyet değerinin değişmediği görülmüştür. Buna göre, iterasyon sayısı arttıkça çözümün doğruluğunun da arttığı sonucuna varılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, uygulamanın yapıldığı firmada Mayıs 2008-Nisan 2009 dönemini kapsayan bir yıllık verilere göre bazı müşterilere gönderilen yıllık ürün miktarı aynı olmakla birlikte sevkiyat sayısının azaldığı ve böylece maliyette azalma sağlandığı gözlenmiştir. Sevkiyat sayısının azalmasıyla birlikte araçların doluluk oranları da artmış olduğu için taşıma faaliyetinin etkinlik ve verimliliğinin de artacağı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada, birbirleriyle iç içe olan tedarik zinciri yönetimi, lojistik yönetimi ve lojistik yönetimi içerisinde yer alan nakliye yönetimi kavramları incelenmiştir. Bu sistemlerde karşılaşılan problemlerin çözümü için önerilen teknikler ve literatürdeki eğilimler de dikkate alınarak sezgisel yöntemlerden tavlama benzetimi problemin çözümü için uygulanmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde uygun ve güvenilir sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. İnternet: “KOBİ’lerin Uluslar arası Rekabet Güçlerini Artırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi”
http://www.dkib.org.tr/UserFiles/File/pratik_tedarik.pdf (2008).
2. İnternet: “Lojistik” <http://www.igeme.org.tr/tur/pratik/lojistik.pdf> (2006).
3. Tsai, J., An optimization approach for supply chain management models with quantity discount policy, *European Journal of Operational Research*, 177(2): 982-994 (2006).
4. İnternet:CALIS <http://www.ssm.gov.tr/library/docs/tr/teskilat/dosyalar/ksg/ky/cals.pdf> (2006).
5. Ünel, Ö. H., “Toplam Kalite Anlayışında Lojistik Yönetimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 32-60, (2003).
6. Işık, F., Lojistik Sistemde Yer Alan Ulaştırma Hizmetinde Karşılaşılan Problemler ve Bir Model İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 8-35, (2001).
7. İnternet: <http://www.clm1.org/career/index.asp> (2006).
8. Bradley, P., *Contract Logistics: it’s all about costs*, *Purchasing*, 56A3-A14 (1994).
9. Gülüt, C., “Lojistik Yönetiminde Yenilikçi Çözümler”, *İstanbul Bilişim Kongresi*, İstanbul (2007).
10. Beamon, B. M., “Supply Chain Design and Analysis: Models and Methods” , *Int. J. Production Economics*, 55: 281-294 (1998).
11. Tan, K. C., “A framework of supply chain management literature”, *European Journal of Purchasing&Supply Management*, 7: 39-48 (2001).
12. Goetschalckx , M.,Vidal,C. J.,Dogan, K., “Modeling and design of global logistics systems: A review of integrated strategic and tactical models and design algorithms”, *European Journal of Operational Research*, 143(1): 1-18 (2002).
13. Patel, M. H., Dessouky, Y., Solanki, S., Carbonel, E., “Air Cargo Pickup Schedule For Single Delivery Location” , *Computers&Industrial Engineering*, 51: 553-565 (2006).

14. Croom, S., Romano, P., Giannakis, “Supply chain management: an analytical framework for critical literature review”, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 6(1): 67-83 (2000).
15. Mason, S. J., Ribera, P. M., Farris, J. A., Kirk, R.G., “Integrating the warehousing and transportation functions of the supply chain” , *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(2): 141-159 (2002)
16. Cohen, M. A., Lee, H. L., “Strategic Analysis of Integrated Production-Distribution Systems: Models and Methods”, *Operations Research*, 36(2): 216-228 (1988).
17. Meade, L., Sarkis, J., “Strategic analysis of logistics and supply chain management systems using the analytical network process” , *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 34(3) 201-215 (1998).
18. Korpela, J., Lehmusvaara, A., Tuominen, M., “An analytic approach to supply chain development” , *International Journal of Production Economics* 71(1-3); 145-155 (2001).
19. Jharkharia, S., Shankar, R., “Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach” , *Omega*, 35(3): 274-289 (2007).
20. Bottani, E., Rizzi, A., “Strategic management of logistics service: A fuzzy QFD approach”, *International Journal of Production Economics*, 103(2): 585-599 (2006)
21. Chen, B., Lee, C., “Logistics scheduling with batching and transportation”, *European Journal of Operational Research*, 189: 871-876, (2008).
22. Jayaraman, V., Ross, A., “A Simulated Annealing Methodology to Distribution Network Design and Management” , *European Journal of Operational Research*, 144: 629-645 (2003).
23. Syarif, A., Yun, Y., Gen, M., “Study on multi-stage logistic chain şebeke: a spanning tree-based genetic algorithm approach”, *Computers & Industrial Engineering*, 43(1-2): 299-314 (2002).
24. Sheu, J. B., “A hybrid fuzzy-based approach for identifying global logistics strategies” , *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 40(1): 39-61 (2004).
25. Gen, M., Syarif, A., “Hybrid genetic algorithm for multi-time period production/distribution planning”, *Computers & Industrial Engineering*, 48(4): 799-809 (2005).

26. Tavakkoli-Moghaddam, R., Safaei, N., Gholipour, Y., “A Hybrid Simulated Annealing For Capacitated Vehicle Routing Problems With the Independent Route Length” , *Applied Mathematics and Computation*, 176: 445-454 (2006).
27. Dowsland, K.A., Soubeiga, E., Burke, E., “A Simulated Annealing Based Hyperheuristic For Determining Shipper Sizes For Storage And Transportation, *European Journal of Operational Research*, 179(3): 759-774 (2007).
28. Ko, H. J., Evans, G. W., “A genetic algorithm-based heuristic for the dynamic integrated forward/reverse logistics network for 3PLs”, *Computers&Operations Research*, 34(2): 346-366 (2007).
29. Tavakkoli-Moghaddam, R., Safaei, N., Kah, M.M.O., Rabbani, 2005, M., “A New Capacitated Vehicle Routing Problem with Split Service for Minimizing Fleet Cost”, *Journal of Franklin Institute*, 344(5): 406-425 (2007).
30. Keskin, B.B., Üster, H., “Meta-heuristic Approaches with Memory and Evolution for a Multi-Product Production/Distribution System Design Problem”, *European Journal of Operational Research*, 182: 663-682 (2007).
31. Sheu, J., “A Hybrid Neuro-Fuzzy Analytical Approach to Mode Choice of Global Logistics Management”, *European Journal of Operational Research* 189(3): 971-986 (2008).
32. Çakır, O., “Benders Decomposition Applied to Multi-Commodity, Multi-Mode Distribution Planning”, *Expert Systems with Applications*, 36: 8212-8217 (2009).
33. Lin, L., Gen, M., Wang, X., “Integrated Multistage Logistics Network Design by Using Hybrid Evolutionary Algorithm”, *Computers&Industrial Engineering*, 56: 854-873 (2009).
34. Liang, T., Cheng, H., “Application of Fuzzy Sets to Manufacturing/Distribution Planning Decisions with Multi-Product and Multi-Time Period in Supply Chains”, *Expert Systems with Applications*, 36: 3367-3377 (2009).
35. Sarmiento, A.M., Nagi, R., “A Review of Integrated Analysis of Production-Distribution Systems”, *IIE Transactions*, 31: 1061-1074 (1999).
36. Persson, J. A., Göthe-Lundgren, M., “Shipment Planning at Oil Refineries Using Column Generation and Valid Inequalities”, *European Journal of Operational Research*, 163(3): 631-652 (2005).

37. Boudia, M., Prins, C., “A Memetic Algorithm With Dynamic Population Management For an Integrated Production–Distribution Problem”, *European Journal of Operational Research*, 195(3), 703-715 (2009).
38. Kutanoglu, E., Lohiya, D., “Integrated Inventory and Transportation Mode Selection: A Service Parts Logistics System”, *Transportation Research Part E*, 44: 665-683 (2008).
39. Bronmo, G., Nygreen B., Lysgaard, J., “Column generation approaches to ship scheduling with flexible cargo sizes” *European Journal of Operational Research*, In Pres Corrected Proof (2009).
40. Sajadieh, M. S., Jokar, M. R. A., Modarres, M., “Developing a Coordinated Vendor–Buyer Model in Two-Stage Supply Chains With Stochastic Lead-Times, *Computers & Operations Research*, 36(8): 2484-2489 (2009).
41. Mak, K. L., Wong, Y. S., “Design of Integrated Production- Inventory-Distribution Systems Using Genetic Algorithm”, *Proceedings of the 1st IEE/IEEE International Conference on Genetic Algorithm in Engineering Systems: Innovations and Applications*, Sheffield, England, 454-460 (1995).
42. Yılmaz, P., Çatay, B., “Strategic Level Three-Stage Production Distribution Planning With Capacity Expansion”, *Computers & Industrial Engineering*, 51(4): 609-620 (2006).
43. Aliev, R. A., Fazlollahi, B., Guirimov, B. G., Aliev, R. R., “Fuzzy-Genetic Approach to Aggregate Production–Distribution Planning in Supply Chain Management”, *Information Sciences*, 177(20): 4241-4255 (2007).
44. Farahani, R. Z., Elahipanah, M., “A Genetic Algorithm to Optimize The Total Cost and Service Level For Just-In-Time Distribution in a Supply Chain”, *International Journal of Production Economics*, 111(2): 229-243 (2008).
45. Wang, X., Cheng, T. C. E., “Production Scheduling With Supply and Delivery Considerations to Minimize The Makespan”, *European Journal of Operational Research*, 194(3): 743-752 (2009).
46. Wong, H.W., Leung, L.C., Hui, Y.V., “Airfreight Forwarder Shipment Planning: A Mixed 0-1 Model and Managerial Issue In The Integration and Consolidation of Shipments”, *European Journal of Operational Research*, 193: 86-97 (2009).
47. Güden, H., Vakvak, B., Özkan, B. E., Altıparmak, F., Dengiz, B., “Genel Amaçlı Arama Algoritmaları ile Benzetim Eniyilemesi: En İyi Kanban Sayısının Bulunması”, *Makine Mühendisleri Odası Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 16(1): 2-15 (2005).

48. Yiğit, V., Türkbey, O., “Tesis Yerleşim Problemlerine Sezgisel Metotlarla Yaklaşım”, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 18(4): 45-56 (2003).

EKLER

Ek-1 Tavlama Benzetimi Algoritması ile Elde Edilen Program Çıktısı

Tavlama Benzetimi (Sevkiyat)

Ana Değerler

Sıra	ID	Isim
101	0	Yurtiçi-Kor
102	1	Yurtiçi-Cer
103	2	Yurtdışı-Ce
1	3	Almanya
2	4	Fransa
3	5	İtalya
4	6	
5	7	
6	8	
7	9	
8	10	ABD
9	11	
10	12	
11	13	
12	14	
13	15	
14	16	
15	17	

Deger	Tasima_Sayis
20	0
10	0
0	0
30	0
20	0
10	0
0	0
10	0
20	0
20	0
10	0
0	0
20	0
5850	0

Çözüm Sonucu Değerleri

Sıra	ID	Isim
101	0	Yurtiçi-Kor
102	1	Yurtiçi-Cer
103	2	Yurtdışı-Ce
1	3	Almanya
2	4	Fransa
3	5	İtalya
4	6	
5	7	
6	8	
7	9	
8	10	ABD
9	11	
10	12	
11	13	
12	14	
13	15	
14	16	
15	17	

Deger	Tasima_Sayis
120	6
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
30	2
0	0
0	0
20	0
5850	0

Azalma Oranı(T için): n tekrar sayısı: Üzerinde gezinilen değerler:
T değeri: t değeri: Sonuç (Toplam Sevkiyat Maliyeti):

Ek-1 (Devam) Tavlama Benzetimi Algoritması ile Elde Edilen Program Çıktısı

Tavlama Benzetimi (Sevkiyat)

Ana Değerler

Sıra	ID	Isim
101	0	Yurtiçi-Kon
102	1	Yurtiçi-Cer
103	2	Yurtdışı-Ce
1	3	Almanya
2	4	Fransa
3	5	İtalya
4	6	
5	7	
6	8	
7	9	
8	10	ABD
9	11	
10	12	
11	13	
12	14	
13	15	
14	16	
15	17	

Deger	Tasima_Sayis
20	0
10	0
0	0
30	0
20	0
10	0
0	0
10	0
20	0
20	0
10	0
0	0
20	0
5850	0

Çözüm Sonucu Değerleri

Sıra	ID	Isim
101	0	Yurtiçi-Kon
102	1	Yurtiçi-Cer
103	2	Yurtdışı-Ce
1	3	Almanya
2	4	Fransa
3	5	İtalya
4	6	
5	7	
6	8	
7	9	
8	10	ABD
9	11	
10	12	
11	13	
12	14	
13	15	
14	16	
15	17	

Deger	Tasima_Sayis
120	6
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
30	2
0	0
0	0
20	0
5850	0

Azalma Oranı(T için): n tekrar sayısı: Üzerinde gezinilen değerler:
T değeri: t değeri:
 Sonuç (Toplam Sevkiyat Maliyeti):

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YAMAN, Nevra
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 24.12.1981 Ankara
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 536 344 50 56
e-mail : nevrayaman@yahoo.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği	2005
Lise	Ayrancı Lisesi (YDA)	2000

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007	Uyumsoft Bilgi Sistemleri	Eğitim ve Uygulama Danışmanı
2007-	Devlet Hava Meydanları	AFTN Memuru

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Ersöz, S., Yaman, N., Birgören, B., “ Müşteri ilişkileri yönetiminde verilerin yapay sinir ağları ile modellenmesi ve analizi”, GÜMMF Dergisi, 23(4): 759-767, (2008).

Hobiler

Kitap okumak, sinema, bilgisayar