

**ÜRETİM – DAĞITIM (LOJİSTİK) PROBLEMİ İÇİN BİR TAVLAMA
BENZETİMİ ALGORİTMASI**

Şeyda YILDIRIM

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2006
ANKARA**

**ÜRETİM – DAĞITIM (LOJİSTİK) PROBLEMİ İÇİN BİR TAVLAMA
BENZETİMİ ALGORİTMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Şeyda YILDIRIM

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2006**

ÖZET

Lojistik; mal ve hizmet tedarikine yönelik planlama, organizasyon, nakliye ve yönetim faaliyetlerinin bütünüdür. Lojistik kavramı 1960'lı yıllarda askerlik ve endüstri yönetiminde ortaya çıkmıştır. Askeri alanda lojistik malzemeyle birlikte insanı da kapsayan bir destek unsuru olarak tanımlanmaktadır. Fonksiyonel tanımında ise; stok yönetimi, tedarik, üretim, bakım, ulaştırma, dağıtım, yerleşim konularının bileşimidir. Bu çalışmada üretim alanında bulunan işyerleri arasındaki dağıtım problemi lojistik problemi olarak ele alınıp bir üretim-dağıtım-stok modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model son yıllarda kullanımı yaygın olan sezgisel algoritmalarından “Tavlama Benzetimi Algoritması” ile pascal programlama dili kullanılarak çözülmüştür. Değişik büyüklükteki problemler üzerinde yapılan denemelerle algoritmanın etkinliği belirlenmiştir.

Bilim Kodu : 906
Anahtar Kelimeler : Lojistik, üretim-dağıtım problemleri, tavlama benzetimi.
Sayfa Adedi : 130
Tez Yöneticisi : Prof.Dr. Serpil Erol

**A SIMULATED ANNEALING ALGORITHM FOR PRODUCTION-
DISTRIBUTION (LOGISTICS) PROBLEM**

(M.Sc. Thesis)

Şeyda YILDIRIM

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2006

ABSTRACT

Logistics is a total of planning including all the products and services, organization, transportation and management activities. Concept of logistics was born in the military and industrial management in 1960. Logistics is the movement material and personnel support for the military. In the functional definition of logistics is a combination of inventory management, supply, production, transportation, distribution, concepts. In firms, logistics is a system which is interested in production, inventory control, distribution and other function as a whole. This study examines the concept of the logistics. Production-distribution-inventory problems which are in logistics problems are searched and recent studies about this subject are examined carefully. For solutions of production-distribution- inventory problems an algorithm is proposed solve workbench problems. The model is solved by a metaheuristic algorithm namely Simulated Annealing. It is coded Pascal programming. Then the effectiveness of algorithm is investigated by running problems of different sizes.

Science Code : 906

Key Words : Logistic, production distribution problems, simulated annealing.

Page Number: 130

Adviser : Prof.Dr. Serpil Erol

TEŞEKKÜR

Çalıőmam sırasında ilgisini ve desteğini esirgemeyen, her aşamada yol gosteren sayın hocam Prof. Dr. Serpil Erol'a ve her aşamada yardımcı olan öğretim görevlisi Sn. Murat Arıkan'a çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. LOJİSTİK.....	3
2.1. Lojistik Kavramı.....	3
2.1.1. Lojistik kavramının ortaya çıkışı.....	3
2.1.2. Geleneksel lojistik anlayışı.....	8
2.1.3. Günümüz lojistik anlayışı.....	9
2.1.4. Lojistik kavramının gelişme sebepleri.....	10
2.2. Günümüz İş Dünyasında Lojistik.....	13
2.2.1. Lojistik yönetimi.....	16
2.2.2. Lojistik sürecinin aşamaları.....	26
2.2.3. Lojistik sektöründe dış kaynak kullanımı.....	29
2.3. Lojistik Sistem.....	36
2.3.1. Lojistik sistem tanımı.....	36
2.3.2. Lojistik sistem elemanları.....	36
3. ÜRETİM-DAĞITIM SİSTEMLERİNİN BÜTÜNLEŞİK ANALİZİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	46

Sayfa

3.1. Üretim / Dağıtım / Stok Problemleri ile İlgili Literatür Araştırması.....	47
3.1.1. Stok/üretim ve dağıtım problemleri.....	48
3.1.2. Dağıtım / stok problemleri.....	51
3.1.3. Stok/ dağıtım /stok problemleri.....	53
3.1.4. Üretim /stok /dağıtım /stok problemleri.....	54
3.1.5. Üretim / dağıtım problemleri.....	55
3.1.6. Üretim / stok problemleri.....	56
3.2. Literatür Değerlendirme.....	56
4. TAVLAMA BENZETİMİ.....	58
4.1. Fiziksel Tavlama Süreci.....	58
4.2. Metropolis Adımı ve Metropolis Döngüsü.....	58
4.3. Tavlama Benzetimi Algoritması.....	61
5. ÜRETİM – DAĞITIM PROBLEMİ İÇİN ÖNERİLEN MATEMATİKSEL MODEL VE TAVLAMA BENZETİMİ ALGORİTMASI..	66
5.1. Üretim – Dağıtım ve Stok Problemi İçin Önerilen Model.....	66
5.2. Tavlama Benzetimi Algoritması.....	68
5.3. Soğutma Planının Belirlenmesi.....	70
5.4. Başlangıç Çözümünün Üretilmesi.....	71
5.5. Komşu Çözümlerin Üretilmesi.....	71
5.6. Algortimanın Sonlandırılması.....	72
6. DENEYSEL ÇALIŞMA.....	74
7. SONUÇ.....	79
KAYNAKLAR.....	81

	Sayfa
EKLER.....	85
EK-1 LINDO örnek program kodları.....	86
EK-2 LINDO örnek problem çözüm sayfası.....	101
EK-3 Algoritma kodu.....	106
ÖZGEÇMİŞ.....	130

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Lojistik maliyetler.....	17
Çizelge 2.2. Dünya çapında lojistik harcamalar.....	23
Çizelge 2.3. Geleneksel lojistik anlayışı ile DKK'nın karşılaştırılması.....	31
Çizelge 3.1. Literatür araştırması.....	46
Çizelge 4.1. Tavlama sürecinin optimizasyon problemlerine uyarlanması.....	64
Çizelge 6.1. TB çözümleri ile optimal çözümlerin karşılaştırılması.....	73
Çizelge 6.2. TB çözümleri ile optimal çözümlerin karşılaştırılması.....	77
Çizelge 6.3. Farklı parametrik değerler ile TB algoritması sonuçları.....	78

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 5.1. Üretim-dağıtım-stok probleminin genel yapısı.....	66
Şekil 5.2. Tavlama Benzetimi Algoritması akış şeması.....	69

1. GİRİŞ

Günümüzde ürün ve hizmet üreten işletmeler açısından; dünyada yaşanan hızlı gelişmelere uyum sağlayabilmek, artan rekabet koşullarında devamlılığı sağlayabilmek, müşteri ihtiyaç ve isteklerini karşılayabilmek büyük önem taşımaktadır. Küreselleşme ve teknolojiye hızlı gelişmelerin etkisindeki şirketlerin, bu yoğun rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için üç temel özelliği sağlamaları gerekmektedir: hız esneklik ve maliyet avantajı. Bu sebeple 20. yüzyılın başlarından itibaren hammaddenin, süreç içindeki envanterin, ürün yada bilginin kaynağından tüketim noktasına kadar etkin ve en az maliyetle ulaşmasını sağlayacak çözümler araştırılmıştır ve bu yönde çalışmalar devam etmektedir. Bu araştırmalar son yıllarda oldukça gelişme gösteren “lojistik” kavramı üzerinde yoğunlaşmıştır. Lojistik; mal ve hizmet tedarikine yönelik planlama, organizasyon, nakliye ve yönetim faaliyetlerinin bütünüdür.

Literatürde lojistik ile ilgili araştırmalardan farklı olarak; çalışmada bir üretim-dağıtım problemi, üretim içi dağıtım problemi şeklinde düşünülerek matematiksel bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen model tavlama benzetimi algoritmasına uyarlanmış ve deneysel çalışma ile algoritmanın etkinliği belirlenmiştir.

İkinci bölümde lojistik kavramının ortaya çıkışı, geleneksel ve günümüz lojistik anlayışı ile lojistik kavramının gelişme sebepleri üzerinde durulmuştur. “İş Dünyasında Lojistik” başlığı altında, lojistik yönetimi, lojistik yönetiminin sağladığı faydalar, planlama ve lojistik yönetimi, lojistik sürecinin aşamaları ile lojistik sektöründe dış kaynak kullanımı konuları incelenmiştir. Lojistik kavramının tarihsel gelişimi ve günümüz lojistik anlayışı çeşitli yönlerden incelendikten sonra lojistik sistem ve üretim yapan işletmelerde lojistik yapının önemli bir bölümünü oluşturan üretim-dağıtım sistemleri üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölümde ise üretim-dağıtım-stok problemleri ile ilgili literatür araştırması sunulmuş ve günümüz çalışmaları incelenmiştir.

Dördüncü bölümde tavlama benzetimi algoritması anlatılmış, beşinci bölümde üretim-dağıtım ve stok problemleri için geliştirilen model ve geliştirilen modelin tavlama benzetimi algoritmasına uyarlanması anlatılmıştır. Algoritma pascal programlama dili ile kodlanmıştır. LINDO paket programı kullanılarak çeşitli büyüklükteki problemlerin optimal çözümleri bulunmuş daha sonra bulunan çözümler ile modelin etkinliği belirlenmiştir. Algoritmanın büyük boyutlu problemlerde kullanılabilirliği belirtilerek çalışma sonlandırılmıştır.

2. LOJİSTİK

2.1. Lojistik Kavramı

2.1.1. Lojistik kavramının ortaya çıkışı

Lojistik, üretim noktası ile tüketim noktası arasında fark olduğu sürece daima söz konusu olabilecek bir kavramdır. Lojistik, Yunanca “Logistikos” kelimesinden gelmekte olup, “hesap kitap yapma bilimi”, “hesapta becerikli” anlamına gelmektedir. Askeri anlamda Lojistik ise, “Muharip unsurlara strateji ve taktiğine uygun ve gerekli olan ikmal maddeleri ile hizmet desteğini sağlamak için yapılan faaliyetlerdir”. Bu kapsamda “Orduların erzak ve mühimmat desteğinin düşünülerek hareket ettirilmesi sanatı” olarak öngörülmektedir.

Tarihte lojistik kavramı askerlik ve endüstri yönetiminde ortaya çıkmıştır. Askeri anlamda, lojistik kavramı şöyle tanımlanmıştır: “Askeri malzemelerin, kolaylıkların ve personelin tedarik, bakım, muhafaza ve taşınmasıdır”

Silahlı Kuvvetler Açısından lojistik: Kuvvetlerin bakımı, muhafazası ve hareketin planlanması ve icrası sanatıdır. En geniş anlamda lojistik tanımı:

- Malzemelerin tasarımı ve geliştirilmesi, elde edilmesi, depolanması, hareketi, dağıtımı, bakımı, tahliyesi ve düzenlenmesi;
- Personelin hareketi, tahliyesi, hastaneden yararlanması;
- Satın alma ve yapım, bakım, işletme, malzemenin kullanım dışı bırakılmasıdır.

Askeri açıdan lojistik 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.

Lojistik askeri literatürde olduğu kadar günümüz iş dünyasında da oldukça önemli bir yer edinmiş bir kavramdır. Lojistik 1960’lı yıllarda ticari literatüre girmiş

olmasına rağmen 20. yüzyılın başlarında kavram olarak kullanılmaya başlanmıştır. Dünyada yaşanan hızlı gelişmeler ve artan rekabet; tüketici isteklerini tatmin edebilmek için hammaddenin, süreç içindeki envanterin, son ürünün ya da ilgili bilginin, çıkış noktasından son tüketim noktasına kadar etkin ve masrafları en aza indirilmiş bir şekilde ulaşabilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu ihtiyacı karşılayabilecek çözüm de lojistik kavramı etrafında tanımlanmaktadır.

Lojistik, kurumun hedeflerine en uygun bir biçimde, değerlerin (hammadde, yarımamul, mamul) transfer ve elde tutma kombinasyonunu optimize edecek bir şekilde, üretim noktasından tüketim noktasına kadar fiziksel hareketlerdir. Üretim noktası-depo-müşteri ilişkisi, maliyetleri asgariye indirecek, ihtiyaca en iyi şekilde cevap verecek ve emniyetli bir şekilde oluşturulması gerekecektir.

Genel olarak konunun ilgi alanı, iki temel faaliyet üzerinde odaklanmaktadır: Hareket ve depolama. Hareket faaliyeti seçilen ulaştırma yolu/yolları ile belirmektedir. Modern ulaştırma sistemi, her biri değişik servis gereksinimleri doğuran kiralık araçlarla birlikte özel ulaştırmayı da bir alternatif olarak sunmaktadır. İkinci faaliyet olan depolama ise, nitelik, nicelik, boyu, tasarım, tip, depo mevkileri ve uygun servis noktaları gibi envanterle ilişkili konuları kapsamaktadır.

Askeri kullanımda lojistik çok kapsamlı bir anlam taşımaktadır. Bu bağlamda askeri amaçlar için lojistik, stratejik hedeflere erişmek amacıyla kullanılan taktik silah ve kuvvetin tedariki ve idamesi olarak tanımlanmaktadır.

Günümüzde lojistik hem askeri hem de sivil alanda, bir organizasyonun önceden belirlenmiş stratejik ihtiyaçlarının giderilmesi için kaynakların etkin dağıtım ve kullanımına yönelik karar verme tekniği uygulaması ve çalışması olarak ifade edilmektedir. Bu açıdan lojistik, işletmenin (sivil veya askeri alanda) tüm fonksiyonlarını da içine alan bir dal olarak belirlenmektedir.

Askeri alanda lojistik malzemeyle birlikte insanı da kapsayan bir destek unsuru olarak tanımlanmaktadır. Fonksiyonel tanımında ise, envanter yönetimi, tedarik,

üretim, bakım, ulaştırma, dağıtım, yerleşim konularının bileşimidir. Kaynaklar açısından lojistik, yatırım konuları kapsamında bulunan, ekipman, kolaylıklar ve insan gücü gibi unsurlara da yönelmiştir. İşletme biliminin birçok dalı lojistik faaliyetler üzerinde yapılan çalışmalardan doğmuştur [Dumain,1989].

1940 yılının sonlarında Dantzing tarafından ABD Hava Kuvvetlerinde gerçekleştirilen SCOOP (Scientific Computation Of Optimum Programs) 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 [Dumain,1989].

SCOOP projesi ayrıca, üretim imkân ve kabiliyetlerinin, materyal ve insan gücü ihtiyaçlarının hesaplanması, 1950'lerdeki 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 şartların formülizasyonu ile büyük ölçüde yararlı olmuştur. Doğrusal programlamanın yanı sıra diğer matematik programlama yöntemlerinde uygulama alanlarında büyük gelişme göstermiştir [Dumain,1989].

1950'li ve 1960'lı yıllarda lojistik faaliyetlerde uygulama alanı bulan diğer bir yöntem ise simülasyondur. Simülasyon, envanter tahsisi, işgücü dağıtımı ve üretim programlarının hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmıştır. Başta envanter yönetimi için olmak üzere bilgisayar ilk kez lojistik ihtiyaçlarını karşılamak üzere yönetim tasarımının bir parçası olmuşlardır [Dumain,1989].

Temelleri askeri alanda atılmış olan lojistik, işletmeler için daha yeni bir sistemdir. Lojistik / Dağıtım kavramı 1960'ların başlarında ilk defa ele alınmış ve günümüze kadar artan bir hızla gelişmiştir. İşletme lojistiğinin yeniliğinin sebebi ise ulaştırma,

envanter yönetimi, ambarlama, paketleme, sipariş işlemleri ve malzeme kullanımı gibi işlerin başarılması için kullanılan yaklaşımdır. Yeni görüntüsü ise lojistiğin geleneksel fonksiyonları ile işletmenin diğer alanları arasındaki ilişkileri belirleyen sistem yaklaşımıdır.

Lojistiğe ilgi, endüstriyel devrimin istekleri doğrultusunda artış göstermiştir. Başta ilgi odağı olan üretim olmak üzere kurumun diğer bölümleri arasında paylaştırılmış olan faaliyetlerin bir çatı altında toplanarak işletmenin bir ana fonksiyonu gibi algılanması ihtiyacı belirlemiştir.

Organizasyon prensipleri ve teknolojik ilerlemenin merkezi başlarda sürekli olarak üretim üzerine idi. Kütle üretimi, sermaye gerektirmekteydi. Bazı endüstriyel kolların daha çaplı üretimin daha fazla etkinlik ve verimlilik gerektirdiği hissedilince ABD’de endüstriyel gelişme konusunda ikinci bir merkez oluştu. Oluşan büyük tüzel kişilikler dikkatlerini sermaye artırımını amacıyla finansal uygulamalara çevirdiler.

İşletmeler ekonomik şartların değiştirilmesi üzerinde daha duyarlı davranmaya başladılar ve gelişmiş ancak rekabeti azalmış pazar koşullarını fark ettiler. Tek adam yönetimlerinin modası geçmeye başladı ve yönetim timleri ile yöneticilik yetenekleri ilginin odak noktası oldu. Büyük şirketler ve profesyonel yönetim timleri ABD endüstri evriminin bu aşaması ile belirmeye başladı [Dumain, 1989].

Pazarların artan üretimi karşılayamadığı noktaya varıldığında, coğrafi sınırları aşma ihtiyacı doğmuştur. Bu aşamada pazar ilgi odağı oldu. Rekabet koşullarını zorlamak için pazarlama eksperlerine ihtiyaç duyuldu. Üretim, mühendislik, finans ve satış üzerine yoğunlaşmış olan dikkatler, satış promosyonu, ar-ge, basamak-birim üretimi gibi gelişme alanlarını da kapsamına aldı ve etkin üretim akışı gittikçe güçlendi. Üretim hattının sonunda darboğazlar meydana gelmeye başladı ve dördüncü aşamaya varıldı [Dumain, 1989].

Dördüncü aşama olan, fiziki dağıtım-lojistik aşamasının başında en popüler yöntem, stokların satış ihtiyaçlarını karşılayacak noktalarda stoklanmasıydı. Ancak talebin fazla olduğu yerlerde yeterli arz sağlanamadı. Uygun maliyetlerde acil nakliyat

gereksinimleri doğdu ve kiralama yerine bu araçlara sahip olma yoluna gidildi [Dumain, 1989].

II. Dünya savaşı sonrasında yaşanan ekonomik gelişmeler, hukuki mevzuat, pazarlamanın boyutlarındaki artış, üretimdeki gelişmeler lojistik ihtiyaçlarını arttırdı.

Üretim gelişiminin başlarında ürün sadece fonksiyonu için aranırken, gelişmelerle birlikte renk, şekil, boyut, ambalaj tercih sebepleri arasında yer aldı [Dumain, 1989].

Toplu ulaştırma araçlarının navlun ücretleri II. Dünya Savaşı'ndan sonra düzenli olarak artmaya devam etti. Bu değişiklik ve tek tip ücret uygulaması zorunluluğu pazar alanlarının daralmasına, satış noktalarının azalmasına sebep oldu [Dumain, 1989].

Üretim süreçlerinin kısaltılması ve pazarlama-üretim ilişkisinin bir geri besleme sistemi dahilinde kurulması gereksinimleri üretim planlamasını güçleştirmekte ve dolaylı olarak fiziki arzın kontrolü de sorun çıkarmaya başladı. Bu sebeplerle II. Dünya Savaşı sonrasında daha değerli ürünlere yönelmeye başlanmıştır ve sonuçta envanter ulaştırma maliyetleri artmıştır [Dumain, 1989].

Bu olaylar sonucunda firmalar maliyetleri düşürmek ve faaliyetler üzerinde daha etkin kontrol sağlayabilmek amacıyla lojistiğe yönelmişlerdir. Bahsedilen faaliyetlerin yönetimi ve aralarındaki ilişkilerin düzenlenmesi için gerekli organizasyonun bir çatı altında toplanması ve sistematik faaliyetler gereği doğmuştur.

2.1.2. Geleneksel lojistik anlayışı

1950'li yıllara kadar dünya genelinde işletmeler lojistik kavramını tanımakta ve lojistik faaliyetlerini ayrı ayrı bölümlerde ve farklı sorumluluklar altında sürdürmekteydiler. Genellikle de bu bölümlerin hedefleri birbiriyle çatışmakta ve ortak hareket etmeyi güçleştirmekteydi.

Lojistik yönetimin sorumluluk ve hedefleri, 1950 ve 1960'lı yıllarda dünyadaki ekonomik yapı ve değişen eğilimlerle beraber lojistik kavramın gelişmesi için uygun bir zemin hazırlamıştır. Özellikle pazarlama yaklaşımının gelişmesiyle, desteklenen faaliyetlerden biri olarak ele alınan lojistik kavramı da gündeme gelmeye başlamıştır [Ballou, 1978].

- 1970'li yıllarda ise günümüz lojistik anlayışının temelleri oluşmuştur. Bu yıllarda şirketler lojistik yönetimini ele almış ve lojistik faaliyetlerinin daha az maliyetle daha iyi gerçekleştirilebilmesi için çalışmalar yapılmıştır. Buna göre daha önce fiziksel dağıtım olarak ayrı ayrı ele alınan işletme faaliyetlerinin aslında ortak faaliyetlerden oluştuğu ve bir arada düşünülmesi gerektiği fark edilmiştir [Ballou, 1985].

Bu faaliyetler :

- taşıma
- stok takibi
- sipariş işlem
- temin
- paketleme
- depolama
- malzeme taşıma
- bilgi iletimidir. [Ballou, 1985]

Görüldüğü gibi bu faaliyetler hem işletme içine [tedarik] hem de işletme dışına olan hareketler için geçerlidir. 1970'lerin ortasına kadar organizasyonların karakteristik özellikleri ise şunlar olmuştur:

- Uzun ürün ömürleri,
- Mühendislik ya da buluşlarla ürün farklılaştırma,
- Yüksek stok düzeyleri,
- Sadece üretim verimliliğini arttırmak,
- Tedarikçiler ve üreticiler, üreticilerle taşımacılar arasında birbirine zıt düşen ilişkiler ve amaçlar.

Bu yıllarda lojistiğin işletme için önemi doğru olarak tanımlanmış ve üzerinde çalışmalar yapılmış olsa da müşteriye yönelik organizasyon yapısı oluşturulmamış ve fonksiyonlar arası koordinasyon da yeterli düzeyde gerçekleşmemiştir.

2.1.3. Günümüz lojistik anlayışı

Bugün lojistik kavramını, dağıtım yönetimi vb. kavramlardan ayıran en temel özellik, işletmelerde bir fonksiyon değil bir süreç olarak ele alınması gerekliliğidir. İşletmelerin büyük çoğunluğu “bir şeyler yapan” bölümler bazında fonksiyonel olarak organize olmuştur. Satış bölümü satış yapar, imalat bölümü ürünü oluşturur, satınalma bölümü hammadde ve parçaları satın alır, dağıtım bölümü ürünlerin dağıtımını ile ilgilenir ve muhasebe de gelirleri ve maliyetleri hesaplar [Bryne, Markham,1991]. Tüm bu bölümler belirli bir işi gerçekleştirir. Ancak teker teker düşünüldüklerinde ne müşterilere ne de firma sahiplerine bir değer katmazlar. Geleneksel organizasyon anlayışına göre işleri fonksiyonlar gerçekleştirilmektedir. Öte yandan süreçler, işleri tamamlar ve bir değer yaratır.

Bugüne kadar, yöneticiler lojistik sürecini yönetmenin yolunu, süreçle ilgili tüm fonksiyonları, lojistik adı altında ayrı bir bölüm yaratarak burada toplamakta bulmaktaydılar. Ancak, lojistik bir işletmedeki fonksiyonların hepsi neredeyse tümünü kapsayan ve bütün olarak düşünülmesi gereken bir kavramdır. Bu nedenle de bugün bu görüş değişmeye başlamıştır. [Kearney, 1991].

Lojistik sürecinin amacı; ürünleri hammadde kaynağından son kullanıcıya ulaşana dek gerekli tüm faaliyetleri, müşteri hizmet hedeflerine ulaşacak şekilde, yerine getirmektir. Ürünleri taşımak, stoklamak gibi fiziksel faaliyetler, bu operasyonları destekleyecek bilginin sağlanması ve tüm sürecin yönetimi lojistiğin içinde yer almaktadır [Bryne,1991].

Lojistik süreci müşterileri bugün memnun etmeyi amaçlarken, yeni ürün geliştirme gelecekteki memnuniyeti hedefler. Bugün işletmeler süreç yaklaşımı ile işleri ve işletmeye değer katan faaliyetleri daha iyi tanıyabilmekte, zamanlarını ve kaynaklarını hangi konularda yoğunlaştıracaklarını da daha iyi saptayabilmektedir. Lojistik süreci de işletmeye kattığı değerle üzerinde durulması gereken önemli faaliyetleri kapsamaktadır. Özellikle müşterilerin daha çok şey beklediği ve rekabet farklılığının müşteri memnuniyetinden geçtiği günümüz iş düzeninde lojistik faaliyetleri ayrı bir önem kazanmaktadır. Küresel dünya düzeninin getirdiği değişiklikleri anlamak bu açıdan işletmeler için önemlidir [Bryne, 1991].

2.1.4. Lojistik kavramının gelişme sebepleri

Gelişen dünya düzeninde, küresel pazarların ihtiyaçlarını karşılamada geleneksel tedarik zinciri yaklaşımları yetersiz kalmıştır. Bu değişimleri fark etmek ve değerlendirmek, işletmelerin müşteri taleplerine cevap verebilmelerini ve rekabet avantajı elde etmelerini sağlayacaktır. Yeni eğilimlerin ve müşteri beklentilerinin etkisiyle, işletmeler daha verimli ve müşteri odaklı çalışmaya mecburdurlar. Günümüzde işletmeler artık, müşteri beklentilerini düzenli olarak karşıladıkları ve aştıkları sürece farklı ve müşteriler için vazgeçilmez olmaktadır. Bu da müşteri beklentilerini anlamak ve bunları geçmekle mümkündür [Macbeth ve Ferguson,1994].

Artan kalite düzeyi

Kalite zaman içinde ve gelişen teknolojiyle birlikte sürekli değişen bir ölçüdür. Bir ürünün yeterli kabul edilmiş kalite düzeyi, aynı işlevi sağlayan yeni bir ürünün piyasaya sürülesi ile yetersiz kalabilir. Gerçekte kalitenin mükemmel olmasını sağlamaktaki sebep sadece müşteri talepleri değildir. Kalite düzeyi, doğuracağı sonuçlar dikkate alınarak belirlenmelidir. Kimi durumlarda %95'lik kalite düzeyi yeterli olabilirken, bazı durumlarda %99 gibi bir düzey dahi yeterli olmayabilir [Kearney, 1992].

Kalite düzeyi rakipler karşılayamadığı sürece sipariş kazanmada önemli etkindir. Ancak pazarın kalite düzeyine göre üretim yapmayı yeterli gören bir işletme, günümüzün yoğun rekabet koşullarında, her an için daha yüksek bir kalite düzeyine sahip rakibin pazar payının bir kısmını ele geçirme riskiyle karşı karşıyadır.

Bu nedenle, işletmeler kalite ve verimlilik düzeylerini sürekli olarak gözden geçirmek ve geliştirmek zorundadırlar. Böyle bir yaklaşımın hem işletmenin rekabet gücünü artıracak hem de kalite düzeyini müşteri bakış açısına göre yeniden düzenleme imkânı verecektir.

Mevcut ve yeni ürünlerle daha çok seçim imkanı

Müşteriler günümüzde daha seçici olmaya başlamışlardır. Bu nedenle, kendi beklentileri ve üreticilerin sundukları arasında daha iyi bir uyum istemektedirler. Mevcut müşteriye elde tutmanın, yeni müşteriler kazanmaktan çok daha az zaman aldığı düşünülürse, işletmeler sahip oldukları müşterilerin farklı beklentilerini karşılamaya ve ürünlerde daha çok seçim imkanı tanımaya mecburdurlar [Byrne, 1991].

Dünyadaki gelişmiş firmalar, müşteri tabanları ile sürekli ilişkiye girerek ihtiyaçlarının ne yönde değiştiğini izlemeye ve böylece gelecekteki ihtiyaçlarını da tahmin etmeye çalışırlar.

Yeni ürünler de, verimli üretim yöntemlerini kullanarak üretilmesi ile birlikte, pazarlama ve satış faaliyetleri sonucunda müşteriyle buluşurlar. Bu da beraberinde pazarda büyümeyi getirir.

Müşteriye daha çok yönelme

Genelde işletmeler yeni ürünler sunma ya da mevcut ürünleri geliştirme süreçlerine müşterinin kendisini nadiren katmaktadırlar. Bunun sonucu olarak ürünün nihai tüketicisi dikkate alınmamakta ve beklentileri yeterince karşılanamamaktadır. Ancak müşterinin doğrudan üretim ve dağıtım süreci içerisinde yer almasını sağlamak, işin şeklini büyük ölçüde değiştirecek ve hem işletmeye hem de müşterilerine büyük fayda sağlayacaktır.

İhtiyaçların daha çok karşılanması

Her pazarda müşteri ihtiyaçlarının acilen karşılanması gerekli olmasa da, diğer tüm koşulların eşit olması durumunda müşteriler böyle bir farklılığı tercih etmektedirler. Tedarik süreci içerisinde değer katmayan süreler yoğundur. Genelde ise bu sürelerin büyük çoğunluğu üretim dışında geçmektedir. Tüm bu sürelerin azaltılması ve kayıpların ortadan kaldırılması hem müşterileri memnun edecek hem de işletme kayıplarını azaltacak ve daha verimli çalışmayı sağlayacaktır.[Stalk ve Hout, 1990].

Yüksek müşteri hizmet düzeyi

Bugün artık müşteriler sadece ürünü almak yerine ürün ve hizmet karmasını bütün olarak tercih etmektedirler. Bazı durumlarda satış sonrası teknik destek ve bakım da büyük önem taşımakta ve değer verilmektedir.

Müşteri hizmeti geliştirme süreci bir defalık değil, sürekli bir geliştirme çevrimidir. İşletmeler bir kez sunacakları hizmetleri belirlendikten sonra müşteri ihtiyaçlarını takip etmeli ve bu hizmetleri güncelleştirmelidirler [Byrne ve Markham, 1991].

Pek çok endüstride hizmet, satın alma ve kaynak temini konuların temelini oluşturmaktadır. Bu aşamada tedarikçi işletmeler öncelikle, müşteri beklentilerini tanımlamalı ve gerekli hizmet türleri sunmak ve dolayısıyla rekabet avantajı sağlamak üzere müşteri beklentilerinin ötesindeki hizmetleri de oluşturmalarıdır.

Bu değişimlerin tümü daha çok müşterinin özel ihtiyaçlarının, hızlı biçimde cevaplandırılmasını sağlayacak bir ürün ve hizmet karması üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu ise tedarik zincirinin tüm üyeleri (tedarikçi, üretici, taşımacı vb.) tarafından geliştirilmesi ve karşılanması gereken bir zorunluluktur.

2.2. Günümüz İş Dünyasında Lojistik

Lojistik kavramının ticari alanda kullanımı oldukça yeni bir olgudur. Askeri literatürde çok eski bir geçmişe sahip olan lojistik kavramı, iş literatürüne yakın bir zamanda girmiş ve bu kavramın getirdiği anlayış oldukça hızlı bir şekilde yayılmaya başlamıştır. 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 tanımlamaya çalışılmıştır. Temel olarak lojistik “doğru şeyin doğru zamanda doğru yerde olmasını sağlamaktır.” Uluslar arası platformda rekabet edebilmek için kavrama dördüncü bir parametre olarak “ rekabet edilebilir fiyatla” parametresini ekleyebiliriz.

Askeri bir kavram olarak lojistik sözlüklerde genel olarak “personel ve malzemenin iyileştirilmesi, bekasının sağlanması, dağıtımı ve yeniden yerleştirilmesi” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımla benzerlik gösteren ancak iş dünyasına uyarlanmış halini içeren bir işletme tanımı olarak lojistik; “ günümüz iş dünyasında daha fazla kullanılmasına ihtiyaç duyulan karmaşık enformasyon, iletişim ve kontrol sisteminin içinde yer aldığı mal, hizmet, bilgi ve sermaye akımının iş planlama çerçevesi.”olarak tanımlanmaktadır.

İş dünyasında genel kabul gören tanım ise Lojistik Yönetimi Konseyi tarafından yapılan tanımdır. “Lojistik tüketici ihtiyaçlarını tatmin için hammaddenin, süreç içerisindeki envanterin, nihai mamulün veya ilgili bilginin çıkış noktasından nihai tüketim noktasına kadar etkin ve masrafları en aza indirilmiş bir şekilde varabilmesi için yapılan planlama, uygulama ve kontrol süreci” olarak tanımlanmaktadır. Kısaca ifade etmek gerekirse, mal ve hizmet tedarikine yönelik planlama, organizasyon, nakliye ve yönetim faaliyetlerinin bütünüdür.

Endüstri ve ticari sektörde çok defa iş lojistiği veya endüstriyel lojistik denen lojistik, malzeme akışı, taşıma, satın alma ve stok kontrol, depolama, müşteri hizmetleri vb. hizmetleri içine aldığı yönünde tanımlanmaktadır.

Magee [1983] şu tanımlı yapmıştır:

“Kaynaktan kullanıcıya malzeme ve ürün akışı yönetim sanatıdır. Lojistik sistem; hammaddelerin elde edilmesinden son ürünün nihai kullanıcıya teslimine kadar, bütün malzeme akışını içine almaktadır.”

Endüstriyel ve iş lojistiğinde ortak olan faaliyetler, geçmişte üretim operasyonlarına hizmet ve malzemelerin üretici tarafından fiziksel dağılımı ile ilgilenmiştir. Öte yandan askeri ve savunma açısından önem, tüketici kullanımında olan ürün veya sistemin ömür-devir desteğinde yerini almıştır [Byrne,Markham, 1991].

Son zamanlarda lojistik, dünyamızdaki teknolojik, sosyolojik ve ekonomik eğilimler tarafından hızlı bir şekilde etkilenmektedir. Teknolojinin bu hızlı ilerlemesiyle, lojistik gereksinimler artmış, sistem ve ürünler daha karmaşık hale gelmiştir. Bu süreç içerisinde lojistik ürün desteğinin maliyeti artmış ve bu nedenden dolayı kıt kaynaklı çevrede verimi arttırmak için, ihtiyacı etkin bir şekilde karşılamaya yönelik ürün oluşum süreci önem kazanmış ve lojistiğin araştırma, tasarım, üretim ve kullanımda sistem performansının önemli rolü olduğu kabul edilmiştir [Byrne ve Markham, 1991].

Aslında birçok faaliyet ve elemanların entegrasyonunu kapsayan lojistik, oluşum sürecinin her safhasında önemli hale gelmiştir. Lojistik ihtiyaçlar baştan sona planlanmalı ve takiben sistem tasarım prosesinde tamamlanmalıdır. Asıl hedef gerekli lojistik destekleri etkin ve elverişli yolla birleştirerek bir sistem geliştirmektir.

Lojistiğin sahasının geliştiği bugünkü trend göz önüne alınırsa, ticari ve askeri lojistiği kapsayan faaliyetlerin yelpazesi tüm oluşum süreci bazındaki fikir lojistiği için yeterli değildir. Diğer bir deyişle, lojistiğin alanı, ilk başta tanımlanandan çok daha fazla genişlemiştir. Durumun dinamizmine uygun olarak, Lojistik Mühendisler Derneği [1993], lojistiğin tanımını şöyle genişletmiştir:

Amaçları, planları ve operasyonları desteklemek için kaynakların belirlenmesi ve temini, tasarım ve ihtiyaçlarla ilgili teknik faaliyetler, mühendislik, yönetim, bilim ve sanattır.

Lojistik, işletmenin hammadde - mamul akışının sağlanması için gerekli dağıtım sisteminin gelişmesini sağlar. Bu akış içerisinde yer alan bütün faaliyetler konunun ana öğeleridir. Karakteristik olarak, bu aktivitenin ana alanları:

- Ulaştırma
- Stok kontrolü
- Depolama
- Taşıma
- Endüstriyel ambalaj
- Üretim birimi
- Depo mevkilerinin belirlenmesi
- Bilgi sistemleridir.

Amaç; temel elemanların lojistik hedeflere erişilmesini sağlayacak şekilde bir araya getirilmesidir [Ballou,1985].

2.2.1. Lojistik yönetimi

Lojistik tanımı incelendiğinde lojistik kavramıyla iç içe olan bazı kavramlar karşımıza çıkmaktadır. Bu kavramlardan biri de “Lojistik Yönetimi”dir. Lojistik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için iyi bir planlama ve planlanan işlerin operasyonel alanda en verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi gereklidir. Buna ilişkin olarak lojistik yönetimi kavramıyla “tedarik zinciri içerisindeki süreçte müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürün, hizmet ve bilgi akışının depolanmasının, başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadar olan hareketinin, etkili ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması ve denetiminin gerçekleştirilmesi” hizmeti ifade edilmektedir. Ancak lojistik yönetiminin karmaşık ilişkiler ağına dönüşmesi dolayısıyla ile modern lojistik yönetimi anlayışı olarak karşımıza çıkan yeni yapı “Tedarik Zinciri Yönetimi” olarak ifade edilmektedir. Bu kavramla anlatılmak istenen piyasadaki talep durumu dikkate alınarak, şirketin tedarik kanallarının ve yönetim organizasyonunun düzenlenmesi şeklindeki, lojistik yönetimini de içine alan yönetim yaklaşımıdır.

Lojistik yönetimi kavram ile ifade edilen faaliyetler:

- Nakliye
- Depolama
- Envanter yönetimi
- Elleçleme
- Sipariş işleme
- Ambalajlama
- Satın alma
- Bilgi Yönetimidir.

Bu süreç içerisinde yer alan lojistik faaliyetlere ilişkin maliyet birimleri analiz edildiğinde taşıma maliyetlerinin diğer faaliyetlere oranla daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir. İşletme yönetimindeki lojistik maliyetlerin analizi şu şekilde verilmektedir.

Çizelge 2.1. Lojistik maliyetler

LOJİSTİK MALİYETLER	ORAN
Taşıma Maliyeti	%50-65
Envanter ve Malzeme Elleçleme Maliyetleri	%20-35
İşletme Yerleşim Tasarımı	%10
İletişim ve Bilgi Maliyetleri	%5

Lojistik Yönetimi bir sistem yaklaşımı belirleyerek her biri ayrı bir maliyet unsuru olan bu fonksiyonlar arasında değiş tokuş dengesi sağlayarak müşteri hizmet düzeyini sürekli geliştirmeyi bir hedef olarak belirler. İyi bir lojistik yönetimi, kaliteyi arttıran ve firmalara iç ve dış pazarlarda rekabet gücü kazandıran bir etki oluşturabilmektedir.

Ulaştırma

Mamul hammadde ve hizmetlerin bir yerden diğer bir yere taşınmasını ifade eder. Mal akışının ve dolayısı ile ticaretin bel kemiğidir. Üretilen bir ürün, olası bir müşteri için tüketim noktasına ulaştırılmadığı sürece çok az bir değere sahiptir. Mesafeler arası hareket değer oluşturmaktadır. Zaman kazanımı genel olarak ürünün ihtiyaç duyulana kadar depolanması ile oluşturulur. Taşıma depolama sonrasında zaman kazanımına etki eden bir faktördür. Bir faktör olarak taşıma bir ürünün bir noktadan başka bir noktaya hangi hızla [taşıma zamanı] ve devamlılıkla hareket edeceğinin belirleyicisidir. Ürünlerin istenilen yerde istenilen zamanda bulunması günümüz ticari hayatının gerekliliğidir. Nakliye uluslararası piyasalarda ürünlerin rekabet edebilirliğine etki eden masraf maliyetlerinin en önemli birimi olmakla birlikte, malın uygun zamanda ve istenilen yerde en uygun biçimde teslim edilmesini sağlamaktadır.

Depolama

Depolama fiziksel dağıtımın vazgeçilmez bir unsurudur. Depolama maliyetleri toplam maliyetler içinde önemli bir yere sahiptir. Depolar dağıtım işlemlerinin optimal olarak yapılacağı alanlardır. Depolardan mal akışı gerçekleşir. Deponun sistemi, düzeni, mamul için uygunluğu büyük önem taşımaktadır. Depoculuk faaliyetleri içerisinde yer alan stok yönetimi de lojistik faaliyetler içerisinde oldukça önemlidir.

Elleçleme

Önemli bir lojistik faaliyet alanı da elleçleme olarak isimlendirilen kısa mesafeli malzeme taşıma işlemidir. Malzemenin depoya taşınması, istiflenmesi ve oradan nakliye aracına taşınarak yüklenmesinin yapılması gibi işlerdir. Bu tip kısa mesafeli taşımalar fire açısından ve malların kalitesi açısından oldukça 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 İşleme

Sipariş işleme diğer bir önemli lojistik faaliyet alanıdır. Bu konu içerisinde siparişin alınması, sürecin izlenmesi ve zamanında müşteri memnuniyetini sağlayacak bir şekilde yerine ulaşmasını sağlamak yer almaktadır. Yeni teknolojik gelişmelerle birlikte gerek telefon gerekse İnternet üzerinden siparişi alma ve süreci izleme imkanı oluşturulmuş ve böylece dağıtım maliyetlerinde önemli kazançlar elde edilir hale gelmiştir.

Ambalajlama

Koruyucu ambalajlama süreç içerisinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Mallar bir yerden bir yere taşınırken malın fiziki durumunu veya özelliğini etkileyecek en önemli konulardan biri de paketlemedir. Genellikle seçilen ulaştırma şekli ve malın özelliği dikkate alınarak gerçekleştirilir.

Satın Alma

Satın alma da günümüzde lojistik hizmetin verildiği önemli alanlardan biridir. Ulaştırma masrafı ve hammaddenin bulunduğu yer ile firma için gerekli malların satın alınması arasında kuvvetli bir bağ vardır. İyi bir planlama ile birden fazla tedarikçinin bir arada kullanılması, şirketler için daha kaliteli malzeme temin etme, tek bir tedarikçi ile çalışma riskini en aza indirmiş olma ve depolama faaliyetlerini azaltma imkânı sağlar.

Her bir lojistik faaliyet tek başına diğerini etkileyebilecek, maliyeti yükseltebilecek olan alanlardır. Bu sebeple bütün bu faaliyetlerin işletmenin ihtiyaçları çerçevesinde en uygun şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Bu da lojistik yönetimi ile gerçekleştirilebilecek bir süreçtir.

Lojistik yönetiminin özellikle üretim ve pazarlama departmanları ile haberleşme ve işbirliği gerektiren ortak faaliyetleri vardır. Örneğin, üretimde yer seçimi programlama, stok kontrolü ve pazarlama müşteri hizmetleri, ambalaj, mağaza yeri, fiyat gibi konularda ortak çalışma zorunluluğu vardır. Son yıllarda bazı firmaların lojistik sorumluluğunu genel müdür yardımcısı düzeyinde elemanlara verdiği ve böylece koordinasyon için gerekli otoriteyi sağlamaya çalıştığı görülmektedir. Ancak büyük bir firmada tüm lojistik faaliyetleri tek elden yürütmenin zorluğu açıktır [Johnson, J.C. ve Wood, D.F] .

Lojistik yönetiminin içeriği ve sağladığı faydalar

Lojistik yönetimi bir anlamda siparişin üretilmesi, siparişin alınması, siparişin yerine getirilmesi ve ürünün, hizmetin veya bilginin dağıtımının koordinasyonunun sağlanmasıdır. Lojistik yönetimiyle:

- Hammaddelerin temini veya bitirilen ürünlerin dünyada herhangi bir yere gönderimi sağlanır
- Merkezci, yerel yönetim ile global işletme ve yönetim stratejisi benimsenir.
- Anında ve zamanında bilgi paylaşımı ile toplam tedarik zincirinin görülebilirliği sağlanır.
- Bilginin sadece işletme dahilinde değil endüstrinin genelinde yönetimi sağlanır.
- Tedarik zinciri organizasyonunun, yüksek performans sağlayacak takımlar halinde yeniden organizasyonu sağlanır.
- Tedarik zinciri ile bilişim sistemi oluşturulması ile maliyet ve ölçüm standartlarına ulaşılır.

Başlangıç noktası tüketici, uç noktası ise hammadde tedarikçileri olan bir yığın işletme yerine, bunların tamamını ifade eden tek bir firma görünümündeki lojistik; şirketlerin iç çalışmalarını en uygun ve basit bir şekilde getirirken, aynı zamanda tüm tedarik zincirinin çalışmasını incelemekte ve çalışmalarını iyileştirmek suretiyle de şirketlerin tüketiciye karşı yapmaları gerekenleri en uygun duruma getirme olanaklarını da sağlamaktadır.

Lojistik yönetimi; fiyat, kalite ve teknoloji gibi çıktıların geliştirilmesini ve uygulamaların uyumlu, bütünleşmiş ve yüksek performanslı olmalarını sağlar. Lojistik yönetimi uygulamaları; çok yönlü ve çok kullanışlı gelişim aktivitesi için temel oluşturur, uyumlu strateji, haberleşme liderliği ve iş süreci yönetimini geliştirirler. Müşteri/tedarikçi yoğunlaşmasını sağlar ve sanayinin vizyonunu ve araştırmasını en iyi uygulamalar içinde birleştirir. Dolayısıyla lojistik yönetiminin beklenen yararları hammadde kaynaklarından son tüketiciye kadar bütün alanlarda

ortaya çıkmaktadır. Lojistik yönetiminin gerçek etki derecesi; tedarik zincirinde yarattığı görüş yeteneğindedir.

Lojistik yönetimi yazılımları her aşamada optimizasyonu maliyet bilgisini de düşünerek gerçekleştirdiği için, tamamlanan projelerde malzeme stoklarında %30-50 azalma, nakliye maliyetlerinde %10-12 azalma, lojistik maliyetlerinde %10-20 azalma, malzeme satın alma fiyatlarında %5-10 azalma, kapasite kullanımında %5-20 iyileşme, sipariş tamamlama oranında %5 iyileşme, tahmin doğruluğunda %20-60 iyileşme, raf ömürlü ürünlerin stoklarında %10-20 azalma sonuçları elde edilmiştir.

Bilindiği gibi ERP yazılımları, satın almadan satışa, muhasebeden ürün maliyetlendirilmesine, kalite kontrolden bakım onarıma ve insan kaynaklarına kadar, bir firmadaki tüm işlemlerin anında ve doğru görülmesini sağlamaktadır.

Birden fazla şirketi kapsayan tedarik zinciri yönetimi yapısı, tek bir şirket gibi davranarak kaynakların [süreç, insan, teknoloji ve performans ölçümleri] ortak kullanımı sayesinde bir sinerji yaratmayı hedeflemektedir. Sonuç ise yüksek kaliteli, düşük maliyetli, piyasaya hızlı bir şekilde sunulan ve müşteri memnuniyeti sağlayan hizmet ya da ürün olarak ortaya çıkmaktadır [Cooper,1997].

Lojistik yönetiminin işletme içindeki önemi

Lojistik yönetiminin işletme içindeki önemi değişik faktörlerden kaynaklanır. Ancak yapılan çalışmalardan sonra aşağıdaki nedenler tespit edilmiştir.

Geliştirilmiş Müşteri Hizmeti: Bu faktör, daha çok, işletmeler için başarı ile başarısızlık arasındaki fark anlamına gelmektedir. Bu yüzden, “doğru ürüne, doğru yerde ve doğru zamanda sahip olmak” müşteri memnuniyetinin sağlanması için en iyi yoldur.

Para Kazan / Maliyetleri Azalt: Bu faktör en geniş olarak, ürünün pazara çıkarılma maliyetinin azaltılması şeklinde tanımlanır. Başka bir ifadeyle, bu faktör, ürünün

tedarik zincirine iletilmesi ile ilgili bütün maliyetleri kapsamaktadır ve genellikle daha çok zaman etkinliğine sahip olan bir tedarik zinciri ile sonuçlanmaktadır.

Peşin Paradan Yararlanma: tedarik zinciri etkinliğine sahip olan işletmeler, para temin etme süresine göre diğer işletmelere nazaran %40-65'lik bir avantaja sahiptirler. Bu işletmeler diğer işletmelere göre paralarını 2-3 ay önceden temin ederler. Para ne kadar çabuk temin edilirse, hammaddelere ve operasyonlara o kadar çabuk yeni yatırım yapılır.

Sayılarla lojistik yönetimi

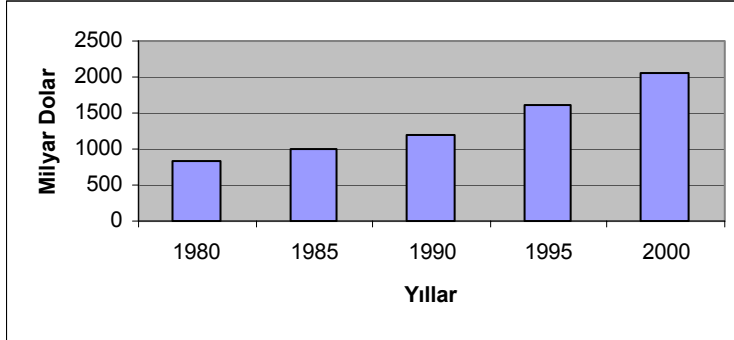
Lojistik yönetiminin başarıyla uygulandığı firmalarda elde edilen başarılarla örnekler aşağıda yer almaktadır [Metz, 1998]:

- Envanter maliyetleri %50 azalmıştır.
- Zamanındaki teslimatlar %40 artmıştır.
- Kümülatif dönüşüm zamanı %27 azalmıştır.
- Ciro %17 artmıştır.
- Cirodaki lojistik sistemin toplam maliyetlerinin payı %20 azalmıştır.
- Sipariş gelmeden paketleme yapılmayacağı için mamul stoku %50 azalır.
- Envanter yalnızca 2 kat artarken sipariş verildiğinde stokta mal bulunmamasından kaynaklanan kayıplar 9 kat azalmıştır.

Global şirketler, çalışma stratejilerini 4 bileşen üzerine tasarlarlar.

- Teknoloji,
- Pazarlama,
- İmalat,
- Lojistik.

Çizelge 2.2. Dünya çapında lojistik harcamalar



Bu dörtlüde diğer üçü birbiriyle senkronize bir şekilde çalışırken, lojistik, diğer tüm sistemlerin, üzerinde faaliyet göstereceği alt yapıyı oluşturmak zorundadır.

Global boyutta yaşanan rekabetin lojistik yapısı üzerinde etkili olan dört temel karakteristiği vardır:

- 1) Global rekabet içindeki firmalar hem standart hem de müşteri odaklı pazarlama yaparlar.
- 2) Ürün yaşam süreleri gittikçe kısalmaktadır. Örneğin fotoğraf ürünleri, bilgisayarlar, cep telefonları vb. ürünler bir yıldan kısa bir sürede eskimektedir.
- 3) Gün geçtikçe daha fazla şirket dış kaynaklı alım ve sınır ötesi üretim alternatiflerine yönelmektedir.
- 4) Global çalışan firmalarda, pazarlama ve üretim faaliyet ve stratejileri, diğer firmalara göre daha yüksek koordinasyonu gerektirmektedir.

Global işletmeler rekabet avantajı yakalamak için envanter seviyelerini düşürmek ve tedarik sürelerini kısaltmak zorundadırlar.

Global şirketlerin kullandığı 3 grup lojistik aracı firmadan söz edilebilir:

1) Yabancı nakliyeciler : Uluslararası sevkiyat deneyimi az olan bir işletme için en uygun seçenek bir nakliyeciyi kullanmaktır. Firmaların kendi bünyesinde uluslararası sevkiyatlar konusunda çok yönlü bilgi sahibi eleman istihdam etmesi oldukça pahalı

bir yöntemdir. Böylece firmalar, nakliyeciler sayesinde bu maliyete katlanmak zorunda kalmamakla birlikte, işlerini uzman ve işinin ehli bir kadroya emanet etmenin rahatlığını yaşarlar.

Nakliyecilerin fonksiyonları arasında aşağıdakiler sayılabilir:

- Nakliye ücretlerini takip etme ve müşterilerini bilgilendirme,
- Gemilerde yük için yer rezerv etme,
- Tüm dokümanları alma, hazırlama ve sunma,
- Kargo sigortasını yapma,
- Taşıma ücretini ödeme,
- Sevkiyatlar için para alma ve ödeme,
- Sevkiyatları takip etme,
- Farklı dillerde tercüme işlemlerini yapma,
- Yurt içi taşıma hizmeti sağlama.

2) İhracat yönetimi şirketleri: Çoğu zaman yabancı bir pazarda mallarını satmak isteyen bir firma, bu iş için bağlantı kuracak kaynaklara sahip değildir. İhracat yönetimi şirketleri bu gibi durumlarda şirketin yabancı çevrelerde iş yapabilmesi için gerekli uzmanlığı sağlar. İhracat yönetimi şirketleri genel olarak, belirli ürün grupları üzerinde uzmanlaşırlar.

3) İhracat ticareti şirketleri: İhracat ticareti şirketleri mal ve hizmet ihraç eder. İhracat ticareti şirketleri, uluslararası alıcılarda bağlantı kurar. Dokümantasyon dahil tüm ihracat düzenlemelerini yapar, tüm nakliyecileri ve yabancı ülke hükümetinin gereklerini karşılayacak tüm işlemleri yerine getirir.

4) Planlama ve lojistik yönetimi

Planlama yönetim fonksiyonlarının en önemlisi ve en temel olanıdır. Diğer yönetim fonksiyonlarının başarılı olması için başarılı planlama süreçlerinin varlığı esastır.

Planlama ile neyin, niçin, nasıl, ne zaman, kim tarafından, hangi kaynak ve maliyetlerle yapılacağı belirlenir.

İşletmelerde lojistik süreçlerin planlanması her aşamada hayati önem taşır:

- 1) Envanter yönetiminde ne kadar stok tutulacağı, ne kadarlık bir stok devir hızı öngörüldüğü, envanter değerlendirme yönteminin ne olacağı gibi kararlar,
- 2) Depo yeri seçiminde depo alanı, depo otomasyon düzeyi ve bunun için yapılacak yatırım düzeyi, depo personelinin sayısı gibi kararlar,
- 3) Hangi ülkelerde üretim yapılacağı, hangi ürün veya hammaddelerin nerelerden ithal edileceği, nelerin üretilip, nelerin satın alınacağı kararları,
- 4) Nasıl bir elleçleme veya ambalajlama yöntemi kullanılacağı, ambalajın şekli, büyüklüğü, dayanım ve koruma özelliği kararları,
- 5) Teslimat şekli kararları,
- 6) Lojistik organizasyonun yapısı kararları [Merkezi, merkezkaç yönetim gibi]
- 7) Kullanılması gereken bilgi işlem sistemlerinin ileride hedeflenen konuma ulaşmak üzere planlanması kararları,
- 8) Bütçeleme ve nakit akış kararları

Lojistik faaliyetlerin planlanması aşamasında tüm planlama faaliyetlerinin başarısı için belli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bunlardan başlıcaları şu şekilde sıralanabilir.

- Plan, açık, seçik ve belli bir amaca yönelik olmalıdır.
- Değişik uzmanlarca hazırlanan planların, bu uzmanlar arasında etkin bir haberleşme ile koordinasyonu sağlanmalıdır. (örneğin satışları planlayan uzman, satış tahminlerini üretim planlamacısına ve lojistik planlamacısına bildirmeli, ikisinin çalışmaları dengelenmelidir. Uzun ve kısa vadeli planlar arasında da uyum sağlanmalıdır.)
- Plan, işletmecinin iç ve dış koşullarına uyabilecek şekilde esnek olmalıdır.

(örneğin, lojistik faaliyetlerine ilişkin planlarda üretim ve dağıtım yapılan ülkelerin

ekonomik ve siyasal koşullarında değişiklikler olduğunda yeni duruma göre değiştirilme esnekliğine sahip planlar yapılmalıdır.)

- Planlama işletmenin çeşitli kademelerine yayılmalıdır.
- Plan, işletmenin benimsediği ilke ve standartlara uygun olmalıdır.
- Planlamada harcanacak zaman süresi de optimal düzeyde korunmaya çalışılmalıdır. Uluslararası lojistik faaliyetlerinin de beklenen değişimler doğrultusunda belli bir süreyi kapsamaması fakat yayılmamasına özen gösterilmelidir.
- Planların değişime karşı dirence neden olmaması için dönem dönem gözden geçirilmeleri gerekir.
- Planın uygulayıcı kimselerin girişim ve inisiyatif güçlerini köreltmesi, onları bir tür otomat durumuna getirmesi sakıncalı bir durumdur ve bu durumun oluşumuna izin verilmemelidir.

2.2.2. Lojistik sürecinin aşamaları

Genel olarak bakıldığında lojistik faaliyetleri iki farklı aşamada gerçekleştirilir. Bu aşamalar ikisi de birbirine bağlı olan üretim öncesi ve üretim sonrası lojistik. Tedarikçi ile Üretici arasında olan lojistiğe Üretim Öncesi Lojistik (Inbound Logistics), Üretici ile Müşteri arasında olan lojistiğe Üretim Sonrası Lojistik (Outbound Logistics) denilmektedir.

Üretim öncesi lojistik

Hammaddenin tedarikçiden toplanmasını, depolanmasını ve üretimini tedarik zinciri yönetimi çerçevesinde düzenleyen faaliyettir. Üretim öncesi lojistik süreci; imalat konusunda çalışan işletmelerin lojistik faaliyetleri hammadde, yarımamul ve hazır parçaların üretim ortamına taşınması işlemlerinin takip edildiği bir süreçtir. Bu süreç tamamen üretim öncesi gerçekleştirilen ve kaynakların üretim hattına taşınmasına hizmet eden bir süreçtir. Hammaddelerin daha ucuz bir şekilde temin edilerek üretim hattına kadar getirilmesini sağlar.

Üretim öncesi lojistik süreci iki aşamada gerçekleşir. Birincisi karşılıklı bilgi

akışıdır. Hizmet sağlayıcının seçimi, stok yönetimi ve yük akışının planlanması bu aşamada gerçekleşir. Diğer aşama ise malın fiziki akışı ile ilgilidir. Bu aşamada tedarikçi firma ile iletişime geçilerek parti büyüklüğü belirlenen malın temini, üretim hattına yakın depolama faaliyetlerinin yapılması, doğrudan üretim zincirine dağıtımın yapılması, bazı durumlarda üretimin öncesinde paketlerin açılması ve ürünlerin hazırlanması gibi işlemlerin gerçekleştirilmesini talep etmektedir.

Üretim öncesi lojistik süreci firmalara üretim öncesi masraflarının azalmasında yardımcı olmaktadır. Üretim faaliyetlerinde bulunan normal bir işletme ortalama bir haftalık stokla çalışmaktadır. Bir işletme tedarikçisini iyi seçmek, stok yönetimini iyi yapmak ve yük akışının kombinasyonunu en iyi duruma getirerek üretim hattını durdurmadan en fazla 1–1,5 günlük stoklarla faaliyetini sürdürebilir. Bu da üretim öncesi için maliyet avantajı sağlamaktadır.

Üretim sonrası lojistik

Üretim öncesi lojistiği tamamlayarak; üreticilerden mamullerin toplanarak stoklanması ve müşterilere dağıtılması ile oluşan sistemin işlemesi ile oluşan faaliyettir. İmalat konusunda çalışan işletmelerin üretim öncesi lojistik faaliyetleri sonrasında ilgili iş istasyonlarına ve tezgahlara iletilmesi; fabrika içi taşıma ve elleçleme, çıkış ambarından dağıtım kanallarına ve müşterilere kadar ulaşan zinciri kapsayan süreçtir.

Bu süreçte üretim işlemi tamamlanmış olup üretilen malların pazara ve müşterilere ulaştırılması temin edilmektedir.

Üretim sonrası lojistik süreci fiziki dağıtım kanallarını içine alan ve malın müşteriye ulaştırılmasına dönük faaliyeti kontrol altında tutan süreçtir. Bu süreç stok yönetiminden malın müşteriye ulaşmasına kadar olan faaliyetlerin çift taraflı bilgilendirme yolu ile kontrol altında tutulmasına, böylece de müşteriye en uygun şartlar altında ulaştırılmasına olanak sağlar. Operasyonun bütün aşamaları taraflar

arasında sağlanan bilgi akışı ile kontrol altında tutulur. Fiziksel akışı sağlayan operasyonda ise üretim hattının hemen bitiminde ürünün paketlenmesi ve etiketlenmesi ile başlayan, ardından depolanması ile devam eden, daha sonra verilen siparişin hazırlanmasını sağlayan müşteri isteklerine yönelik bazı hizmetlerin yapılması ve malların raflara yerleştirilmesi gibi dağıtım sonrası bazı hizmetlerin de verilmesi amaçlanır.

Üretim sonrası lojistik faaliyetlerinin büyük bir bölümünü fiziksel dağıtım hizmetleri oluşturmaktadır. Fiziksel dağıtım malın uygun fiyatla, rekabet edebilir şartlarda müşterilerle buluşmasını sağlar. Fiziksel dağıtım hizmetini vurgulayan üretim sonrası lojistiğin temel aşamaları üretim hattından sonra malın satış noktasına hatta son müşteriye kadar olan süreç arasında gerçekleştirilen hizmetleri içine alır.

Öncelikle ürünün nakliye noktasına hareketi görülmektedir. Daha sonra transfer noktasındaki hizmetler yer alır. Sipariş hazırlama, ürün üzerinde kısmi değişim yapılması, ambalajlama vb. faaliyetlerdir. Daha sonra ürün nihai müşteriye ulaşır. Bu da nakliye sonrası faaliyet olarak düşünülebilir.

Bu sürecin içerisinde tedarik zincirinin en önemli ayaklarından biri de depolamadır. Depolama ve depo yönetimi ayrı bir uzmanlık alanı olarak gelişme göstermiş ve lojistik faaliyetlerin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Lojistik hareketlerinin zamanında ve sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesinde malın niteliği ve niceliğine göre güvenli bir şekilde istiflenmesi, depolanması ve bilgisayar desteği ile kayıt altına alınması gerekmektedir.

Bahsedilen lojistik faaliyetleri işletmeler kendi bünyelerinde gerçekleştirebilecekleri gibi bu konuda dış alıma giderek de bu hizmeti sağlayabilirler. Özellikle tedarik ve dağıtım zincirinin temelini oluşturan malların hareketi ve malların nakil noktalarındaki durağanlıkları sırasında lojistik alt yapı etrafında verilen hizmetler dış alıma gidilerek çözüme kavuşturulmaktadır. Günümüz lojistik anlayışının temel kavramlarından biri olan dış kaynak kullanımı gittikçe vazgeçilmez hale gelmektedir.

2.2.3. Lojistik sektöründe dış kaynak kullanımı

Dış kaynak kullanımı günümüzde stratejik yönetim alanında üzerinde en fazla konuşulan ve en yaygın uygulanan yöntemlerdendir. Dış kaynak kullanımı özellikle lojistik ve bilgi teknolojileri alanında yaygın uygulama alanı bulmuş durumdadır. 3. parti (taraf) lojistik, gibi isimler de verilen lojistik'te 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 olan lojistik şirketleri tarafından üstlenilmesidir.

Küreselleşme ve teknolojiye hızlı gelişmelerin etkisindeki şirketlerin, bu yoğun rekabet ortamında ayakta kalabilmeleri için üç temel özelliği sağlamaları gerekmektedir: hız, esneklik ve maliyet avantajı.

Günümüzde müşteri bilinçlenmiş, kendi beklentilerine göre özelleştirilmiş ürünlerin uygun miktar ve hızda sağlanmasını talep etmektedir. Bunun yanı sıra ülke ekonomisinde ve küresel ekonomideki ani dalgalanmalar da şirketler açısından önemli riskler oluşturmaktadır.

Tüm bu etkenlere bağlı olarak firmalar yönetim ve üretim yapılarında radikal 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” yöntemi yaygın olarak uygulanmaktadır.

Dış Kaynak Kullanımı (DKK) kısaca, daha önce firmanın kendisi tarafından gerçekleştirilen fonksiyonlarının başka bir firmadan temin edilmesi 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. Riskin paylaşıyor olması, bu ilişkiyi geleneksel müşteri-tedarikçi ilişkisinden ayırmaktadır.

Özetle bir şirket bir iş sürecinin sahipliğini dışarıya transfer ettiğinde DKK uyguluyor denilebilir. DKK yaklaşımında hizmeti alan firma, hizmeti sunan firmaya işini nasıl yapacağını değil, hangi iş sonuçlarına ulaşmasını istediğini bildirir.

DKK ilk ortaya çıktığında firmaların toplam çalışan sayısını azaltmak ve maliyet avantajı yaratmak için kullandıkları bir araç olarak algılanıyordu. Ancak günümüzde DKK yalnız maliyet azaltma amaçlı değil, operasyonel etkinliği arttırmak için de kullanılan stratejik bir iş yapma biçimi haline almıştır.

Lojistik sektöründe dış kaynak kullanımı aynı zamanda 3. parti lojistik olarak da anılmaktadır. A.T. Kearney danışmanlarından Jon Africk tarafından “Birden fazla lojistik hizmetinin tek bir hizmet sağlayıcı tarafından bir sözleşme kapsamında sağlanması” olarak tanımlanmıştır.

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.

Çizelge 2.3. Geleneksel lojistik anlayışı ile DKK'nın karşılaştırılması

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/orta 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

Dış kaynak kullanımının sağladığı yararlar

Ana işe odaklanmak: Günümüzün pazar şartları, tedarikçi-üretici-müşteri zincirinde işlerin giderek daha karmaşık yapılarda yönetilmesini gerektirmektedir. Birbiri ile etkileşim ve uyum içinde çalışması gereken bu yapıları kurmak ve yönetmek büyük finans kaynakları, birçok konuda bilgili yönetim katmanları ve yoğun ilgi gerektirmektedir. Lojistik sektöründe dış kaynak kullanımı ile ulaşılmak istenen hizmet seviyesi ne ise sadece bunun tanımlanması yeterli olmakta, Lojistik ile ilgili, finansman dahil, sorumluluk dış kaynak kullanımı şirketine devredilmektedir.

Hizmet alanın yapması gereken tek şey stratejiyi belirlemek, hedefleri koymak ve ilişkiyi yönetmektir. Hizmet alan firma zamanını ve kaynaklarını ana yetkinliğine yönelik daha verimli olarak kullanabilmektedir.

Maliyetin azaltılması: Dış kaynak kullanımı hizmeti veren kurumlar müşterilerinin herhangi birinin tek başına sahip olduğundan çok daha büyük bir ölçeğe sahiptirler. Örneğin, birden çok firmanın siparişlerinin birleştirilmesi ile nakliye, gümrükleme, malzeme taşıma gibi maliyetleri azaltmak, kaynakları daha verimli kullanmak mümkün olmaktadır. Bu sebeple hem satın alma maliyetleri hem de işletim maliyetleri daha düşüktür. Rota optimizasyonu, büyük ölçeklerden kaynaklanan indirimler gibi operasyonel verimliliği artırıcı avantajlar da göz önünde bulundurulmalıdır.

Sabit maliyetin değişkene dönüştürülmesi: Lojistik bilgi sistemlerinin kurulması, yüksek maliyetli yük taşıtları, geniş depo alanları, çok sayıda insan gücü gibi gerekli kaynakların sağlanmasında ilk maliyet çok yüksektir ve maliyet kapasite arttıkça göreceli olarak az artmaktadır. Lojistik sistemini kendisi için kuran her şirket bu sabit maliyetlere katlanırken, dış kaynak kullanımı şirketleri toplamda çok daha büyük bir havuzda erittikleri sabit maliyetleri müşterilerine yansıtmayabilmekte, dolayısı ile kapasite gereksinimi artıp azalırken kullanıcı esnek ve düşük bir maliyet modeli ile hareket edebilmektedir.

Maliyetlerin önceden bilinmesi: Piyasalardaki ani dalgalanmalar ve talepteki değişimlerle başa çıkabilmek için şirketler farklı durumlarda maliyetlerinin nasıl değişeceğini önceden bilmek istemektedir. Buna ek olarak eğer firma bir pazara ilk defa giriyorsa o ülke ya da pazarın koşullarını önceden bilemeyeceğinden maliyetler açısından çeşitli sürprizler yaşayabilmektedir. Birçok şirket hem tecrübe hem de bilgi eksikliği sebebi lojistik maliyetlerini belirleme ve ileriye yönelik değişimi tahmin etmede zorlanmaktadır. Öte yandan hizmeti sunan firma lojistik alanında uzmanlaşmış, deneyim sahibi olmuş olduğundan risklerini daha iyi yönetebilmekte, maliyetini daha iyi hesaplayıp hizmeti alan firmaya taahhüt edebilmektedir. Böylece, hizmeti alan firmaya hizmetin toplam sahip olma maliyeti konusunda çok ayrıntılı ve kesin bilgi verebilmektedir.

Belirlenmiş hizmet düzeyleri: Dış kaynak kullanımı şirketleri müşterilerinin alacakları hizmetin bütün parametrelerini önceden belirleyebilmektedirler. Bu hizmet düzeylerinin sağlanamaması durumunda uygulanacak yaptırımlar da belirlenebilmekte, böylece taahhütlerin gerçekleştirilmesi güvence altına alınmaktadır.

Süreç ve Prosedürler: Lojistik zincirinin iyi ve etkin biçimde işlemesi, birbiriyle entegre birçok alt sürecin, birçok farklı grup ya da firmanın uyum içerisinde etkileşimiyle mümkündür. Bir lojistik hizmetinin kalitesi; tanımlı, iletişimi yapılmış ve uygulanan süreçlerin varlığına bağlıdır. Değişiklik yönetiminden risk yönetimine kadar geniş bir çerçeveyi doldurması gereken süreçler sorun olasılığını azalttığı gibi, çıkması kaçınılmaz olan sorunlarda da çözümün çok hızlı ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Etkin dış kaynak kullanımı firmaları ise süreçleri ve prosedürleri oluşturabilmek için lojistik uzmanları, çeşitli metodolojileri, kalite ve yetkinlik yönetimi sistemleri kullanmaktadırlar. Süreçlerin aksamadan işlemesi için gerekli önlemlerin alınmasının yanı sıra, yanlış teslimat, iade, yolda hasar görme gibi istisnai durumlarda da sorunun en kısa sürede giderilmesi için gerekli adımlar önceden belirlenmiştir.

Geniş ve esnek kaynak havuzu: Geniş bir alana yayılmış olan lojistik hizmetlerinin, farklı zamanlarda gerektirdiği farklı uzmanlık ve kaynaklar ancak geniş bir kaynak havuzundan sağlanabilir. Bu havuzun bir şirket tarafından yönetilmesi de kaynak yönetimini, entegrasyonunu ve koordinasyonunu kolaylaştırmaktadır. Özellikle dönemsel ya da mevsimsel olarak üretim ya da dağıtım gereksinimleri artan firmalar için dış kaynak kullanımı firmaları büyük esneklik sağlamaktadır. Kısa süreler için çok miktarda nakliye aracı, insan kaynağı, depo alanı sağlama gibi olanaklar mevcuttur. Firmanın bu hizmetleri kendisinin yapması durumunda ya dönemsel darboğazlar ya da ölü dönemlerde atıl kapasite ortaya çıkmaktadır.

Kaynak sürekliliği: İşten ayrılma, hastalık, izin gibi kaynak sürekliliğini tehdit eden durumlar ile mücadele edebilmek ve beklenmedik durumlar için önlem geliştirmek bir dış kaynak kullanımı şirketinin fazla ek kaynak gerektirmeden yönetebileceği konulardır.

Maliyet ve teknoloji risklerinin azalması: Özellikle proje yönetimi hataları, yanlış teknoloji seçimi, kaynak yetersizliği, hedef yönetiminin olmaması gibi sebeplerle maliyetleri çok yükselebilen lojistik projelerinde, bu konuda gerekli önlemleri almak ya da önlem alamadığı takdirde de sonucuna katlanmak müşteri şirketin sorumluluğu olmaktan çıkıp dış kaynak kullanımı şirketinin sorumluluğu haline gelmektedir.

Dış kaynak kullanımında yaşanan sorunlar

Yukarıda sayılan birçok yararının yanı sıra dış kaynak kullanımı özellikle iki firma arasındaki ilişkinin doğru tanımlanıp yönetilmediği durumlarda çeşitli sorunlar yaşanmasına da yol açabilir.

DKK'da en çok korkulan konulardan biri firmanın lojistik fonksiyonu üzerindeki kontrolünü kaybetme endişesidir. Ayrıca uzun vadeli olarak bir firmaya bağlanmak alternatifleri yeterince değerlendirememeye, fiyat pazarlığında güç kaybetme gibi endişeleri beraberinde getirmektedir. Bu endişeler haklı olmakla birlikte çeşitli önlemlerle etkisinin azaltılması da mümkündür.

DKK sözleşmeleri klasik bir satın alma sözleşmesi gibi ele alınmamalıdır. Sözleşmelerin oluşturulması sırasında beklentilerin ve ölçüm yöntemlerinin doğru olarak belirlenmesi önemlidir. Hizmet veren ve alan firmanın düzenli toplantılarla bir araya gelmesi, hatta hizmet alan firmanın kullanılacak bilgi sistemine doğrudan erişim ile kendisi ile ilgili aktiviteleri anlık olarak izleyebilmesi önemlidir.

Karşılaşılan sorunlardan birkaçı da özellikle hizmet alınacak firmanın sözlerini yerine getirememesi, değişime ayak uyduramaması ve hizmet alan firmanın iş hedeflerini doğru olarak anlamaması olarak özetlenebilir.

Böyle durumları önlemek için düşük performans durumundaki düzeltici faaliyetlerin neler olduğu ve nasıl uygulanacağı, karşılıklı yaptırımlar ve değişen durumlara uyum sağlayabilecek esneklikte genel kurallar sözleşmede tanımlanmış olmalıdır. Özellikle firma açısından gizli kalması gereken bilgilerin paylaşılıyor olması özen gösterilmesi gereken konulardandır.

Dış kaynak kullanımı projelerinin hayata geçirilmesi sırasında en önemli sorunlardan birisi de firma içi organizasyonel konuların çözümlenmesidir. Daha önce iç

kaynaklarla yürütülen lojistik hizmetlerinin dışarıya verilmesi kararlaştırıldığında firma çalışanlarının bir bölümü işlerini kaybetme endişesine kapılabileceklerdir. İyi bir iletişim ve bilgilendirme ile çalışanların desteğini almak önemlidir. DKK projelerinin hayata geçirilmesinde üst yönetimin desteği ve kararlılığı zorunludur. Her durumda firma çalışanlarının etkilenmesi söz konusu ise firma içinde başka pozisyonların araştırılması, firma dışı yeni işe yerleştirme olanaklarının değerlendirilmesi bu tür geçiş projelerinde göz önüne alınması gerekli noktalaradır.

Her köklü değişim projesinde olduğu gibi lojistik fonksiyonlarının dışarıya verilmesi projelerinde de değişim yönetimi, kültür yönetimi süreçlerinin göz önüne alınması zorunludur.

Dış kaynak kullanımı günümüzde stratejik yönetim alanında üzerinde en fazla konuşulan ve en yaygın uygulanan yöntemlerdendir. Dış kaynak kullanımı özellikle lojistik ve bilgi teknolojileri alanında yaygın uygulama alanı bulmuş durumdadır.

Dış kaynak kullanımı firmaların ana işlerine odaklanması, maliyetlerin düşürülmesi, değişken ve görünür hale gelmesi gibi stratejik ve finansal yararlar sağlamaktadır. Getirdiği maliyet avantajının yanı sıra, hizmet alınan firmanın uzmanlığından, bilgi teknolojileri ve süreçlerinden yararlanılması, geniş kaynak havuzundan istenildiği zaman istenildiği kadar kullanılabilmesi, yüksek kalite ve esnekliğe katkıda bulunmaktadır. Tüm bu avantajları sağlarken büyük yatırımlar yapma ya da yüksek riskler almayı da gerektirmemektedir.

Belirtilen yararlarının yanı sıra DKK'nın da kendine özgü sorunları bulunmaktadır. İyi bir biçimde tasarlanmadığı ve yönetilmediği durumda lojistik sürecinin üzerindeki kontrolün kaybedilmesi, hizmet alınan firmaya aşırı bağımlılık gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Daha uzun süreli bir ilişki ve firmalar arasında sıkı bir bağ gerektirdiğinden hizmet seviyesinden memnun kalınmadığı durumlarda başka bir firmaya geçiş daha fazla zaman ve kaynak gerektirmektedir.

Tüm bu sorunların yaşanmaması için proje kapsamının ve beklentilerin en baştan doğru belirlenmesi ve doğru iş ortağının seçilmesi yaşamsal önem taşır. Operasyonel konuların yönetiminden sözleşme yönetimi kavramına geçilmeli, iki firma arasında iyi bir iletişim ve bilgi paylaşımı sağlanmalıdır. Sözleşmelerin sorunların giderilmesi yöntemlerini, yaptırımları, değişime uyum için gerekli esnek yapıyı içermesi önemli konulardandır. Ayrıca firma içindeki organizasyonel konuların, değişim yönetimi ilkelerine uygun yönetilmesine dikkat edilmelidir.

2.3. Lojistik Sistem

2.3.1. Lojistik sistem tanımı

Lojistik sistem işletmenin hammaddeden nihai ürüne dönüştürme faaliyetlerini ve müşteri hizmetlerini de içerisinde bulunduran bir sistemdir. Etkin bir lojistik sistemi oluşturmak ve bunu da hayata geçirmek işletmeye büyük rekabet avantajı sağlayacaktır. Lojistik sistem;

- Üst Yönetim
- Müşteri hizmeti
- Depolama
- Malzeme Yönetimi
- Bilişim Sistemleri faaliyetlerinden oluşmaktadır.

2.3.2. Lojistik sistem elemanları

Üst yönetim

Lojistik süreci yönetmenin amacı, ürünlerin istenilen zamanda ve yerde uygun maliyetle bulunmasını sağlamaktır. Bu aşamada yöneticinin görevi, şirketin tedarikçiler ve müşterileri arasında bir lider gibi hareket ederek, şirketin geleceğini rekabet üstünlüğü üzerine şekillendirilmesini sağlamaktır. Lojistik yönetimi kapsamında yöneticinin faaliyet alanları şöyle sıralanabilir:

- Satın alma ile ilgili,
- Satış ve müşteri hizmeti ile ilgili,
- Depolama ve operasyonla ilgili,
- Stok yönetimi ile ilgili,
- Taşıma yönetimi ile ilgili,

Yöneticiler bu konularla ilgili stratejiler oluşturmak ve bu stratejileri rekabet üstünlüğü sağlayacak şekilde uygulamaya geçirmek zorundadırlar [Shapiro ,1990].

Yöneticilerin temel görevlerinden biri de bütünleşik bir lojistik sistemi kurmak ve etkin olarak çalışmasını sağlamaktır. Satınalma fonksiyonunun görevi üretime gerekli hammadde ve parçaları sağlamaktır. Bu öncelikle tedarikçi ilişkilerinin belirlenmesini ve bir malzemenin ya da parçanın satınalma yada üretme kararının verilmesini gerektirir[Shapiro,1990].

Eğer parça dışarıdan temin edilecekse tedarikçinin seçimi önemli bir karardır. Bu aşamada farklı tedarikçiler kalite, sürekli tedarik, güvenilirlik vb. faktörler dikkate alınarak işletmenin hedeflerine ulaşabilmesi için gerekli olan özellikler doğrultusunda değerlendirilmelidir [Shapiro,1990].

Sipariş işlemleri doğrudan müşteri hizmet düzeyini etkilediği için yöneticilerin üzerinde durmaları gereken ikinci önemli konu niteliğini taşır. Sipariş işlemlerinin elle yapılmasından, müşteri ve tedarikçilerle bütünleşmiş bilgi sistemleri oluşturulmasına ve sipariş işlemlerinin otomasyonuna kadar pek çok tasarım seçeneği bulunmaktadır. Sipariş çevrim süresi ve yöntemlerinin, müşteri bilgi işlem sistemleriyle bağlantılarla, otomasyonun da lojistik sistemi ve aynı zamanda müşteri hizmet düzeyi üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır.

Stok politikasının lojistik performansı üzerinde etkisi büyüktür. Sistemin etkinliğini belirleyen faktörler; stokların taşıma zinciri içinde nerede olduğu, şekli(hammadde, yarı mamul, son ürün), stokların karşılanma düzeyidir.

Taşıma politikası tüm lojistik faaliyetlerini birbirine bağlar. Taşıma şeklinin seçimi, kısa sürede sevkiyat ya da daha yavaş ancak daha az maliyetli yöntemler arasında maliyet analizi gerektirir. Bir şirketin yüksek kullanma oranı için büyük miktarlarda sevk etmeye ya da daha düşük miktarlarda kendi filosu ile sevkiyat yapma kararı şirketin maliyet yapısını, stok düzeylerini ve müşterilerine sunabileceği hizmeti etkilemektedir [Shapiro,1990].

Müşteri hizmet politikaları satışları doğrudan etkiler. Lojistiğin maliyet oluşturucu değil gelir sağlayıcı özelliğini ön plana çıkarmaktadır. Satışlar ve karların artışı, siparişlerin iletiminden itibaren hızlı ve doğru biçimde karşılanmasıyla sağlanabilir. Bu da genellikle sıklık, sevkiyat yöntemi, sipariş karşılama prosedürleri ve stok yenileme ile stok karşılama düzeyine bağlıdır [Shapiro,1990].

Sipariş yönetimi

Lojistik terminolojisinde “müşteri” bir malı ya da hizmeti satın alan, “tedarikçi” ise bu mal ya da hizmeti sağlayan birim olarak tanımlanmaktadır. Buna göre üreticiler, toptancılar ve perakendeciler vb. farklı gruplar duruma bağlı olarak hem müşteri hem de tedarikçi durumunda olabilmektedir.

Müşteri hizmet düzeyini saptarken en dikkat edilecek konu, hem müşterinin hem de tedarikçinin görüşlerini ve beklentilerini dikkate almaktır. İşletmeler müşteri beklentilerini doğru olarak tahmin edebildikleri sürece başarılı olabileceklerdir.

Müşterilerin bir ürünü tercih etmelerini sağlayan üç temel unsur bulunmaktadır; ürünün istenildiği zaman bulunabilmesi, kullanımla ilgili beklentilerin karşılanması ve bilgilendirme.

Müşteri hizmet etkinliğini olumsuz yönde etkileyen bazı problemler vardır. Bunlardan bazıları; geç sevkiyatlar, ürün veya kalite problemleri, hasarlı ürünler, doğru yada güncel olmayan bilgi aktarımıdır.

Müşteri hizmetinin birçok aşaması bulunmaktadır. Bunlar siparişin giderilmesi, sipariş bilgisinin iletilmesi, siparişte düzeltmeler ve özel isteklerin karşılanması gibi işletme içinde yürütülen faaliyetler, faturalama, iade ve değişiklikler, teknik destek gibi şirket dışı faaliyetlerdir.

Depo yönetimi

Fiziksel dağıtımın hareket merkezlerinden biri de depolamadır. Malın depolanmasının zorunlu olduğu hallerde amaç arzu edileni yapabilmeyin yanında giderleri de azaltmaktır.

Depo: Yeterli bir talebin oluşmasına dek yapılanların konulduğu yer olarak tanımlanabilir. Tedarikçilerden-üreticilerden, belirli bir süre saklamak üzere mal depoya ulaştırılır ve burada tutulur.

Dağıtım merkezi: Tedarikçi yada üreticilerden malı büyük miktarlarda alıp bunun küçük miktarlar halinde istenilen noktalara ulaştırılmasıdır.

Depolar fiziksel bir birim olarak düşünüldüğünde durağan; ancak işlemleri açısından bakıldığında hareketli bir yapıda olduğu görülmektedir. İşletmedeki depolar iki grupta içinde ele alınabilir. Bunlar tüketim malı depoları ve üretim malı depolarıdır. Her işletmede çalışma alanına göre üretim ve tüketim malı depoları farklıdır [Donald,1973].

Tüketim malı depoları

Üretimin meydana gelebilmesi için yardımcı emek ve yardımcı malın bulunduğu bir alandır. Yardımcı emek malın depoya gireceği zamana kadar üzerinde hizmeti geçen işçilik,makine,kağıt, kalem vb. 'dir. Yardımcı mal ise üretim malının meydana gelebilmesi için işletmenin dışarıdan almak zorunda olduğu hammadde ve yardımcı malzemelerdir.

Üretim malı depoları

Üretim malı depoları daha önceden pazar araştırması yapılmış, kalite kontrolü sağlanmış, işletmenin satışa sunacağı malın bulunduğu yerdir.

Depo hareketlerinin iki temel amacı bulunmaktadır. Bunlar yerleştirme amacı ve ekonomiklik amacıdır.

1. Yerleştirme amaçları: Deponun hacminden ve yüzeyinden yararlanma, malın yerleştirilmesi ve bulunmasının kısa sürede sağlanması, malın taşınmasında ve kaldırılmasında kullanılan paletlerin, iş makinelerinin kolay kullanılması, malın cinsine göre havalandırılma sistemlerine gerekli önemin verilmesi, pazarlama bölümüne bağlı olarak depo kullanımı gibi amaçlardır.

2. Ekonomik amaçlar: Depo işletme masraflarının azaltılması, en ekonomik ve kullanışlı depo inşaatlarının yapılması, depolara malların konulmasından dolayı zarar olasılıklarının önlenmesi [Aksoy, 1990].

Depolama nedenleri

1. Üretilen malların üretim noktalarının uzak yerlerdeki talep noktalarına daha kolay ulaştırılabilmesi için depolama gerekmektedir. Depolar eskiden sadece mal depo etmek amacıyla kullanılmaktaydı. Bugün bu gereksinimin yanı sıra mal akımlarını kolaylaştırmak için de kullanılmaktadır. Bunun için dağıtım deposu denilen türlere de geçmek işletmeler için zorunlu bir hale gelmiş bulunmaktadır. Dağıtım depolarında malların ayrıştırılması, değerlendirilmesi, siparişlerin hazırlanması ve taşıma bütünlüklerinin oluşturulması gibi birçok işlemler yapılmaktadır.

2. Malların mevsimlik dalgalanmalarından doğan arz-talep dengesizliklerinin önlenmesi için depolamaya ihtiyaç vardır. Birçok malın üretimi ve tüketimi

mevsimlik farklılıklar göstermektedir. Özellikle bizim ülkemizde olduğu gibi,

tarımsal ürünlerin üretimlerinin yoğun yer aldığı ülkelerde, bu durum daha açık olarak ortaya çıkmaktadır. Bu mallar arzın bol olduğu durumlarda depolanmaması durumunda arz-talep dengesizlikleri ortaya çıkacaktır.

3. Fiyat ve mal arzındaki dalgalanmalarda depolama gerektiren nedenler arasındadır. Örneğin hammadde fiyatlarında belirgin bir yükselme bekleniyorsa üretici bu fiyat yükselişinden etkilenmemek için belli bir dönem ihtiyacı olan hammaddeyi önceden alıp depolayabilir.

4. Mallara zaman faydası sağlayan etmen depolamadır. Genellikle bu durum sürekli bir şekilde gündemdedir. Çünkü malların üretildikleri yer ile tüketildikleri yer farklılık göstermektedir. Tüketim noktalarının arzladıkları zamanda bu malları bulabilmelerine depolama olanak vermektedir [Aksoy,1990]

Depoda gerçekleştirilen faaliyetler

Bir depoda gerçekleştirilen faaliyetler depolama süreci içerisinde nerede gerçekleştirildikleri göz önünde bulundurularak üç ana grupta toplanır. Depoya hareketler, stok yönetimi, depodan çıkışlar.

Depoya hareketler: Geliş çizelgeleme, teslim alma, kontrol kalite güvencesi.

Ürünler en iyi biçimde depoya getirilmeli ve yerleştirilmelidir. Alınan siparişlerin depodan karşılanması durumunda herhangi bir aksaklığın olmaması için, mamuller depoda iyi bir biçimde gruplandırılmalıdır. Mamullerin depoya taşınması, depo içi yerleştirme, seçme ve sipariş işleme, yükleme ve depolama gibi işlevlerden oluşur.

Stok yönetimi: Boşaltma, stok transferi, yerleştirme, fiziksel stok, çevrim sayımı, toplama. Ürünlerin değişik biçimde pazara ulaşmasına ve Pazar doyumunun sağlanmasına yardımcı olan stoklama işlevi mamullerin depoda kalışlarına göre geçici ve kalıcı stoklama olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Depodan çıkışlar: Çıkış planlaması, siparişlerin toplanması, sevkıyat. Müşteri siparişlerini atamak ve siparişleri depodan ayrılacak araçlara aktarmak. Dağıtıcıları çizelgelemek ve yükleme işlemlerini kontrol etmek gibi faaliyetlerden oluşur.

Malzeme yönetimi

Kuruluşların hayatta kalmasını ve karlılığını etkileyen önemli faktörlerden biri de stokların uygun ve ekonomik düzeyde bulundurulmasıdır.

Stok; üretimde beklenmeyen durumlar, gecikmeler, mevsimlik dalgalanma ve diğer düzensizliklere karşı işletmeyi güvence altına almak üzere bugün atıl bekleyen ancak gerektiğinde kullanılabilir hammadde, malzeme, yarı mamul ve diğer kaynakları ifade etmektedir. Gerektiğinden fazla tutulan stoklar atıl kaynaklar ve yitirilen kar anlamına gelirken müşteri talebini karşılamayan stoklar ise, müşteri hizmet düzeyinin düşmesine ve müşteri kaybına neden olabilecektir.

Klasik üretim anlayışında stok bulundurmanın temel amacı işletmenin başarısı ve karlılığını arttırmaktır. Bu amacı farklı stok türleri farklı şekilde gerçekleştirebilir [Barker,1989].

Yığın Stoklar: Malzemeler toplu halde satın alındığı, üretildiği veya taşındığı zaman yığın stoklar oluşur. Hazırlık ve satın alma maliyetlerini azaltarak, satın alımlarda miktar indirimi sağlayarak, üretimde kesintileri ve ürün değişikliklerini kaldırma yoluyla masrafları düşürerek, taşıma maliyetlerinde tasarruf sağlayarak karlılığı arttırmaları.

Hazırlık Stokları: İşletme için, o an gerek duyulmadığı halde üretildikleri veya satın alındıkları zaman oluşurlar. Üretimin karlılığını sağlamak, mevsimlik talep dalgalanmalarından etkilenmemek veya beklenen fiyat artışlarına karşı hazırlıklı olmak üzere oluşturulurlar ve amaç maliyetleri kabul edilebilir bir düzeyde tutmaktır.

Emniyet Stokları: Genellikle bir malzemenin siparişi ile teslim alınması arasında bir süre geçmektedir. Bu tedarik süresinde üretimin aksamaması, satışların durmaması, tüketici taleplerinin gecikmeden karşılanması, beklenmedik durumlara karşı hazırlıklı bulunulması amacıyla yeterli düzeyde bir emniyet stoğunun bulunması gerekir. Bu stoklar üretimin ve satışların aksamamasını sağlayarak maliyet tasarrufuna ve kar artışına yol açarlar.

Süreç Stokları: Üretimin gerçekleştirilmesini ve ardından da malzemenin dağıtımını uzun süreli ve aşamalı bir süreç olduğundan işletme içinde kaçınılmaz olarak bazı yarı mamullerin stokları oluşmaktadır. Bunlar üretim sürecinin daha düşük maliyetli ve kararlı işlemesi açısından önem taşımaktadırlar [Barker, 1989].

Stok kontrol yöntemleri: Stok kontrolündeki amaç, giderleri mümkün olduğu kadar azaltabilmek ve müşteriye anında cevap verebilmektir. Stok kontrolü için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Yöneticiler stok kararlarını alırken bunları göz önüne almaktadırlar [İlyasoğlu,1978].

Stok kontrolünün gerektiği gibi yapılmaması durumunda önemli sorunlar ortaya çıkacak ve üretimin durmasından satış kayıplarına kadar pek çok sonuç doğuracaktır. Gereğinden fazla hammadde ve malzeme alımı ise işletme sermayesinin atıl kalmasına, bozulma, fiyatların düşmesi veya modanın etkisiyle işletmenin zarara uğramasına neden olacaktır.

Stok politikası öncelikle stoklarla ilgili maliyetlere, talep durumuna, tedarik süresine ve stoklanacak malzemenin bugünkü ve gelecekteki birim değerine bağlı bulunmaktadır [Barutçugil, 1983].

Stok kontrolünde uygulanan yöntemler aşağıdaki gibidir:

- Gözle Kontrol,
- Çift Kutu Yöntemi,

- Minimum-Maksimum Yöntemi,
- Sabit Sipariş Periyodu Yöntemi,
- Sabit Sipariş Miktarı,
- ABC Yöntemi

Etkin bir stok kontrol sisteminin işletme ekonomisi açısından sağlayacağı yararlar:

1. Üretim faaliyetlerinin düzgün ve kaynaklardan en iyi yararlanacak şekilde yürütülmesine yardımcı olur.
2. Malzeme ve parça yokluğu yüzünden boş beklemler en aza iner. İş istasyonları arasında yığılmalar azalır.
3. Stoklara bağlanan para tam ihtiyaca göre saptandığından sağlıklı bir finans yönetimine olanak sağlar.
4. Tedarik ve satış masrafları azalır.
5. Üretim programlarının kolay ve gerçeğe uygun düzenlenmesi mümkün olur.
6. Etkili bir maliyet muhasebesi sisteminin ihtiyacı olan bilgilerin pek çoğu kolay ve duyarlı biçimde toplanabilir.
7. Zıyan olan malzeme ve mamullerin miktarı azalır.

Taşımacılık yönetimi

Lojistik sistem içerisinde bir işletme ister kendi filosuyla faaliyet göstere isterse taşıma faaliyetlerini dışardan satın alsın, hem maliyet hem de sunulan hizmet açısından en iyi taşımacılığı sağlamalıdır. Kuruluşlar bunu gerçekleştirirken pek çok yol izleyebilirler. Bunlar:

- Taşıma bölümleri, özel şahıslarla ortaklıklar kurarak, sürekli ölçüm ve raporlama yoluyla verimliliği artırıcı çalışmalarda bulunabilirler.
- Taşımacılık stratejisi dahilinde de olsa taşımacı firmalarla pazarlık yapma her zaman mümkündür. Bu hizmete yönelik gelişmeler, daha büyük hacimler veya performansa dayalı ödemelerle sağlanabilir.
- Taşıma faaliyetleri, belirli özel sevkıyatlar için, malın en kısa yoldan ve en uygun

olan en düşük maliyetle ulaştırılmasını sağlamak üzere daha etkin olarak yürütülebilir.

- Daha düşük maliyetler için biriktirme ve konsolidasyon gibi imkanlar takip edilmelidir.
- Dağıtım merkezi yerleşimleri ile taşıma ihtiyaçlarının uyumlu olması sağlanmalıdır. Verimli olmayan ya da uygun yükleme ve boşaltma imkânlarına sahip olmayan dağıtım noktaları hem işletme tarafından yürütülen hem de dışarıdan alınan taşımacılık hizmetlerinin verimliliğini olumsuz etkileyecektir.
- Hizmet ihtiyaçlarını karşılayabilecek en düşük maliyetli taşıma faaliyetleri her zaman takip edilmeli ve değerlendirmeye alınmalıdır.

Tüm bu faaliyetleri yerine getirmenin yolu ise anlamlı bir planlama ve kontrol sistemidir. Yukarıda bahsedilenleri sürekli olarak yerine getirebilmek, böyle bir sistem tarafından sağlanacak bilgi olmaksızın mümkün değildir. Bu tür bir sistemin belirli özellikleri bulunmaktadır:

- Her sevkiyatı içeren, yeterince detaylı ve güncel bir veri tabanına dayalıdır.
- Hizmet kalitesi, verimlilik, kullanma oranı ve performansı ile ilgili özet bilgi üretir.
- İstisna raporlarında saptamalar yer almalıdır.
- Belirgin saptamalara ait detaylar raporlarda yer almalıdır.
- Raporlama belirli detay düzeylerinde olmalıdır.

Taşımacılık yönetimine ait, temel performans göstergeleri aşağıdaki gibidir.

- Zamanında sevkiyat,
- Tam ve hatasız sevkiyat,
- Doğru sevkiyat dokümantasyonu,
- Taleplere ve şikayetlere zamanında cevap verme.

Etkin bir taşıma stratejisini oluştururken işletmenin imkânlarının yanı sıra işletme dışındaki imkânlar ve kısıtlar da göz önünde bulundurulmak zorundadır. Ülke ve

bölgeyle ilgili bu tür kısıtlar, çoğu zaman taşıma alternatiflerinin değerlendirilmesi ve seçiminde belirleyici olmaktadır [Çetinkaya, 1985].

3. ÜRETİM-DAĞITIM SİSTEMLERİNİN BÜTÜNLEŞİK ANALİZİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde yapılan çalışmalar üretim/dağıtım/stok problemleri, dağıtım/stok problemleri, stok/dağıtım/stok problemleri, üretim dağıtım stok problemleri, üretim/dağıtım problemleri, üretim/stok problemleri olmak üzere altı kategoride değerlendirilerek aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir. Çizelgedeki çalışmaların açıklaması bölümler halinde sunulmuştur.

Çizelge 3.1 Literatür araştırması

YAZAR, YIL	KONU	ÇÖZÜM ALGORİTMASI
King ve Love [1980] Blumenfeld [1987] Cohen ve Lee [1988] Cohen ve Lee [1989] Martin [1993] Mak ve Wang [1995] Vidal ve Goetscholscks [1997] Garcia ve Lozano [2004] Gen ve Syarif [2005]	Üretim/Dağıtım/Stok Problemleri	Doğrusal Programlama Tamsayılı Programlama Karışık Tamsayılı Programlama Genetik Algoritma
Federgruen ve Zipkin [1984] Burns [1985] Anily ve Federgruen [1990] Viswanathan ve Mathur [1997]	Dağıtım/ Stok Problemleri	Doğrusal Programlama Tamsayılı Programlama Genetik Algoritma Doğrusal Olmayan Tamsayılı Programlama Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli
Chandra [1993] Ernst ve Pyke [1993]	Stok/Dağıtım/Stok Problemleri	Doğrusal Programlama Tamsayılı Programlama Doğrusal Olmayan Tamsayılı Programlama
Ishii [1982] Blumenfeld [1985] Benjamin [1989] Haq [1991] Chien [1993] Chandra ve Fisher [1994] Chang ve Jang [2002]	Üretim/Stok/Dağıtım/Stok Problemleri	Doğrusal Programlama Tamsayılı Programlama Doğrusal Olmayan Tamsayılı Programlama Karışık Tamsayılı Programlama Genetik Algoritma Lagrange Yaklaşımı Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli
Verter ve Dasci [2001] Lee ve Kim [2002] Huq [2003] Rizk ve Marte [2005]	Üretim/Dağıtım Problemleri	Karışık Tamsayılı Programlama Simülasyon

Wee ve Yang [2003] Chang ve Chung [2005]	Üretim/Stok Problemleri	Karışık Tamsayı Programlama Genetik Algoritma
---	-------------------------	--

3.1. Üretim / Dağıtım / Stok Problemleri ile İlgili Literatür Araştırması

Lojistik yönetimi incelendiğinde karşılaşılan problemlerin büyük çoğunluğunun üretim, dağıtım ve stok maliyetlerinin bir arada değerlendirilerek uygun üretim planı, dağıtım planı ve stok planlarının bir araya getirilmesinde yaşanan zorluklar olduğu görülmektedir. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde üretim planlama, dağıtım planlama ve stok planlama ile ilgili çalışmaların sadece tek yönlü olarak sürdürüldüğü, bu problemleri koordineli olarak inceleyen çalışmaların az oluşu dikkati çekmektedir. Problemleri birbirleri ile olan ilişkilerini dikkate alarak bütünlük olarak analizini yapan çalışmalar ile ilgili literatür araştırması aşağıda sunulmuştur.

Günümüzün rekabetçi çevresinin özellikleri; ürün tasarımındaki hız, üretim ve dağıtımda yüksek verimlilik, düşük operasyonel maliyetler firmaları sürekli araştırmaya, teknolojilerini geliştirmeye ve süreçlerini iyileştirmeye yöneltmektedir. Optimizasyon model ve algoritmaları, karar destek sistemleri firmaların artan rekabet ortamında ayakta kalabilmek için uyguladıkları yaklaşımlardan bazılarıdır.

Günümüzde üretim ve dağıtım operasyonları ile ilgili olarak yeni bir yaklaşım kabul görmektedir. Bu yaklaşım değişik fonksiyonlar (örn. tedarik prosesi, dağıtım, stok yönetimi, üretim planlama, tesis yerleşimi vb.) ile ilgili kararların tek bir optimizasyon modelinde bütünleştirilmesi temeline dayanmaktadır. Farklı fonksiyonların özelliklerini ve ihtiyaçlarını eş zamanlı olarak tasarlanması ile ilgili problemler geçmiş yıllarda da araştırmacıların ilgisini çekmiştir ve bu yönde bazı modeller geliştirilmiştir. Bu modellerin ana fikri farklı fonksiyonların karar değişkenlerini eş zamanlı olarak optimize etmektir. Geleneksel yaklaşımda ise bir aşamanın çıktısı bir sonraki aşamanın girdisi olacak şekilde işlemler birbirini takip etmektedir. Bütünlük analiz ile ilgili olarak Üretim – dağıtım problemlerinin bütünlük olarak analiz edilmesi ile lojistik amaçların gerçekleşme durumu ve

dağıtım fonksiyonlarının diğer üretim fonksiyonları ile birlikte değerlendirilmesinin sağlayacağı avantajlar hakkında cevap aranmaktadır.

3.1.1.Stok/üretim ve dağıtım problemleri

Bhatnagar ve arkadaşları (1993) organizasyonlarda koordinasyon konusuna yönelmiştir. Bu konu ile ilgili iki tanım geliştirmiştir. Genel koordinasyon problemi; bir organizasyonda aynı aşamadaki fonksiyonlar arasındaki koordinasyonu, çok aşamalı koordinasyon problemi ise; bir organizasyonda farklı aşamalarda gerçekleşen fonksiyonların koordinasyonunu ifade etmektedir. Yazarlar genel koordinasyon problemi ile ilgili olarak; tedarik ve üretim planlama, üretim ve dağıtım planlama, stok ve dağıtım planlama kategorilerini sunmaktadır.

Thomas ve Griffin (1996) yukarıdaki sınıflandırmada geçen fonksiyonların koordinasyonu ile ilgilenmişlerdir. Bütünleşik analiz ile ilgili yapılan çalışmalarını sınıflandırmayı zorlaştıran sebepler vardır. Bu sebeplerin başlıcaları; analiz ile ilgili modellerin geliştirilme aşamasında çok çeşitli varsayımlar yapılmış olması, bu alandaki literatürün kapsamlı olmaması ve farklı konular içerisinde değerlendirilmesi, amaç fonksiyonuna göre sınıflandırma yapılamamasıdır; çünkü genellikle maliyet minimizasyonu amaç fonksiyonu olarak belirlenmiştir.

Stok-Üretim-Dağıtım sistemlerinin analizi ile ilgili olarak sunulan problemler çok karmaşık yapıdadır. Bu sebeple optimal çözümlere ulaşmak zordur. Problemlerin çözümünde daha çok sezgisel algoritmaların tercih edildiği gözlenmiştir.

Cohen ve Lee (1988) stratejik bir model yapısı ile hiyerarşik ayrışma yaklaşımını sunmuşlardır. Çalışmalarının amacı bir tedarik zinciri ağının tamamında bulunan fonksiyonların birbirleri ile aralarındaki etkileşimleri analiz etmektir. Bu etkileşimleri modellemek için dört alt model geliştirmişlerdir. Bu modellerin her biri tedarik zincirinin bir parçasını temsil etmektedir. Bu modeller malzeme kontrol, üretim kontrol, stok kontrol ve dağıtım ağı kontrolünü içermektedir. Alt modellerin oluşumunda stokastik yaklaşımlar kullanılmıştır. Ayrıca; hazırlık, stok tutma ve yok

satma maliyetleri dikkate alınmıştır. Her bir alt model daha önce belirlenen sırada optimize edilmiştir. Bir alt modelin çözümü diğer alt modelin girdisi olacak şekilde alt problemler sırayla çözülmüştür. Çalışma ile farklı üretim stratejilerinin performans üzerindeki etkisi araştırılmış ve “Üretim ve dağıtım kontrol politikaları nasıl koordine edilmeli?”, “ Malzeme, yarı mamul ve mamul stokları, üretim süresi ve esneklik nasıl planlanmalı?” sorularına cevap aranmıştır.

Cohen ve Lee (1989) global bir üretim ve dağıtım şebekesinde kaynakları verimli şekilde kullanmayı destekleyecek bir model geliştirmişlerdir. Bu kararlar, şebekenin tasarımını ve şebeke içerisinde malzeme akışının planlanmasını gerektirmektedir. Şebeke; hammadde tedarikçileri, üretim alanları, dağıtım kanalları, depolama alanları ve müşterilerin coğrafik dağılımını kapsamaktadır. Problem karışık tamsayılı programlama ile modellenmiştir. Amaç; firmanın karının maksimize edilmesi olarak belirlenmiştir. Global tedarik çerçevesinde daha geniş bir yaklaşım Vidal ve Goetschalcks (1997) tarafından yapılmıştır.

Mak ve Wang (1995) daha basit bir bakış açısına sahip olarak stok-üretim ve dağıtım problemlerinin çözümünde genetik algoritmaları kullanmayı önermişlerdir. Model birden fazla tedarikçi, üretim alanı ve birden çok perakendeciden oluşmaktadır. Amaç; eşzamanlı olarak optimal stok seviyesini, üretim miktarlarını ve taşınan miktarları belirleyerek sistemin toplam maliyetini minimum hale getirmektir. Bu maliyetler; stok tutma maliyeti, yok satma maliyeti, üretim maliyeti ve taşıma maliyetlerinden oluşmaktaydı. Problem tamsayılı programlama modeli olarak formüle edilmiştir. Kullanılan varsayımlar pratikte uygulamayı zorlaştırmıştır. Örneğin, model taşıma maliyetlerini biliniyor ve her dönem için sabit kabul etmiştir.

Süreçlerinde üretim dağıtımın bütünleşik analizini uygulayan firmaların kazanımları büyük olmuştur. Bu kazanımları anlatan örnekler Blumenfeld (1987), King ve Love (1980), Martin (1993) tarafından sunulmuştur.

King ve Love (1980) çalışmalarında Amerika'nın çeşitli bölgelerinde bulunan dört fabrika ve sekiz dağıtım merkezinden oluşan bir sistemdeki maliyetlerin

minimizasyonu ile ilgilenmişlerdir. Satış tahminleri, stok kontrol, üretim planlama ve dağıtım planlama fonksiyonlarının koordinasyonu ile maliyetlerin azaltılabileceğini savunmuşlardır. Ürünlerin kısa yaşam döngüsü ve sistemin geliştirildiği dönemde içinde bulunulan ekonomik özellikler (enflasyon, enerji sıkıntısı v.b.) firmayı operasyonlarında verimliliği sağlamak zorunda bırakmıştır. Sistem dört alt modelden oluşmaktadır. Üretim, stok kontrol, dağıtım ve tahminler. Üretim ve stok kontrol, dağıtım ve stok kontrol arasındaki geri besleme döngülerinin kullanılması bu fonksiyonlar arasındaki etkileşimi sağlamaktadır. Bununla birlikte parametrelerin [yeniden sipariş noktası, üretim parti büyüklüğü, taşıma parti büyüklüğü] eşzamanlı olarak optimizasyonu sağlanamamıştır, farklı fonksiyonlar ile ardışık olarak sağlanmıştır. Bu sistemin uyarlanması müşteri hizmet seviyesinde artış ve stok seviyelerinde azalış sağlamıştır.

Blumenfeld ve arkadaşları (1987) General Motor'da Lojistik operasyonların analizi için bir karar destek sistemi geliştirmiştir. Bu sayede lojistik maliyetlerde azalma görülmüştür. Yazarlar toplam şebeke maliyetlerinin minimizasyonu için dağıtım rotalarının ve taşıma parti büyüklüğünün eşzamanlı olarak optimize edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Martin [1993] FLAGPOL (Flat Glass Products Optimization Model) olarak adlandırılan bir sistem geliştirmiştir. FLAGPOL üretim, dağıtım ve stok kontrolü için karar değişkenleri içeren bir doğrusal programlama modelidir. Modelin geliştirildiği dönemde Flat Glass Product grup dört üretim tesisine sahipti. 300 müşterisi ve 200'den fazla ürün çeşidi vardı. Model için; finans, pazarlama, yönetim bilgi sistemleri, malzeme yönetimi, taşıma, üretim planlama, çizelgeleme ve maliyet analizi alanlarında uzman kişilerden oluşan bir grup bir araya gelmiştir. Amaç; oniki aylık bir dönemde üretim, stok ve dağıtım maliyetlerinin minimize edilmesi idi.

Garcia ve Lozano (2004) üretim, stok ve dağıtım problemleri içerisinde çizelgeleme ve araç tahsisi problemlerini incelemişlerdir. Amaç; maliyetin azaltılması ve zamanında teslim edilen ürün sayısının artırılmasıdır. Problem tamsayı programlama ile modellenmiştir ve yeni bir sezgisel algoritma geliştirilmiştir.

3.1.2. Dağıtım / stok problemleri

Bu bölümde depolama/dağıtım birinci aşama, perakendeciler/ müşteriler ikinci aşama olarak değerlendirilen modeller incelenmiştir.

Tek tedarikçi – birden çok talep noktası

Çeşitli coğrafik bölgelere dağılmış müşterilere, bir depo ile hizmet veren bir sistemin bütünsel olarak analizi Federgruen ve Zipkin (1984), Federgruen (1986), Burns (1985), Anily ve Federgruen (1990), Viswanathan ve Mathur (1997) ve Chandra [1993] tarafından yapılmıştır. Problem Birden çok perakendeci ve müşteriye ürün/ürünler dağıtan bir deponun maliyet minimizasyonu ile ilgilidir. Bu maliyetler genellikle stokta tutma, yok satma ve taşıma maliyetlerinden oluşmaktadır. Problemdaki karar değişkenleri; taşıma parti büyüklüğü ve dağıtım rotasıdır. Problem NP-Hard yapıdadır ve sezgisel çözümler geliştirilmiştir.

Federgruen ve Zipkin (1984) depodaki ürün miktarı sınırlı olmak üzere bir dönemli bir problem geliştirdiler. Bu model ürün dağıtımını ve araç rotalamayı tek bir modelde birleştiren ilk çalışmadır. Ana problemi, doğrusal olmayan stok dağıtımını ve gezgin satıcı alt problemlerine ayırarak sezgisel bir çözüm önermişlerdir. Federgruen (1986) ürünlerin yaşam ömrünü kısaltarak tekrar ele almıştır. Bu problem de tek dönemlidir. Sistemdeki ürünler "eski" ve "yeni" olarak sınıflandırılmıştır. Tarihi geçmiş ürünlerin sayısını azaltmak için çeşitli sayıda dağıtım politikaları oluşturulabilir. Federgruen tarafından geliştirilen model aşağıdaki dağıtım politikalarını dikkate almaktadır.

1. Her dönemin sonunda kullanılabilir ürünleri depoya toplamak ve yeni ürünlerle birlikte tekrar dağıtımını sağlamak. (Dönüşüm politikası).

2. Her depodaki ürünleri, buldukları depolarda tarihi geçene kadar tutmak ve gerekiyorsa bakımlarını yapmak. (Tutma politikası).
3. 1 ve 2 nolu politikaların birleşimidir.

Dağıtım parti büyüklüğünün ve dağıtım rotasının belirlenmesi problemi Federgruen ve Zipkin (1984) tarafından bir sisteme iki ürün sınıfı ile uygulanmıştır. % 6-7 oranında kazanım sağlanmıştır.

Burns ve arkadaşları (1985) Sonsuz eksenli bir model üzerinde çalışarak maliyetleri azaltmak için analitik bir model geliştirmişlerdir. İki dağıtım stratejisinin [direk nakliye – pazarlama] maliyet performanslarını karşılaştırmışlardır. Detaylı bir şebekede her müşteri için spesifik lokasyonlar belirlemek yerine, verilen bir bölgedeki müşteri yoğunluğunu belirleyip, optimal bölge büyüklüklerini bulmuşlardır. Bütünleşik bir formülasyonda amaç fonksiyonu stok maliyetlerini de içermektedir. Depodaki stok taşıma maliyetleri ürünlerin sistemde harcadığı süre kullanılarak hesaplanmıştır. Direk nakliye için, taşıma ve stok maliyetleri ile Ekonomik Sipariş Miktarı çözümünü kullanmışlardır. Eğer çözümde belirlenen taşıma parti büyüklüğü taşıma aracının kapasitesinden büyük ise bir aracın kapasitesi optimal taşıma parti büyüklüğü olarak belirlenmiştir.

Anily ve Federgruen (1990) Burns ve arkadaşlarının (1985) problem yapısına benzer bir yapı ile çalışmışlardır. Uzun süreli dönemde ortalama maliyetle çalışan bir sistem için üst ve alt taşıma parti büyüklüğü sınırlarının belirlediler. Sistemdeki lokasyon sayısı arttıkça problemin karmaşıklığı artmakta ve hesaplamalar zorlaşmaktadır.

Viswanathan ve Mathur (1997), sistemdeki ürün çeşidini arttırarak Anily ve Federgruen (1990) ile aynı problemi incelemişlerdir. Araçların kapasitesini sınırlı tutarak sezgisel bir model ile çözüm ürettiler. Önerdikleri sezgisel algoritmanın performansını tek ürünlü bir sisteme uyarlayıp Anily ve Federgruen'in oluşturdukları algoritma ile karşılaştırdılar. Sonuçta, kendi algoritmalarının çoğu durumda daha iyi sonuç verdiğini gösterdiler.

3.1.3. Stok / dağıtım /stok problemleri

Chandra (1993) “bir depo – birden çok perakendeci” problemini analiz etmiştir. Model, sipariş verme maliyetini dikkate almakta ve müşteri talepleri dinamik olarak değerlendirilmektedir. Problemin çözümüne mümkün bir başlangıç çözümü ile başlanmakta ve maliyetlerin müşteriler için oluşturulan dağıtım çizelgesinin değişiminden nasıl etkilendiğini hesaplamaktadır. Değişimler sırasında maliyetlerde en fazla azatlımı sağlayan değişimler sisteme adapte edilmektedir. Maliyetler ile ilgili azatlımlar sonlanıncaya kadar algoritma devam eder. Amaç, birbirinden bağımsız olarak verilen depo ve müşteri dağıtım çizelgesindeki değişimlerin toplam maliyet üzerindeki etkisini tahmin etmektir. Sonuçlar bu yaklaşım ile %3 – 11 oranında maliyetlerin azaltıldığını göstermektedir.

Ernst ve Pyke (1993) ilk aşamada stok seviyesini belirleyecek şekilde taşıma maliyetlerinin doğrusal ve konkav formlarını analiz etmişlerdir. Bu çalışma stok seviyelerini belirlemek ile birlikte optimum araç kapasitesini ve nakliye sıklığını da belirlemektedir.

Bu çalışmalara hız veren çalışmalardan biri 1998 yılında Pirkul ve Jayaraman tarafından ilgilenilen sınırlı üretim kaynaklarını en iyi şekilde kullanmak için oluşturulan model idi. 1999 yılında Graves tarafından çok dönemli üretim/dağıtım ve stok planlama modeli geliştirilmiştir. Bu modelde amaç talepleri karşılayıp, toplam maliyeti minimize edecek şekilde doğru zamanda, doğru üretim ve dağıtım miktarlarının belirlenmesiydi. 2005 yılında Gen ve Syraif tarafından çok dönemli üretim/dağıtım ve stok problemleri için çözüm olarak en çok kullanılan sezgisel algoritmalarından genetik algoritma ile çözüm geliştirilmiştir.

3.1.4. Üretim /stok / dağıtım /stok problemleri

Ishii ve arkadaşları (1982)'de üç aşamalı bir sistem ile çalışmışlardır. Sistem, bir üretici, bir tedarikçi ve bir perakendeciden oluşmuştur. Pazardaki ürün modelleri sık sık değiştiğinden ürünlerin yaşam döngüsünün kısa olduğu varsayımını yaparak bir çekme sistemi tasarlamışlardır. Amaç, yaşam döngüsünü tamamlamış ürünleri sistemdeki miktarlarını azaltmak ve yok satma maliyetlerini minimize etmektir. Sistemde, yeni ürünlerin ve yaşam döngüsünün son evresinde olan ürünlerin dolaşımına izin verilmiştir. Perakendecideki yaşam döngüsünü tamamlamış stokların azaltılması için ilgilenilen değişkenler, taşıma parti büyüklüğü, stok seviyesi ve üretim sipariş seviyesidir. Çözüm için bir algoritma geliştirmişlerdir ve sayısal bir örnek ile geliştirdikleri algoritmayı uygulamışlardır.

Haq ve arkadaşları (1991) üç aşamalı bir sistem ile ilgilenmişlerdir. Sistemde bir üretim alanı, birden çok depo ve birden çok perakendeci bulunmaktaydı. Bütünleşik analizin amacı, üretim ve dağıtım parti büyüklüğünü belirleyerek toplam maliyeti azaltmaktır. Problem karışık tamsayılı model olarak formüle edilmiştir.

Chandra ve Fisher (1994) üretim çizelgeleme ve araç rotalama problemlerini bir araya getirmişlerdir. [Bu fonksiyonları bütünleştiren ilk çalışmadır]. İki aşamalı bir sistem ile çalışmışlardır. Birinci aşamada üretim alanında tutulan stoklar; ikinci aşamada ise birden fazla dağıtım noktası bulunmaktadır. Sistem üzerinde uygulanan değişik senaryolar analiz edilmiştir. Bu senaryolar, planlama ekseninin uzunluğu, ürün çeşidi, perakendeciler, stok tutma ve taşıma maliyetleri, parametrelerinin değişik değerleri ile oluşturulmuştur. Yazarlar, bütünleşik olarak analizi, problemin ardışık olarak alt problemlere ayrılıp çözülmesi ile karşılaştırmışlardır. Bütünleşik analiz tercih edildiğinde operasyonel maliyetlerde %3-20 aralığında daha fazla azalma olduğu görülmüştür.

Blumenfeld (1985) ve Benjamin (1989) üretim, stok ve taşıma fonksiyonlarının bütünleştiği deterministik bir modeller için çeşitli formülasyonlar sunmuşlardır. Blumenfeld ve arkadaşları şebekedeki taşıma, stok tutma ve üretim hazırlık maliyetlerini analiz etmişlerdir. Yazarlar daha karmaşık şebekelerin analizi için yaklaşımlarda bulunmuşlardır. Bu yaklaşımlar orijinal şebekenin alt şebekelere bölünerek çözüme gidilmesi doğrultusundadır. Blumenfeld ve arkadaşları dağıtım sisteminin özellikleri ile (kapasite, araç sayısı) ilgilenmemişlerdir. Ancak; taşıma döngüsünün uzunluğu üzerinde durmuşlardır.

Benjamin (1989) optimum parti büyüklüğü, taşıma problemi ve ekonomik sipariş miktarı problemini eş zamanlı olarak ele almıştır. Tedarik kısıtlarına ve stok maliyetlerine önem vermiştir. Tedarik noktaları için optimal parti büyüklüğü ve talep noktaları için optimal sipariş miktarlarına ulaşmakla ilgilenmiştir. Model, sınırsız bir taşıma sistemini ve her düğüm arasında direk nakiller olabileceğini varsaymıştır. Ayrıca, model birden fazla ürün çeşidini de desteklemektedir.

Chien (1993) tek tedarik noktası ve tek talep noktası arasındaki direk taşımacılığı analiz etmiştir. Ürüne talebi olasılıklı bir dağılıma sahiptir. Taşıma maliyeti sabittir ve aracın kapasitesi sınırlıdır. Amaç, optimal üretim ve taşıma miktarlarının belirlenmesi ile karın artırılmasıdır. Üretim maliyetleri, birim stok tutma maliyeti, taşıma maliyeti, yoksatma maliyeti modeli etkileyen başlıca değerlerdir. Problemin çözümü ile beklenen karın %0,2-3,8 aralığında arttığı gözlenmiştir.

Chang ve Jang (2002) bir tedarik ağının tasarım problemi ile üretim planlama problemini bütünleştirmiştir. Maliyet minimizasyonu için çeşitli senaryolar denenerek strateji ve algoritmalar geliştirilmiştir. Lagrange yaklaşımı ve genetik algortimadan yararlanılmıştır.

3.1.5. Üretim / dağıtım problemleri

Verter ve Dasci (2001) bir firmanın tedarik zinciri yapısı ile ilgili kararlarda üretim-dağıtım sisteminin önemini belirtmişlerdir. Maliyet minimizasyonunda konunun önemini vurgulayacak şekilde bir model geliştirmişlerdir. Problem karışık tamsayılı programlama ile modellenmiştir.

Lee ve Kim (2002) üretim-dağıtım probleminin bütünleşik analizi ile ilgilenmişlerdir. Konu ile ilgili analitik bir model geliştirmişlerdir. Modelde simülasyon ve analitik süreçler birleştirilmiştir.

Huq ve arkadaşları (2003) üretim aşamalarında ve dağıtım stratejilerinde çeşitli senaryoların incelenmesini sağlayacak şekilde bir model geliştirilmiştir. Model, karışık tamsayılı doğrusal programlama ile formüle edilmiştir.

Rizk ve Marte (2005) üretim-dağıtım planlama probleminde, bir üretim ve bir dağıtım merkezi olacak şekilde maliyetlerin minimizasyonunu araştırmışlardır. Probleme karışık tamsayılı programlama ile üç değişik formülasyon geliştirilerek çözüm aranmaktadır.

3.1.6. Üretim / stok problemleri

Wee ve Yang (2003) maliyetlerde azalma sağlayacak şekilde üretim ve stok modellerini bütünleştirerek en uygun parti büyüklüğünü belirleme problemi ile ilgilenmişlerdir. Konu ile ilgili matematiksel bir model geliştirilmiştir.

Chang ve Chung (2005) birden fazla üretim tesisi olan bir tedarik zinciri modelinde üretim ve stok problemini incelemiştir. Analitik hiyerarşi ve genetik algoritmayı birleştirerek toplam maliyetin minimizasyonunu sağlayacak şekilde bir model geliştirmişlerdir.

3.2. Literatür Değerlendirme

1980 ve sonrasında üretim-dağıtım ve stok planlama problemini bütünleşik olarak ele alan çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde problemlerin karmaşık yapıda olduğu, amaç fonksiyonunun toplam maliyeti minimize edecek şekilde oluşturulduğu ve çözüm aşamasında sezgisel algoritmalara başvurulduğu görülmüştür. Çalışmalarda dağıtımın, üretim ve stok planlama ile aynı optimizasyon modelinde ele alınması ile dağıtım maliyetlerinde büyük oranda azalma sağlandığı görülmüştür.

Günümüzde dağıtım maliyetlerinin ürün maliyetleri üzerinde büyük oranda etkili olduğu görülmektedir. Sadece bitmiş ürününü perakendeci ya da son kullanıcıya dağıtımını değil aynı zamanda üretim alanında farklı işyerlerinde işlem gören yarı mamullerin dağıtımını da ürün maliyetleri üzerinde etkili olmaktadır. Bu sebeple çalışmada literatürde incelenen üretim-dağıtım ve stok problemi (Gen ve Syarif 2005) bir üretim alanı içerisindeki işyerlerine dağıtım problemi şeklinde modellenmiştir. Modelin çözümünde ise günümüzde farklı disiplinlerce sıkça kullanılan ve optimal çözüme yakın sonuçlar sağladığı deneysel çalışmalarla ispatlanan Tavlama Benzetimi Algoritması kullanılmıştır. Böylece endüstri mühendisliği konuları içerisinde çizelgeleme ve rotalama problemlerinde yoğun olarak kullanılan algoritmanın üretim-dağıtım problemlerinde de uygulanabilir olduğu gösterilmiştir. Algoritmanın etkinliği deneysel çalışma ile araştırılmıştır.

4. TAVLAMA BENZETİMİ

Tavlama Benzetimi; kombinatoriyal optimizasyon problemlerinde kullanılan olasılıklı bir algoritmadır. Bu genel amaçlı arama algoritmasında genel iyileştirmeler gerçekleştirilerek, yerel optimum tuzağına düşmeden (gerektiğinde düşük kaliteli çözümler kabul edilerek) başarılı sonuçlar elde edilir. Seyyar satıcı problemleri, çizelgeleme ve rotalama problemleri, moleküler fizik, kimya, görüntü işleme, bilgisayar tasarımı gibi alanlardaki optimizasyon problemlerinde zor hesaplamalarla birlikte optimale yakın sonuçlar elde edilmiştir. Algoritmaya “Tavlama Benzetimi” isminin verilmesi bir rastlantı değildir. “Tavlama” sözcüğü katıların fiziksel tavlama sürecine benzerliğinden ileri gelmektedir [İbrahim ve James,1996].

4.1. Fiziksel Tavlama Süreci

Tavlama işlemi parçaların kararlı yapıda olmalarını sağlamak için gerçekleştirilir. Maddelerin kristal yapısındaki bozuklukların düzeltilmesini sağlar. Böylece minimum enerjili durum sağlanmış olur. Tavlama süreci iki aşamadan gerçekleşir. Öncelikle sıcaklık katının eriyebileceği değere kadar artırılır. İkinci aşamada ise sıcaklık uygun şekilde (yeteri kadar yavaş) azaltılır. Böylece minimum enerji durumu elde edilir. Bu duruma gelmesi uygun sıcaklığın bulunduğu ve soğutmanın da yeteri kadar yavaş yapıldığı durumlarda gerçekleşir.

Kombinatoriyal optimizasyon problemlerinde mümkün çözümleri katının farklı durumları, amaç fonksiyonu ise sistemin enerjisini temsil etmektedir. Bu durumda yer durumu global optimumu ifade eder [Eglese,1990].

4.2. Metropolis Adımı ve Metropolis Döngüsü

Matematiksel analizi yapılamayan modellerin durumu eşitliklerini bulmak için benzetimlerden yararlanır. Bilgisayarın ilk yıllarında bile çeşitli derecelerde sistemlerin benzetiminin yapılabileceği görülmüştür. Örneğin bu hareketli parçalardan oluşan bir sistem olabilir. Hareketli parçalar bir kutudaki küreler olsun küreler uzaklıkla azalan bir kuvvetin etkisinde hareket ederler. Sistemin enerjisi parçalar arasındaki uzaklıkla hesaplanabilir [Otten ve Ginneken, 1989].

Benzetim algoritmasının her adımında rastgele seçilen bir parça, mevcut durumdaki parçayla yer değiştirilir. Eğer yeni durumda enerji durumdakinden daha az ise yer değiştirme kabul edilir. Böylece yeni durumun enerjisi d birim fazla ise yeni durumun mevcut olma olasılığı $\text{Exp}[-d/kT]$ dir. Bu temel adım tanımlandığı kadar tekrarlanır. Metropolis adımı denilen adımın tekrarlanmasıyla oluşan prosedüre Metropolis Döngüsü adı verilir [Otten ve Ginneken, 1989].

Enerjisi e_i olan yeni durumun mevcut durum olması belli bir olasılık dağılımında sahip durumlarda genelleştirilmiştir. çok yüksek derecelerde her durumun mevcut durum olma şansı eşittir. Düşük derecelerde ise sadece düşük enerjili durumların mevcut durum olma olasılığı yüksektir [Otten ve Ginneken, 1989].

```

PROCEDURE Metropolis [t]
BEGIN Başlangıç;
exit:= false;
WHILE NOT exit DO
yeni durum:= displace[mevcut durum];
yeni enerji:=E[yeni durum]
IF random<exp[[-[yeni enerji-mevcut enerji]/kT] THEN
BEGIN exit:=readjust;
mevcut durum:=yeni durum;
mevcut enerji:=yeni enerji;
END;
```

END;

END;

Tavlama benzetimi algoritmasında, metropolis döngüsü kombinatoriyal optimizasyon probleminin çözümlerinin bir sırasını üretmek için kullanılır [Alabaş, 1999].

Yapılan deneylerde düşük sıcaklıkların yer durumunu garanti etmediği görülmüştür. Maddeyi yer durumuna taşıyacak olan teknik “tavlama” olarak adlandırılır. Maddenin erime durumundan başlayarak sıcaklık yavaş yavaş düşürülür. Sıcaklık çok hızlı düşürüldüğünde maddenin kristal yapısında kusurlar görülecektir.

Metropolis döngüsünde sistemin sıcaklığını [t] kontrol edilebilir değişkendir. Metropolis adımlarının sayısı ise verilen [t] sıcaklığında Boltzmanın eşitliğine yaklaşacak büyüklükte belirlenmiştir.

Metropolis döngüsünün tavlama benzetimi algoritmasında bir dış döngü olarak kullanılması aşağıda gösterilmiştir [Otten ve Ginneken, 1989] .

BEGİN

mevcut durum:=üret;

mevcut enerji:=E[mevcut durum];

stop:=false;

WHILE NOT stop DO

BEGİN

t:=azalt[t];

metropolis [t];

stop:=.....;

END;

END;

Optimizasyon problemlerinde;

(1) Problemdeki çözümler, fiziksel sistemdeki durumlara,

(2) Bir çözümün maliyeti, bir durumun enerjisine eşittir [Alabaş, 1999].

4.3. Tavlama Benzetimi Algoritması

Tavlama Benzetimi, bir katının minimum enerji durumu elde edilene kadar yavaş yavaş soğutulduğunda fiziksel tavlama sürecini taklit eden olasılıklı bir arama yöntemidir. Bu yöntem ile üretilen çözümler sırasının amaç fonksiyonu değerleri genel bir azalma eğilimindedir. Bazı durumlarda amaç fonksiyonu değerleri yüksek olan çözümler de kabul edilebilmektedir. Bu yolla yerel bir minimum etrafında yapılan aramadan çıkılıp daha iyi bir yerel veya belkide global bir minimum için aramaya devam etmek amaçlanır. Tavlama Benzetimi'nin kombinatoriyal optimizasyon problemleri için optimuma yakın çözümler veren kullanışlı bir yöntem olarak kullanıldığı söylenebilir [Laarhoven ve Aarts, 1987].

Tavlama benzetimi komşu arama metoduna dayalı algoritmalarından biridir. S mümkün çözümler kümesidir. $I \in S$ olmak üzere $m[I]$ I durumunun maliyeti (minimum yapılmak istenen fonksiyonu) temsil eder. Başlangıç çözümünde I_0 (S kümesine rasgele seçilmiş bir elemanı) yer alır. I_0 adım adım komşu elemanların çözümleri komşu $[I]$ ile karşılaştırılır. Bu arada en iyi çözüm hafızada tutulur. Mevcut durumdan daha iyi sonuç veren komşu çözümler mevcut durum ile yer değiştir ve bu şekilde işlemlere devam edilir. $Rand []$ fonksiyonu $[0,1]$ aralığında düzgün dağılıma sahip rassal sayı üreten bir fonksiyondur. T sıcaklık derecesi düşük kalitede çözümlere geçiş olasılığını kontrol eden bir parametredir. T'nin başlangıç değeri T_0 yüksek bir değerdir ve geçişler bu durumda siktir. N adımdan sonra bulunan en iyi sonuç daha fazla geliştirilemiyorsa T parametresi α sabiti ile çarpılır. Derece T_1 ' in altına düştüğünde işlem durur [Alabaş,1999].

```

T=To; I=Io; min=∞;
While [T>T1]
For i=1,N
I'=komşu [I]
If [m[I']<m[I]] then I=I';
Else if [rand []<exp [m[I]-m[I']/T ] then I=I';
İf [m[I]<min] min=m[I] ;S=I;
If [min değişiyorsa] T=T* α;

```

Tavlama benzetimi algoritmasının global optimum çözümlere yakınsama hızı, M ve T[t] parametreleri tarafından belirlenmektedir. Algoritmanın parametre değerlerinin uygulamaya yönelik seçimi “tavlama” veya “soğutma planı” ile belirlenmektedir.

Soğutma planında; başlangıç sıcaklığı, sıcaklık azaltma oranı, her aralıktaki tekrar sayısı ve durdurma koşulları belirlenir [Alabaş, 1999].

Tavlama benzetimi algoritmasının yakınsaması

TB algoritması “Markov zincirleri” teorisi kullanılarak modellenmektedir. Bir markov zinciri, denemelerin bir sırasındır. Bu sırada, verilen bir denemenin sonucunun olasılığı, sadece bir önceki denemenin sonucuna bağlıdır. t. Denemenin sonucu olasılıklı bir değişken olan x[t] ile ifade edilecek olursa, her i, j sonuç çifti için t. denemedeki ”geçiş olasılığı” $P_{ij}=P\{x[t]=j/x[t-1]=i\}$ olur. Elemanları eşitlikte verilen P[t] matrisi “geçiş matrisi” olarak bilinmektedir. TB algoritmasının yakınsamasını tanımlamadan aşağıdaki tanımlar yapılmıştır.

1. Bir Markov zinciri, sonuçların sonlu bir kümesi tanımlanırsa, sonlu Markov zinciri olarak adlandırılır.

2. Bir Markov zincirinde geçiş olasılıkları deneme sayısına bağlı ise homojen olmayan bir Markov zinciridir. Eğer geçiş olasılıkları deneme sayısından bağımsız ise homojen Markov zinciri söz konusudur [Alabaş,1999].

TB algoritmasında, T sıcaklık parametresi sabit tutulursa, bir i durumundan j durumuna hareket etme olasılığı deneme sayısından bağımsız olacaktır ve böylece homojen bir Markov zinciri elde edilecektir. Eğer herhangi bir i durumundan, herhangi bir j durumuna sonlu sayıda hareketle geçmek mümkün ise elde edilen Markov zinciri, başlangıç durumundan bağımsız bir $q[i]$ denge dağılımına [stationary distribution] sahip olur. Denge dağılımı, daha önce anlatılan Boltzmann dağılımına karşılık gelmektedir. Sonuç T sıcaklık parametresi sıfıra yaklaşırken bu denge dağılımı optimum çözümlerin kümesi üzerinde bir uniform dağılım olmaktadır, yani TB algoritması global optimum çözümlere yansımaktadır. Aarts ve van Laarhoven [1985], denge dağılımının elde edilmesi için gerekli iterasyon sayısının en azından çözüm uzayı boyutunun karesi olması gerektiğini göstermişlerdir. Fakat çözüm uzayı boyutu, genellikle problem boyutuyla üstel artış göstereceği için TB algoritması için gereken zaman üstel olarak artacaktır [Eglese, 1990].

Bu nedenle, TB algoritmasında sıcaklık parametresinin sabit tutulması yerine dereceli olarak azaltılmasına izin verilir. Böylece, T sıcaklık parametresinin her değerinde ortaya çıkan sonlu uzunluklu homojen Markov zincirlerinin bir sırası elde edilmiş olur. Bu süreç, homojen Markov zincirlerinin homojen olmayan tek bir Markov zincirine birleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. M Homojen Markov zincirinde sıcaklık parametresinin değeri, $T[t]$ eşitliğindeki gibi olacaktır [Alabaş,1999].

$$T[t] = T[m] \quad m.M < t < [m+1].M$$

Böylece, eşitlikte tanımlanan aralık için sıcaklık parametresi sabit tutulmakta, daha sonra belli bir yöntemle azaltılarak $m=0,1,2,\dots$ için $T[m]$ sırası elde edilmektedir. Bu sıra, eşitliklerde verilen şartları taşımaktadır.

$$T[m+1] < T[m] \quad m=0,1,2,\dots$$

$$\lim T[m] = 0$$

Tavlama benzetimi algoritmasında problem tanımlama

Kombinatoryal optimimizasyon problemi, mümkün çözümlerin kümesi tanımlanacak şekilde formüle edilmelidir. Herhangi bir çözümün j komşu yapısı, komşu durumlara nasıl hareket edeceği, amaç fonksiyonu belirleme yöntemi tanımlanarak TB algoritmasıyla çözülebilir. Ayrıca: bir başlangıç çözümünün de üretilmesi gerekir.

Problemlerde kısıtlar varsa; çözüm kümesi bu kısıtları sağlamalı veya kısıtları sağlamayan çözümler uygun bir ceza fonksiyonu dikkate alınarak çözüm uzayına dahil edilmelidir [Eglese, 1990].

Çizelge 4.1. Tavlama sürecinin optimizasyon problemlerine uyarlanması

Termodinamik Benzetimi	Kombinatoryal Optimizasyon
Sistemin Durumları	Mümkün Çözümler
Enerji	Maliyet
Durumun Değişmesi	Komşu Çözüm
Sıcaklık	Kontrol Parametresi
Donma Durumu	Sezgisel Çözüm

Tavlama algoritması, metropolis algoritmasının sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Temelinde fiziksel soğuma projesi vardır ve verilen uygun soğuma çizelgesi ile optimal çözüm için gerekli bütün koşulları sağlar. Optimal değerlere ulaşmayı garanti eden çizelgelerin çalışma zamanı çok uzundur.

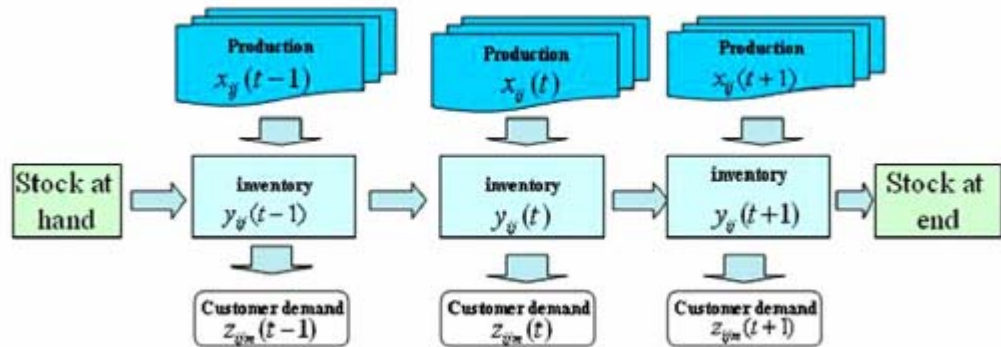
Tavlama metodu çerçevesinde işleyen bir algoritmanın [kontrol parametresinin sıcaklıkla yükselen bir olasılık fonksiyonuna bağlı olduğu] orijinal benzetime çok yakın olmadan da etkinliğini artırabileceği tartışma konusudur. Çeşitli değişikliklerle Tavlama Algoritmasının kullanılabilirliği geliştirilebilir. Değişiklikler aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir [Glover ve Laguna,1993].

1. Kabul olasılığı
2. Soğuma çizelgesi
3. Komşular
4. Maliyet Fonksiyonu

5. ÜRETİM – DAĞITIM PROBLEMİ İÇİN ÖNERİLEN MATEMATİKSEL MODEL VE TAVLAMA BENZETİMİ ALGORİTMASI.

5.1. Üretim – Dağıtım ve Stok Problemi İçin Önerilen Model

Gen ve Syarif [2005] tarafından incelenen üretim /stok /dağıtım problemi detaylı incelendiğinde problemde amacın; günümüz rekabetçi çevresinde stratejik lojistik planlamanın önemli fonksiyonlarından üretim, dağıtım ve stok taşıma fonksiyonlarının bir arada incelenmesini sağlayacak şekilde, bilinen kısıt ve talepleri dikkate alarak inceleme yapılan dönemlerde hangi üründen, hangi miktarlarda üretilmesi ve hangi müşteriye hangi miktarlarda taşınmasına karar vermeyi sağlamak olduğu görülmüştür.



Şekil 5.1. Üretim-dağıtım-stok probleminin genel yapısı

Bu çalışmada ise; televizyon, bulaşık makinesi, otomobil, elektronik cihaz üretim sistemleri gibi kesikli seri üretim yapan üretim sistemlerinde kullanılmak üzere; Gen

ve Syarif tarafından ele alınan model bir üretim alanına uygun şekilde geliştirilmiştir. Üretim aşamalarının gerçekleştirildiği her işyeri bir tesis olarak düşünülmüştür. Aynı zamanda her tesis kendisinden bir önceki tesisin müşterisi konumundadır. Her işyerinin bir dönemde kullanacağı işgücü ve tezgah kapasitesi belirlenmiştir. Ayrıca, her ürün için dönemlik talepler bilinmektedir. Birim üretim, stokta tutma, işyerleri arasındaki taşıma maliyetlerinin bilindiği varsayılmıştır. Ayrıca, talepten daha az teslim edilen ürünler için ceza katsayıları belirlenerek modele dahil edilmiştir. Bu şekilde oluşturulan model aşağıda sunulmuştur.

Dizinler

i: Ürünler için kullanılan dizin [$i = 1, 2, \dots, I$]

j: Dönemler için kullanılan dizin [$j = 1, 2, \dots, J$]

k: İşyerleri için kullanılan dizin [$k = 1, 2, \dots, K$]

r: Kaynaklar için kullanılan dizin [$r = 1, 2, \dots, R$]

Değişkenler

X_{ijk} : i ürününün, j döneminde, k işyerinde üretim miktarı

Y_{ijk} : i ürününün, j döneminde, k işyerinde stokta tutulan miktarı

Z_{ijk} : i ürününün, j döneminde, k işyerinden taşınan miktarı

G_{ij} : i ürününün, j döneminde teslimatı geciken miktarı

Parametreler

d_{ij} : i ürününün, j dönemi talep miktarı

p_{ijk} : i ürününün, j döneminde k işyerinde birim üretim maliyeti

q_{ijk} : i ürününün, j döneminde k işyerinde birim stokta tutma maliyeti

t_{ijk} : i ürününün, j döneminde k işyerinden birim taşıma maliyeti

n_{ij} : i ürününün, j döneminde teslimatı geciktiğinde uygulanacak ceza katsayısı

c_{jkr} : k işyerinde, j döneminde mevcut r kaynağı miktarı

a_{ikr} : i ürününden bir birim üretilebilmesi için, k işyerinde kullanılması gereken r kaynağı miktarı

Amaç Fonksiyonu

$$Z_{\min} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K p_{ijk} * X_{ijk} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K q_{ijk} * Y_{ijk} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K t_{ijk} * Z_{ijk} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J n_{ij} * G_{ij} \quad (5.1)$$

Kısıtlar

$$Y_{i[j-1]k} + X_{ijk} - Z_{ijk} = Y_{ijk} \quad \forall i,j,k \quad (5.2)$$

$$Z_{iJK} + G_{ij} = d_{ij} \quad \forall i,j \quad (5.3)$$

$$\sum_{i=1}^I a_{ikr} * X_{ijk} \leq C_{jkr} \quad \forall k,r,j \quad (5.4)$$

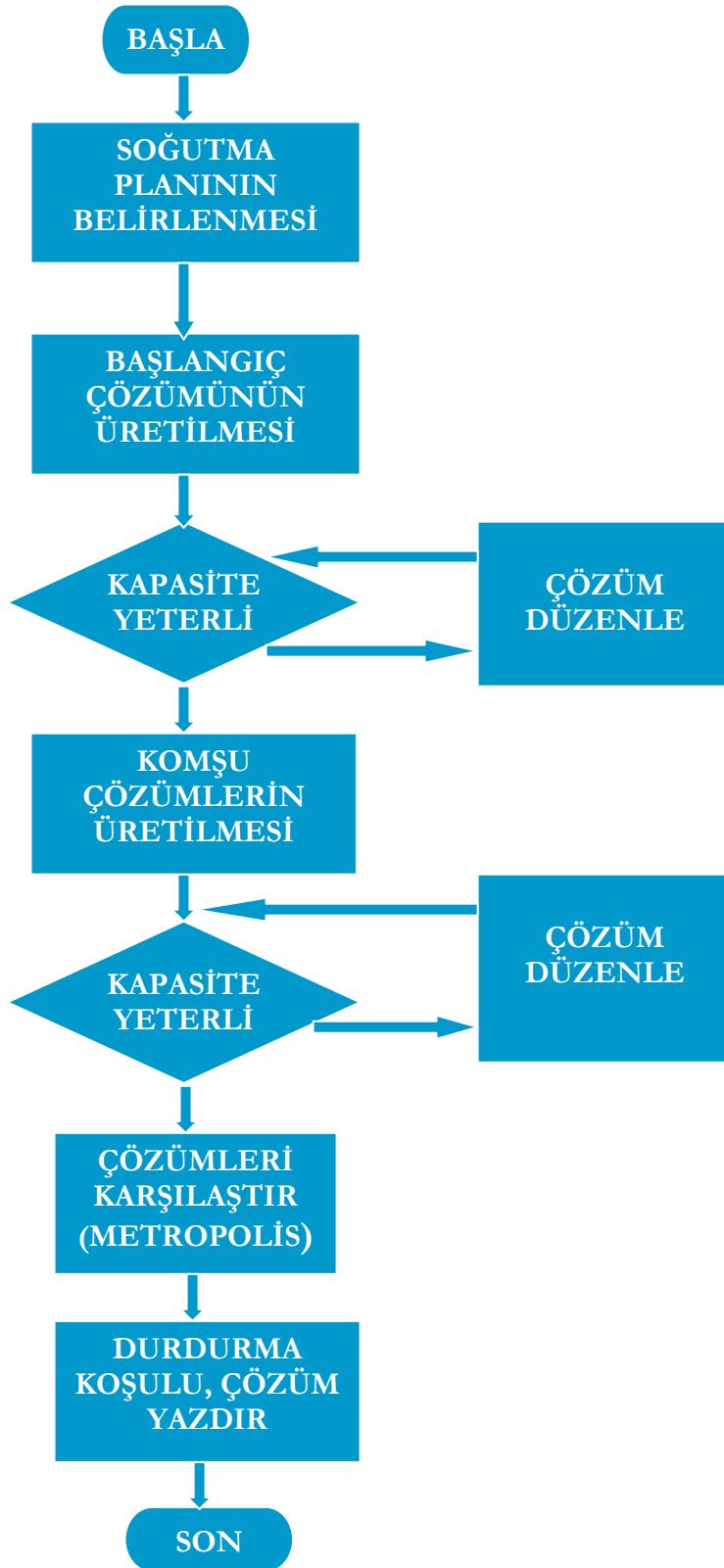
$$X_{ijk}, Y_{ijk}, Z_{ijk}, G_{ij} \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad \forall i,j,k \quad (5.5)$$

Amaç fonksiyonu; üretim, stokta tutma, taşıma ve ceza maliyetlerinin minimizasyonudur. Kısıt 5.2; dönem stoğunun, başlangıç stoğu ve dönemlik üretim miktarının toplamından, taşınan miktarın çıkarılarak hesaplanacağını anlatmaktadır. Kısıt 5.3; K rotadaki son işyeri olmak üzere taşınan miktar ve cezalı miktarın toplamının talebe eşit olacağını belirtmektedir. Kısıt 5.4; kapasite ve benzeri kaynakların birim miktarının üretim miktarı ile çarpım toplamalarının dönemlik mevcut kaynak miktarından fazla olamayacağını belirtmektedir.

5.2. Tavlama Benzetimi Algoritması

Bölüm 5.1'de anlatıldığı şekilde oluşturulan modelin çözümünde sezgisel algoritmalarından Tavlama Benzetimi Algoritması geliştirilmiştir.

Şekil 5.2’de akış diyagramı verilen Tavlama Benzetimi Algoritması, dönemlik talepler, birim üretim maliyetleri, birim taşıma maliyetleri, birim stokta tutma ve yok satma ceza katsayıları belirlenmiş; çok ürünlü, çok dönemli ve çok aşamalı bir üretim sisteminde maliyetlerin minimizasyonu için uygulanmıştır.



Şekil 5.2. Tavlama benzetimi algoritması akış diyagramı.

Üretim-Dağıtım-Stok problemlerinin bütünleşik analizi ile bu maliyetlerin her birinde teker teker yapılacak iyileştirmelerden daha fazla kazanım sağlanacağı günümüze kadar yapılan pek çok araştırma ile gösterilmiştir. Lojistik açıdan önem taşıyan bu fonksiyonların bir arada incelenmesi sırasında oluşturulan modeller oldukça karmaşık yapıdadır. Bu modeller genellikle Karışık Tamsayılı Doğrusal Olmayan Programlama (MINLP) modeli olarak geliştirilmiştir.

Tavlama Benzetimi Algoritması kısıtsız bir optimizasyon yöntemidir. Direkt olarak eşitlik ve eşitsizlik kısıtlarının uygulanmasını sağlayamaz. Ancak; ceza fonksiyonu yaklaşımı ile bu kısıtların amaç fonksiyonunu etkilemesini sağlar ve istenilen yönde çözüme ulaşılmasına yardımcı olur [Şen,1999].

Tavlama Benzetimi Algoritması

Adım 0: $k:=1$, $S_i := S_{best}$, $S_i := S_{best}$,

Adım 1: Rassal olarak S_j çözümünü seç. $S_j \in N(S_i)$

$\Delta_{ij} := S_j - S_i$, if $\Delta_{ij} \leq 0$ then $S_i := S_j$ and if $f(S_i) < f(S_{best})$

Then $S_{best} := S_i$

Else if $\exp(-\Delta_{ij} / C_k) > \text{random}[0,1]$ then $S_i := S_j$

Adım 2: Adım 1'in M adet tekrarından sonra

$k:=k+1$

Adım 3: Durdurma koşulu sağlanmışsa dur, değilse Adım 1'e git.

Yukarıda verilen algoritma Pascal programlama dili ile kodlanmıştır. Algoritma detayı aşağıdaki bölümlerde anlatılmıştır. Kod sayfası EK-3'de sunulmuştur.

5.3. Soğutma Planının Belirlenmesi

Problemin tavlama benzetimi algoritmasına uyarlanması aşamasında öncelikle soğutma planının belirlenmesi gerekmektedir.

- Başlangıç sıcaklığı, [u];
- Her sıcaklık değerinde tekrar edecek adım sayısı,[m];
- Sıcaklık azaltma katsayısı [α];
- Durdurma koşulunun belirlenmesi; [$u < T_1$]

5.4. Başlangıç Çözümünün Üretilmesi

- Her ürün için bütün dönemlerdeki taleplerin toplamının ortalaması alınarak her işyerinde, her dönemde üretilecek miktar olarak belirlenmiştir (X_{ijk} ; i ürün, j işyeri, k dönem dizinleridir).
- Her ürün için, bütün dönemlerde, bütün işyerlerinden taşınan miktar üretilen miktara eşitlenmiştir (Z_{ijk} , i ürün, j işyeri, k dönem dizinleridir).
- Kapasite kontrolü yapılır. Kapasite darboğazı oluşan işyerinde üretilen her ürün bir birim azaltılır ve tekrar kapasite kontrolü yapılır. Bu işlem kapasite uygunluğu sağlanıncaya kadar devam eder.
- Cezalı miktar hesaplanır. Her ürün için rotadaki son işyerinden taşınan miktar ile talep arasındaki fark hesaplanır. Talep daha fazla ise aradaki fark kadar ürün miktarı cezalı miktardır.
- Elde edilen veriler ile başlangıç maliyeti hesaplanır. Üretim, taşıma, stokta tutma ve ceza maliyetlerinin toplamından oluşmaktadır.
- Başlangıç maliyeti ve başlangıç miktarları mevcut çözüm olarak atanır.

5.5. Komşu Çözümlerin Üretilmesi

- “S” sayısının alabileceği değerler “1” yada “2” olmak üzere rassal olarak programa ürettirilir. Eğer “S” sayısı “1” ise program üretim miktarı ve taşınan miktarın artırılması, eğer S sayısı “2” ise üretim ve taşınan miktarın azaltılması yönünde çalışacaktır.
- S sayısının belirlenmesinden sonra ürün sayısı sınır olmak üzere rassal olarak “b” sayısı ürettirilir, “b” sayısının alacağı değer hangi ürün için miktarın artırılacağını ya da azaltılacağını belirler.

- Hangi ürün için işlem yapılacağı belirlendikten sonra hangi işyerinde değişiklik olacağı belirlenir. İş yeri sayısı sınır olmak üzere “h” sayısı rassal olarak ürettirilir. Eğer üretim ve taşınan miktarlar arttırılacaksa 1. iş yerinden h. işyerine kadar işyerinde artış yapılır. Eğer miktarlar azaltılacak ise son işyerinden h. İşyerine kadar geriye doğru azaltılır.
- Daha sonra hangi dönemde üretim miktarlarının değişeceğini belirlemek için dönem sayısı sınır olmak üzere c sayısı rassal olarak ürettirilir.
- Hangi ürün için, hangi dönemde ve hangi iş yerlerinde üretim miktarları değişikliği yapılması belirlenmiş ise ilgili değişiklik yapılır.
- Kapasite kontrolü yapılır. Kapasite darboğazı oluşan işyerinde üretilen her ürün bir birim azaltılır ve tekrar kapasite kontrolü yapılır. Bu işlem kapasite uygunluğu sağlanıncaya kadar devam eder.
- Cezalı miktar hesaplanır.
- Yeni maliyet hesaplanır.
- Eğer Yeni Maliyet \leq Minimum Maliyet ise Minimum Maliyet = Yeni Maliyet olarak atanır. Belirlenen çözüm mevcut çözüm olarak atanır.
- Eğer Yeni Maliyet $>$ Minimum Maliyet ise rassal olarak $[0,1]$ aralığında v sayısı ürettirilir. Eğer $v < \exp - [Yeni\ Maliyet - Minimum\ Maliyet]/U$ ise Minimum Maliyet = Yeni Maliyet olarak atanır. Belirlenen çözüm mevcut çözüm olarak atanır. [Bu adım Tavlama Benzetimi algoritmasının yerel minimum tuzağına düşmesini engellemektedir].
- M sayısı 1 arttırılır (Tavlama planındaki tekrar edecek adım sayısı “m” kadar adımları tekrarlanır).

5.6. Algoritmanın Sonlandırılması

- Eğer soğutma planında belirlenen max adım sayısına ulaşılmış ise u “sıcaklığı” α katsayısı ile çarpılarak azaltılır.
- Durdurma koşulu (u sıcaklığının T_1 ‘den küçük olması) sağlanmış ise program sonlanır. Bulunan maliyet minimum maliyet ve bulunan çözüm mevcut çözüm olarak atanır.

Bu şekilde çalıştırılan program ile değişik büyüklüklerdeki problemler için elde edilen sonuçlar LINDO paketi ile ulaşılan optimal çözümler ile karşılaştırılarak algoritmanın etkinliği araştırılmıştır.

6. DENEYSEL ÇALIŞMA

Tavlama Benzetimi Algoritması; Pascal programlama dili kullanılarak kodlanmış ve Pentium 4 - 1.70 GHz, 256 MB RAM özelliklerine sahip bilgisayarda çalıştırılmıştır. Algoritmanın etkinliği araştırılırken öncelikle ürün çeşidi 1-9, işyeri sayısı 2-10 ve dönem sayısı 2-6 aralığında değişkenlik gösteren 38 problem üretilmiştir. Probleme kullanılan birim maliyet verileri 2 – 100 aralığında, ceza katsayısı verileri 44-950 aralığında, talep verileri 10-100 aralığında, birim üretim süre verileri 1-5 aralığında rassal olarak üretilmiştir. Her bir problem için iki farklı parametre setinde 5'er deneme yapılarak LINDO ile ulaşılan optimal çözümler ile karşılaştırılmıştır. Çizelge 6.1'de sunulan ilk parametre seti ile ulaşılan çözümlerde, %83 - %100 aralığında optimal çözüme yakınlık sağlanırken, optimal çözüme yakınlık oranının ortalama %85 olduğu gösterilmiştir. Çizelge 6.2'de ise algoritma parametrelerinden tekrar eden adım sayısı ve durdurma koşulunda değişiklik yapılarak elde edilen çözümler sunulmuştur. Çizelge 6.2'de ulaşılan çözümlerde, %85-%100 aralığında optimal çözüme yakınlık sağlanırken, optimal çözüme yakınlık oranının ortalama %89 olduğu gösterilmiştir. Ayrıca problem büyüklüğü (kısıt ve değişken sayısı) artış gösterdiğinde LINDO (2000 kısıt, 4000 değişken sınırlı) ile çözüme ulaşamadığı görülmüş ve bu satırlar “ÇY (Çözüm Yok)” ile belirtilmiştir.

Algoritma başlangıç sıcaklığı (u) 50, her sıcaklık değerinde tekrar eden adım sayısı (m) 20, sıcaklık azaltma katsayısı (α) 0,80, ve durdurma koşulu $u < 1,5$ parametreleri ile çalıştırıldığında Çizelge 6.1'deki sonuçlara ulaşılmaktadır.

Çizelge 6.1. TB çözümleri ile optimal çözümlerin karşılaştırılması

PROBLEM SONUÇLARI							
NO	ÜRÜN	İŞYERİ	DÖNEM	LİNDÖ ÇÖZÜM	TB ÇÖZÜM	OPTİMAL ÇÖZÜME YAKINLIK (%)	SÜRE (SN)
1	1	2	2	3.000	3.000	100%	4
2	1	3	2	3.700	4.108	90%	6
3	2	2	3	8.550	8.790	97%	7
4	2	3	3	12.465	13.428	93%	7
5	3	2	4	13.260	15.102	88%	9
6	3	3	4	18.870	20.820	91%	13
7	3	3	5	23.470	25.472	92%	13
8	3	4	4	22.080	24.784	89%	13
9	4	2	5	20.100	23.162	87%	14
10	4	3	5	28.360	31.462	90%	15
11	5	2	2	11.440	13.262	86%	10
12	5	2	3	17.810	20.908	85%	15
13	5	2	4	23.120	28.741	80%	17
14	5	2	5	30.450	34.627	88%	18
15	5	3	3	25.200	30.212	83%	16
16	5	4	2	19.370	22.141	87%	12
17	5	4	3	31.440	34.385	91%	14
18	6	6	2	17.975	19.538	92%	29
19	6	6	4	86.655	96.210	90%	31
20	6	6	6	101.475	104.323	97%	35
21	7	7	2	31.685	34.133	93%	28
22	7	7	4	74.765	85.151	88%	33
23	7	7	6	105.255	116.132	91%	37
24	7	8	2	37.130	40.297	92%	33
25	7	8	4	87.555	98.277	89%	35
26	7	8	6	123.085	141.836	87%	45
27	8	7	2	33.565	37.236	90%	36
28	8	7	4	80.875	93.756	86%	38
29	8	7	6	113.245	132.944	85%	40
30	8	8	2	39.270	48.817	80%	39
31	8	8	4	94.510	107.474	88%	41
32	8	8	6	ÇY	157.246		45
33	9	8	2	47.130	51.791	91%	31
34	9	8	4	108.920	123.861	88%	43
35	9	8	6	ÇY	172.658		49
36	9	9	2	53.960	61.362	88%	25
37	9	9	4	125.225	142.403	88%	47
38	9	10	2	58.740	66.000	89%	35
ORTALAMA						85%	

Algoritma; başlangıç sıcaklığı (u) 50, her sıcaklık değerinde tekrar eden adım sayısı (m) 30, sıcaklığı azaltma katsayısı (α) 0,95 , durdurma koşulu $u \leq 1$ parametreleri ile çalıştırıldığında Çizelge 6.2’de ki sonuçlara ulaşılmıştır. LINDO kodu EK-1’de, bir problem için seçilen örnek çözüm sayfası EK-2’de sunulmuştur.

LINDO ile çözüme ulaşamayacak büyüklükteki (10 ürün, 15 işyeri, 6 dönem) bir problem için algoritmanın daha önce kullanılan parametre setleri ile elde edilen sonuçlar çizelge 6.3’de belirtilmiştir. İkinci parametre seti ile 48 sn. gibi kısa bir sürede optimale yakın sonuca ulaşılabilirdiği görülmektedir.

Çizelge 6.2. TB çözümleri ile optimal çözümlerin karşılaştırılması

PROBLEM SONUÇLARI							
NO	ÜRÜN	İŞYERİ	DÖNEM	LİNDÖ ÇÖZÜM	TB ÇÖZÜM	OPTİMAL ÇÖZÜME YAKINLIK (%)	SÜRE (SN)
1	1	2	2	3 000	3 000	100%	10
2	1	3	2	3 700	3 952	94%	12
3	2	2	3	8 550	8 550	100%	15
4	2	3	3	12 465	12 927	96%	15
5	3	2	4	13 260	14 336	92%	20
6	3	3	4	18 870	19 923	95%	22
7	3	3	5	22 840	24 559	93%	28
8	3	4	4	20 880	22 031	95%	25
9	4	2	5	20 100	22 153	91%	33
10	4	3	5	26 840	30 815	87%	35
11	5	2	2	11 440	11 652	98%	25
12	5	2	3	17 810	18 622	96%	28
13	5	2	4	23 120	26 352	88%	35
14	5	2	5	28 340	33 167	85%	36
15	5	3	3	26 575	29 619	90%	27
16	5	4	2	19 370	21 122	92%	28
17	5	4	3	30 110	33 652	89%	35
18	6	6	2	17 975	18 837	95%	43
19	6	6	4	86 655	92 557	94%	46
20	6	6	6	101 475	102 465	94%	53
21	7	7	2	31 685	32 859	96%	42
22	7	7	4	74 765	80 832	92%	50
23	7	7	6	105 255	111 129	95%	55
24	7	8	2	37 130	39 925	93%	49
25	7	8	4	87 555	96 575	91%	53
26	7	8	6	123 085	135 657	91%	67
27	8	7	2	33 565	35 536	87%	54
28	8	7	4	80 875	82 374	98%	57
29	8	7	6	113 245	124 767	91%	60
30	8	8	2	39 270	44 760	88%	58
31	8	8	4	94 510	100 067	85%	62
32	8	8	6	ÇY	132 415		68
33	9	8	2	47 130	51 393	92%	47
34	9	8	4	108 920	121 733	89%	65
35	9	8	6	ÇY	145 879		73
36	9	9	2	53 960	60 308	86%	38
37	9	9	4	125 225	139 956	89%	71
38	9	10	2	58 740	65 650	89%	52
ORTALAMA						89%	

Çizelge 6.3. Farklı parametrik değerler ile TB algoritması sonuçları

PROBLEM SONUÇLARI							
DENEME	ÜRÜN	İŞYERİ	DÖNEM	TB ÇÖZÜM 1	TB ÇÖZÜM 2	SÜRE (SN)1	SÜRE (SN) 2
5	10	15	6	515.032	577.088	175	48

7. SONUÇ

Günümüzde hizmet ve ürün üreten işletmeler ulusal ve uluslar arası yoğun rekabet koşullarında devamlılıklarını sağlamak ve karlılıklarını arttırabilmek amacıyla çeşitli yaklaşımlar üzerinde durmaktadırlar. Lojistik süreci de işletmeye kattığı değerle üzerinde durulması gereken önemli faaliyetleri kapsamaktadır. Özellikle müşterilerin daha çok şey beklediği ve rekabet farklılığının müşteri memnuniyetinden geçtiği günümüz iş düzeninde lojistik faaliyetleri ayrı bir önem kazanmaktadır. Bu çalışmada da lojistik fonksiyonlar içerisinde yer alan ve pek çok araştırmaya konu olan üretim-dağıtım problemleri ele alınmıştır.

Üretim, dağıtım ve stok planlama problemlerini koordineli olarak inceleyen çalışmalar ile ilgili literatür araştırılmıştır. Çalışmaların genel olarak üretim, dağıtım ve stok maliyetlerini minimize edecek tek bir optimizasyon modelinde bütünleştirilmesi temeline dayandığı görülmüştür. Bu çalışmalar içerisinde birden çok ürün üreten ve birden çok üretim tesisine sahip bir işletmenin müşterilerine üretim ve dağıtım planı hazırlarken maliyetleri minimize edecek şekilde karar vermesine yönelik olarak geliştirilen üretim-dağıtım modeli incelenmiştir. Kesikli seri üretim yapan bir sistem için üretim alanı içerisindeki dağıtım problemi lojistik üretim – dağıtım problemi olarak ele alınmış ve matematiksel bir model geliştirilmiştir. Böylece, literatürde geniş alana sahip olan tezgah yükleme, çizelgeleme problemleri için geliştirilen algoritmaların lojistik dağıtım problemlerinde de kullanılabileceği gösterilmek istenmiştir.

Üretim alanlarında maliyet minimizasyonu sağlayacak şekilde dönemsel üretim ve stok miktarlarının kararlaştırılması ile ilgili problemlerin optimal çözümlerine ulaşmak için LINDO kullanılmıştır. Ancak; problemin boyutu büyüdüğünde karmaşıklığı artmaktadır. LINDO ve benzer paket programlar bu durumda yetersiz kalacağından sezgisel algoritmalara başvurulmuştur. Son yıllarda gelişen ve pek çok

alanda optimum çözüme yakın sonuçlar veren Tavlama Benzetimi algoritması incelenmiş ve problem Tavlama Benzetimi algoritmasına uyarlanmıştır.

Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarda Tavlama Benzetimi Algoritmasının endüstri mühendisliği konuları içerisinde daha çok çizelgeleme ve rotalama problemlerine uyarlanarak optimuma yakın sonuçlara ulaşıldığı, üretim-dağıtım problemleri ile ilgili çalışmaların daha az olduğu dikkati çekmektedir. Bu çalışma ile Tavlama Benzetimi Algoritmasının üretim-dağıtım problemlerine uyarlanabilir olduğu ve %85-90 oranında optimuma yakın sonuçlar elde edildiği gösterilmiştir. Tavlama Benzetimi Algoritması parametrik değerlerindeki değişimlerin etkileri sunularak çalışma sonlandırılmıştır.

Gelecekteki çalışmalarda, üretim-dağıtım problemleri ile ilgili mevcut sezgisel algoritmalar ile Tavlama Benzetimi Algoritmasının etkinliği karşılaştırılabilir. Tavlama Benzetimi Algoritmasının farklı parametrik değerleri kullanılarak üretim-dağıtım problemleri için uygun parametre değerlerinin belirlenmesi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

Alabaş,Ç., “Tabu Arama ve Tavlama Benzetimi Algoritmalarıyla Bilgisayar Şebekelerinin Topolojik Optimizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**,Ankara, 25-40 (1999) .

Anily, S., Federgruen, A., “One warehouse multiple retailer systems with vehicle routing costs” , **Management Science** ,36(1): 92-114 (1990).

A.T.Kearney, “Exploiting the Power of the Logistics Process”, **Management Consultants**, 25:107-112 (1991).

A.T.Kearney, “Transforming the Enterprise”, **Management Consultants**, 35:68-72 (1992).

Ballou, R.H., “Basic Business Logistics”, **Prentice Hall**, New Jersey, 98-113 (1978).

Ballou, R.H., “Business Logistics Manegement”, **Prentice Hall**, New Jersey, 32-45 (1985).

Barker, T.,”Essentials of Materials Management”, **McGraw Hill Book**, New York, 116-125 (1989).

Barutçugil, İ.S.,“Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri”, **Uludağ Üniversitesi Yayınları**, Bursa, 40-45 (1983).

Benjamin, J.,”An analysis of inventory and transportation costs in a constrained network” , **Transportation Science**, 23(3): 177-183 (1989).

Bhatnagar, R., Chandra, P., Goyal,S., “Models for multi-plant coordination”, **European Journal of Operational Research**, 67: 141-160 (1993).

Bhutta, K.,Huq, F., Frazier,G.,Mohamed, Z., “An integrated location, production, distribution and investment model for a multinational corporation”, **Production Economics**, 86 : 201-216 (2003).

Blumenfeld, D.E., Burns, L.D., Daganzo, C.F., Frick,M.C., Hall, R.W., “Reducing logistic costs at General Motors”, **Interfaces**,17(1): 26-47 (1987).

Blumenfeld, D.E., Burns,L.D., Daganzo,C.F., “Analyzing trade-offs between transportation, inventory and production costs on freight Networks”, **Transportation Research** ,19(5): 361-380 (1985).

Byrne,W.,Markham, J., “Improving Quality and Productivity in the Logistics Process”, *Council of Logistics Management Book*, NewYork, 45-62 (1991) .

Burns,L.D.,Hall,R.W., Blumenfeld, D.E.,Daganzo,C.F., “Distribution strategies that minimize transportation and inventory costs”, *Operation Research* 33 (3): 469-490 (1985).

Chan,F.,Chung,S.,Wadhwa,S., “A hybrid genetic algorithm for production and Distribution”, *Omega* 33: 345 – 355 (2005).

Chandra, P., “A dynamic distribution model with warehouse and customer replenishment requirements”, *Journal of the Operational Research Society*, 44 (7): 681-692 (1993).

Chandra,P., Fisher, M.L., “Coordination of production and distribution planning”, *European Journal of Operational Research*,72: 203-217 (1994).

Chien,T.W., “Determining profit-maximizing production/shipping policies in a one-to-one direct shipping, stochastic demand environment”, *European Journal of Operational Research*, 64: 83-102 (1993).

Chien, T.W., Balakrishnan,A., Wong, R.T., “An integrated inventory allocation and vehicle routing problem”, *Transportation Science*, 23(2): 67-76 (1989).

Cohen, M.A., Lee, H.L., “Strategic analysis of integrated production-distribution systems: models and methods”, *Operation Research*, 36(2): 216-228 (1988).

Cohen, M.A., Lee, H.L., “Resorce deployment analysis of global manufacturing and distribution Networks”, *Journal of Manufacturing and Operations Management*, 2 : 81-104 (1989).

Çetinkaya, E., “Demiryolu Taşımacılığının Sorunları”, Ulaştırma Sektörünün Sorunları Semineri, *TEBİAT Yayınevi*, İstanbul,15-30 (1985).

Donald,J., “Physical Distribution Management”, *Mc. Millan Publishing Company*, NewYork,20-25 (1973).

Dumain, B., “How Can Succeed Through Speed”, *Fortune*,46-52 (1989).

Eglese,R.W., “Simulated Annealing: A Tool for Operational Research”, *European Journal of Operational Research*, 34: 600-612 (1990).

Ernst,R., Pyke, D.F., “Optimal base stock policies and truck capacity in a two-echelon system”, *Naval Research Logistics*, 40: 879-903 (1993).

Federgruen, A., Prastacos, G.,Zipkin,P., “An allocation and distribution model for perishable products”, *Operation Research* ,34(1):75-82 (1986).

- Federgruen, A., Zipkin, P., "A combined vehicle routing and inventory allocation problem", *Operation Research*, 32 (5): 1019-1037 (1984).
- Garcia,J.,Lozano,S.,Canca,D., "Coordinating scheduling of production and delivery from multiple plants", *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 20: 191-198 (2004).
- Gen, M., Syarif, A., "Hybrid Genetic Algorithm for multi-time period production / distribution planning", *Computers & Industrial Engineering* ,48: 799-809 (2005).
- Glover, F.,Laguna, M., "Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems", *Blackwell Syntefic Publications*, NewYork, 48-73 (1993).
- Haq, A.N., Vrat, P., Kanda, A., "An integrated production-inventory-distribution model for manufacture of urea: a case", *International Journal of Production Economics*, 39: 39-49, (1991).
- İbrahim, H.O., James, P.K., "Meta-Heuristics: Theory and Applications", *Kluwer Academic Publishers*, London, 37-45 (1996).
- Ishii, K., Takahashi, K., Muramatsu, R., "Integrated production, inventory and distribution systems", *International Journal of Production Research*, 26 (3): 473-482 (1988).
- İlyasoğlu, E., "Stok Sistemleri Yönetimi", Doçentlik Tezi, *İ.T.İ.A. İşletme Fakültesi*, İstanbul,44-51 (1978).
- Jang,Y., Chang,B., Park, J., "A combined model of network design and production /distribution planning for a supply network", *Computers & Industrial Engineering*, 43: 263-281 (2002).
- King, R., Love, R., "Coordinating desicions for increased profits", *Interfaces*, 10 (6): 4-19 (1980).
- Laarhoven, P.J., Aarts, E.H., "Simulated Annealing:Theory and Applications", *Redial Publishing Company*, Boston,18-28 (1987).
- Lee,Y., Kim, S., "Production - distribution planning in supply chain considering capacity constraints", *Computers & Industrial Engineering*, 43: 169-190 (2002).
- Machbeth, D.K., Ferguson, N., "An Integrated Supply Chain Approach", *Pitman Publusing*, London, 102-110 (1994).
- Martin, C.H., Dent, D.C., Eckhart, J.C., "Integrated Production, distribution and inventory planning at Libbey-Owens-Ford", *Interfaces*, 23 (3): 68-78 (1993).

Otton, R.H., Ginneken, L.P., “The Annealing Algorithm”, *Kluwer Academic Publishers*, London, 29-39 (1989).

Pyke, D.F., Cohen, M.A., “Effects of flexibility through set-up time reduction and expediting on integrated production-distribution systems”, *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 6(6): 609-620 (1990).

Pyke, D.F., Cohen, M.A., “Performance characteristics of stochastic integrated production-distribution systems”, *European Journal of Operational Research*, 68: 23-48 (1993).

Pyke, D.F., Cohen, M.A., “Multiproduct integrated production –distribution systems”, *European Journal of Operational Research*, 74: 18-49 (1994).

Rizk,N.,Marte,A., “Multi-item dynamic production-distribution planning in process industries with divergent finishing stages”, *Computers & Operation Research*, 55: 45-69 (2005).

Shapiro,R.D., “Logistics Strategy, Cases and Concepts”, *Graduate School of Business Administration Harvard University, West Publishing Co.*, 128-135 (1990).

Şen, D., “A Simulated Annealing Algorithm for Mixed-Integer Non-Linear Global Optimization”, Yüksek Lisans Tezi, *Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul*, 58-67 (1999).

Verter,V.,Dasci,A., “A continuous model for production-distribution system design”, *European Journal of Operation Research*, 129: 287-298 (2001).

Viswanathan, S., Mathur, K., “Integrated routing and inventory decisions in one-warehouse multiretailer multiproduct distribution systems”, *Management Science*, 43 (3): 294-312 (1997).

Yang,P.,Wee,H., “An integrated multi-lot-size production inventory model for deteriorating item”, *Computers & Operation Research*, 30: 671-682 (2003).

Zipkin, P., “Models for design and control of stochastic,multi-item batch production systems”, *Operations Research*, 34 (1): 91-104 (1986).

EKLER

EK – 1 LINDO örnek problem kodları

1 ÜRÜN 2 İŞYERİ 2 DÖNEM

min
 $10x_{11}+10x_{12}+6x_{21}+6x_{22}+20y_{11}+12y_{21}+20y_{12}+12y_{22}+9z_{11}+5z_{21}+9z_{12}+5z_{22}+4$
 $4g_1+66g_2$
 subject to

$y_{11}-x_{11}+z_{11}=0$
 $y_{21}-x_{21}+z_{21}=0$
 $y_{12}-x_{12}+z_{12}=0$
 $y_{22}-x_{22}+z_{22}=0$
 $5x_{11}+5x_{12}\leq 1000$
 $3x_{21}+3x_{22}\leq 1000$
 $z_{11}-x_{11}\leq 0$
 $z_{21}-x_{21}\leq 0$
 $z_{12}-x_{12}\leq 0$
 $z_{22}-x_{22}\leq 0$
 $x_{21}-z_{11}\leq 0$
 $x_{22}-z_{12}\leq 0$
 $d_1=80$
 $d_2=20$
 $g_1-d_1+z_{21}=0$
 $g_2-d_2+z_{22}=0$
 end

gin x11
 gin x12
 gin x21
 gin x22
 gin y11
 gin y12
 gin y21
 gin y22
 gin z11
 gin z12
 gin z21
 gin z22
 gin g1
 gin g2

1 ÜRÜN 3 İŞYERİ 2 DÖNEM

$$\min 10x_{11}+10x_{12}+6x_{21}+6x_{22}+4x_{31}+4x_{32}+20y_{11}+12y_{21}+20y_{12}+12y_{22}+8y_{31}+8y_{32}+9z_{11}+5z_{21}+9z_{12}+5z_{22}+3z_{31}+3z_{32}+44g_1+64g_2$$

subject to

$$y_{11}-x_{11}+z_{11}=0$$

$$y_{21}-x_{21}+z_{21}=0$$

$$y_{31}-x_{31}+z_{31}=0$$

$$y_{12}-x_{12}+z_{12}=0$$

$$y_{22}-x_{22}+z_{22}=0$$

$$y_{32}-x_{32}+z_{32}=0$$

$$5x_{11} \leq 7000$$

$$5x_{21} \leq 7000$$

$$3x_{21} \leq 7000$$

$$3x_{22} \leq 7000$$

$$2x_{31} \leq 7000$$

$$2x_{32} \leq 7000$$

$$z_{11}-x_{11} \leq 0$$

$$z_{21}-x_{21} \leq 0$$

$$z_{31}-x_{31} \leq 0$$

$$z_{12}-x_{12} \leq 0$$

$$z_{22}-x_{22} \leq 0$$

$$z_{32}-x_{32} \leq 0$$

$$x_{21}-z_{11} \leq 0$$

$$x_{22}-z_{12} \leq 0$$

$$x_{31}-z_{21} \leq 0$$

$$x_{32}-z_{22} \leq 0$$

$$d_1=80$$

$$d_2=20$$

$$g_1-d_1+z_{31}=0$$

$$g_2-d_2+z_{32}=0$$

end

gin x11 gin x12 gin x21 gin x22 gin x31 gin x32 gin y11 gin y21 gin y12 gin y22

gin y31 gin y32 gin z11 gin z21 gin z12 gin z22 gin z31 gin z32 gin g1 gin g2

2 ÜRÜN 2 İŞYERİ 3 DÖNEM

$$\min 10x_{111}+6x_{121}+8x_{211}+8x_{221}+20y_{111}+12y_{121}+16y_{211}+16y_{221}+9z_{111}+5z_{121}+7z_{211}+7z_{221}+10x_{112}+6x_{122}+8x_{212}+8x_{222}+20y_{112}+12y_{122}+16y_{212}+16y_{222}+9z_{112}+5z_{122}+7z_{212}+7z_{222}+10x_{113}+6x_{123}+8x_{213}+8x_{223}+20y_{113}+12y_{123}+16y_{213}+16y_{223}+9z_{113}+5z_{123}+7z_{213}+7z_{223}+44g_{11}+64g_{12}+74g_{13}+66g_{21}+86g_{22}+78g_{23}$$

EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

subject to

$$\begin{aligned}
y_{111}-x_{111}+z_{111} &= 0 \\
y_{211}-x_{211}+z_{211} &= 0 \\
y_{121}-x_{121}+z_{121} &= 0 \\
y_{221}-x_{221}+z_{221} &= 0 \\
y_{112}-x_{112}+z_{112} &= 0 \\
y_{212}-x_{212}+z_{212} &= 0 \\
y_{122}-x_{122}+z_{122} &= 0 \\
y_{222}-x_{222}+z_{222} &= 0 \\
y_{113}-x_{113}+z_{113} &= 0 \\
y_{213}-x_{213}+z_{213} &= 0 \\
y_{123}-x_{123}+z_{123} &= 0 \\
y_{223}-x_{223}+z_{223} &= 0 \\
5x_{111}+4x_{211} &\leq 7000 \\
5x_{112}+4x_{212} &\leq 7000 \\
5x_{113}+4x_{213} &\leq 7000 \\
3x_{121}+4x_{221} &\leq 7000 \\
3x_{122}+4x_{222} &\leq 7000 \\
3x_{123}+4x_{223} &\leq 7000 \\
z_{111}-x_{111} &\leq 0 \\
z_{112}-x_{112} &\leq 0 \\
z_{113}-x_{113} &\leq 0 \\
z_{211}-x_{211} &\leq 0 \\
z_{212}-x_{212} &\leq 0 \\
z_{213}-x_{213} &\leq 0 \\
z_{121}-x_{121} &\leq 0 \\
z_{122}-x_{122} &\leq 0 \\
z_{123}-x_{123} &\leq 0 \\
z_{221}-x_{221} &\leq 0 \\
z_{222}-x_{222} &\leq 0 \\
z_{223}-x_{223} &\leq 0 \\
x_{121}-z_{111} &\leq 0 \\
x_{221}-z_{211} &\leq 0 \\
x_{122}-z_{112} &\leq 0 \\
x_{222}-z_{212} &\leq 0 \\
x_{123}-z_{113} &\leq 0 \\
x_{223}-z_{213} &\leq 0 \\
d_{11} &= 80 \\
d_{12} &= 20 \\
d_{13} &= 65 \\
d_{21} &= 40 \\
d_{22} &= 40 \\
d_{23} &= 40
\end{aligned}$$

EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

$$\begin{aligned}
g_{11}-d_{11}+z_{121} &= 0 \\
g_{12}-d_{12}+z_{122} &= 0
\end{aligned}$$

$g_{13}-d_{13}+z_{123}=0$
 $g_{21}-d_{21}+z_{221}=0$
 $g_{22}-d_{22}+z_{222}=0$
 $g_{23}-d_{23}+z_{223}=0$
 end

gin x111 gin x121 gin x211 gin x221 gin y111 gin y121 gin y211 gin y221 gin z111
 gin z121 gin z211 gin z221 gin x112 gin x122 gin x212 gin x222 gin y112 gin y122
 gin y212 gin y222 gin z112 gin z122 gin z212 gin z222 gin x113 gin x123 gin x213
 gin x223 gin y113 gin y123 gin y213 gin y223 gin z113 gin z123 gin z213 gin z223
 gin g11 gin g12 gin g13 gin g21 gin g22 gin g23

3 ÜRÜN 2 İŞYERİ 4 DÖNEM

$\min 10x_{111}+6x_{121}+8x_{211}+8x_{221}+6x_{311}+4x_{321}+20y_{111}+12y_{121}+16y_{211}+16y_{221}$
 $+12y_{311}+8y_{321}+9z_{111}+5z_{121}+7z_{211}+7z_{221}+5z_{311}+3z_{321}+10x_{112}+6x_{122}+8x_{212}$
 $+8x_{222}+6x_{312}+4x_{322}+20y_{112}+12y_{122}+16y_{212}+16y_{222}+12y_{312}+8y_{322}+9z_{112}+$
 $5z_{122}+7z_{212}+7z_{222}+5z_{312}+3z_{322}+10x_{113}+6x_{123}+8x_{213}+8x_{223}+6x_{313}+4x_{323}+$
 $20y_{113}+12y_{123}+16y_{213}+16y_{223}+12y_{313}+8y_{323}+9z_{113}+5z_{123}+7z_{213}+7z_{223}+5z_{313}$
 $+3z_{323}+10x_{114}+6x_{124}+8x_{214}+8x_{224}+6x_{314}+4x_{324}+20y_{114}+12y_{124}+16y_{214}$
 $+16y_{224}+12y_{314}+8y_{324}+9z_{114}+5z_{124}+7z_{214}+7z_{224}+5z_{314}+3z_{324}+44g_{11}+64g_{12}$
 $+74g_{13}+84g_{14}+66g_{21}+86g_{22}+78g_{23}+85g_{24}+28g_{31}+42g_{32}+45g_{33}+65g_{34}$

subject to

$y_{111}-x_{111}+z_{111}=0$
 $y_{211}-x_{211}+z_{211}=0$
 $y_{311}-x_{311}+z_{311}=0$
 $y_{121}-x_{121}+z_{121}=0$
 $y_{221}-x_{221}+z_{221}=0$
 $y_{321}-x_{321}+z_{321}=0$
 $y_{112}-x_{112}+z_{112}=0$
 $y_{212}-x_{212}+z_{212}=0$
 $y_{312}-x_{312}+z_{312}=0$
 $y_{122}-x_{122}+z_{122}=0$
 $y_{222}-x_{222}+z_{222}=0$
 $y_{322}-x_{322}+z_{322}=0$
 $y_{113}-x_{113}+z_{113}=0$
 $y_{213}-x_{213}+z_{213}=0$
 $y_{313}-x_{313}+z_{313}=0$
 $y_{123}-x_{123}+z_{123}=0$
 $y_{223}-x_{223}+z_{223}=0$
 $y_{323}-x_{323}+z_{323}=0$
 $y_{114}-x_{114}+z_{114}=0$

EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

$y_{214}-x_{214}+z_{214}=0$
 $y_{314}-x_{314}+z_{314}=0$
 $y_{124}-x_{124}+z_{124}=0$

$$y224-x224+z224=0$$

$$y324-x324+z324=0$$

$$5x111+4x211+3x311=\leq 7000$$

$$5x112+4x212+3x312=\leq 7000$$

$$5x113+4x213+3x313=\leq 7000$$

$$5x114+4x214+3x314=\leq 7000$$

$$3x121+4x221+2x321=\leq 7000$$

$$3x122+4x222+2x322=\leq 7000$$

$$3x123+4x223+2x323=\leq 7000$$

$$3x124+4x224+2x324=\leq 7000$$

$$z111-x111\leq 0$$

$$z112-x112\leq 0$$

$$z113-x113\leq 0$$

$$z114-x114\leq 0$$

$$z211-x211\leq 0$$

$$z212-x212\leq 0$$

$$z213-x213\leq 0$$

$$z214-x214\leq 0$$

$$z311-x311\leq 0$$

$$z312-x312\leq 0$$

$$z313-x313\leq 0$$

$$z314-x314\leq 0$$

$$z121-x121\leq 0$$

$$z122-x122\leq 0$$

$$z123-x123\leq 0$$

$$z124-x124\leq 0$$

$$z221-x221\leq 0$$

$$z222-x222\leq 0$$

$$z223-x223\leq 0$$

$$z224-x224\leq 0$$

$$z321-x321\leq 0$$

$$z322-x322\leq 0$$

$$z323-x323\leq 0$$

$$z324-x324\leq 0$$

$$x121-z111\leq 0$$

$$x221-z211\leq 0$$

$$x321-z311\leq 0$$

$$x122-z112\leq 0$$

EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

$$x222-z212\leq 0$$

$$x322-z312\leq 0$$

$$x123-z113\leq 0$$

$$x223-z213\leq 0$$

```

x323-z313<=0
x124-z114<=0
x224-z214<=0
x324-z314<=0
d11=80
d12=20
d13=65
d14=45
d21=40
d22=40
d23=40
d24=40
d31=10
d32=50
d33=30
d34=30
g11-d11+z121=0
g12-d12+z122=0
g13-d13+z123=0
g14-d14+z124=0
g21-d21+z221=0
g22-d22+z222=0
g23-d23+z223=0
g24-d24+z224=0
g31-d31+z321=0
g32-d32+z322=0
g33-d33+z323=0
g34-d34+z324=0
end
gin x111 gin x121 gin x211 gin x221 gin x311 gin x321 gin y111 gin y121 gin y211
gin y221 gin y311 gin y321 gin z111 gin z121 gin z211 gin z221 gin z311 gin z321
gin x112 gin x122 gin x212 gin x222 gin x312 gin x322 gin y112 gin y122 gin y212
gin y222 gin y312 gin y322 gin z112 gin z122 gin z212 gin z222 gin z312 gin z322 in
x113 gin x123 gin x213 gin x223 gin x313 gin x323 gin y113 gin y123 gin y213 gin
y223 gin y313 gin y323 gin z113 gin z123 gin z213 gin z223 gin z313 gin z323 gin
x114 gin x124 gin x214 gin x224 gin x314 gin x324 gin y114 gin y124 gin y214 gin
y224 gin y314 gin y324 gin z114 gin z124 gin z214 gin z224 gin z314 gin z324 gin
g11 gin g12 gin g13 gin g14 gin g21 gin g22 gin g23 gin g24 gin g31 gin g32
gin g33 gin g34

```

EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

4 ÜRÜN 2 İŞYERİ 5 DÖNEM

```

min10x111+6x121+8x211+8x221+6x311+4x321+7x411+3x421+20y111+12y121+1
6y211+16y221+12y311+8y321+14y411+6y421+9z111+5z121+7z211+7z221+5z31
1+3z321+5z411+7z421+10x112+6x122+8x212+8x222+6x312+4x322+7x412+3x42

```

$$\begin{aligned}
&2+20y_{112}+12y_{122}+16y_{212}+16y_{222}+12y_{312}+8y_{322}+14y_{412}+6y_{422}+9z_{112}+5z_{122} \\
&+7z_{212}+7z_{222}+5z_{312}+3z_{322}+5z_{412}+7z_{422}+10x_{113}+6x_{123}+8x_{213}+8x_{223}+6x_{313} \\
&+4x_{323}+7x_{413}+3x_{423}+20y_{113}+12y_{123}+16y_{213}+16y_{223}+12y_{313}+8y_{323}+14y_{413}+ \\
&6y_{423}+9z_{113}+5z_{123}+7z_{213}+7z_{223}+5z_{313}+3z_{323}+5z_{413}+7z_{423}+10x_{114}+6x_{124}+ \\
&8x_{214}+8x_{224}+6x_{314}+4x_{324}+7x_{414}+3x_{424}+20y_{114}+12y_{124}+16y_{214}+16y_{224}+12y_{314} \\
&+8y_{324}+14y_{414}+6y_{424}+9z_{114}+5z_{124}+7z_{214}+7z_{224}+5z_{314}+3z_{324}+5z_{414}+7z_{424} \\
&+10x_{115}+6x_{125}+8x_{215}+8x_{225}+6x_{315}+4x_{325}+7x_{415}+3x_{425}+20y_{115}+12y_{125}+ \\
&16y_{215}+16y_{225}+12y_{315}+8y_{325}+14y_{415}+6y_{425}+9z_{115}+5z_{125}+7z_{215}+7z_{225}+5z_{315} \\
&+3z_{325}+5z_{415}+7z_{425}+44g_{11}+64g_{12}+74g_{13}+84g_{14}+90g_{15}+66g_{21}+86g_{22}+78g_{23} \\
&+85g_{24}+90g_{25}+28g_{31}+42g_{32}+45g_{33}+65g_{34}+75g_{35}+35g_{41}+40g_{42}+44g_{43}+52g_{44} \\
&+63g_{45}
\end{aligned}$$

subject to

$$\begin{aligned}
&y_{111}-x_{111}+z_{111}=0 \\
&y_{211}-x_{211}+z_{211}=0 \\
&y_{311}-x_{311}+z_{311}=0 \\
&y_{411}-x_{411}+z_{411}=0 \\
&y_{121}-x_{121}+z_{121}=0 \\
&y_{221}-x_{221}+z_{221}=0 \\
&y_{321}-x_{321}+z_{321}=0 \\
&y_{421}-x_{421}+z_{421}=0 \\
&y_{112}-x_{112}+z_{112}=0 \\
&y_{212}-x_{212}+z_{212}=0 \\
&y_{312}-x_{312}+z_{312}=0 \\
&y_{412}-x_{412}+z_{412}=0 \\
&y_{122}-x_{122}+z_{122}=0 \\
&y_{222}-x_{222}+z_{222}=0 \\
&y_{322}-x_{322}+z_{322}=0 \\
&y_{422}-x_{422}+z_{422}=0 \\
&y_{113}-x_{113}+z_{113}=0 \\
&y_{213}-x_{213}+z_{213}=0 \\
&y_{313}-x_{313}+z_{313}=0 \\
&y_{413}-x_{413}+z_{413}=0 \\
&y_{123}-x_{123}+z_{123}=0 \\
&y_{223}-x_{223}+z_{223}=0 \\
&y_{323}-x_{323}+z_{323}=0
\end{aligned}$$

EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

$$\begin{aligned}
&y_{423}-x_{423}+z_{423}=0 \\
&y_{114}-x_{114}+z_{114}=0 \\
&y_{214}-x_{214}+z_{214}=0 \\
&y_{314}-x_{314}+z_{314}=0 \\
&y_{414}-x_{414}+z_{414}=0 \\
&y_{124}-x_{124}+z_{124}=0
\end{aligned}$$

$y_{224}-x_{224}+z_{224}=0$
 $y_{324}-x_{324}+z_{324}=0$
 $y_{424}-x_{424}+z_{424}=0$
 $y_{115}-x_{115}+z_{115}=0$
 $y_{215}-x_{215}+z_{215}=0$
 $y_{315}-x_{315}+z_{315}=0$
 $y_{415}-x_{415}+z_{415}=0$
 $y_{125}-x_{125}+z_{125}=0$
 $y_{225}-x_{225}+z_{225}=0$
 $y_{325}-x_{325}+z_{325}=0$
 $y_{425}-x_{425}+z_{425}=0$
 $5x_{111}+4x_{211}+3x_{311}+3x_{411}\leq 7000$
 $5x_{112}+4x_{212}+3x_{312}+3x_{412}\leq 7000$
 $5x_{113}+4x_{213}+3x_{313}+3x_{413}\leq 7000$
 $5x_{114}+4x_{214}+3x_{314}+3x_{414}\leq 7000$
 $5x_{115}+4x_{215}+3x_{315}+3x_{415}\leq 7000$
 $3x_{121}+4x_{221}+2x_{321}+4x_{421}\leq 7000$
 $3x_{122}+4x_{222}+2x_{322}+4x_{422}\leq 7000$
 $3x_{123}+4x_{223}+2x_{323}+4x_{423}\leq 7000$
 $3x_{124}+4x_{224}+2x_{324}+4x_{424}\leq 7000$
 $3x_{125}+4x_{225}+2x_{325}+4x_{425}\leq 7000$
 $z_{111}-x_{111}\leq 0$
 $z_{112}-x_{112}\leq 0$
 $z_{113}-x_{113}\leq 0$
 $z_{114}-x_{114}\leq 0$
 $z_{115}-x_{115}\leq 0$
 $z_{211}-x_{211}\leq 0$
 $z_{212}-x_{212}\leq 0$
 $z_{213}-x_{213}\leq 0$
 $z_{214}-x_{214}\leq 0$
 $z_{215}-x_{215}\leq 0$
 $z_{311}-x_{311}\leq 0$
 $z_{312}-x_{312}\leq 0$
 $z_{313}-x_{313}\leq 0$
 $z_{314}-x_{314}\leq 0$
 $z_{315}-x_{315}\leq 0$
 $z_{411}-x_{411}\leq 0$
 $z_{412}-x_{412}\leq 0$
 $z_{413}-x_{413}\leq 0$
 EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

$z_{414}-x_{414}\leq 0$
 $z_{415}-x_{415}\leq 0$
 $z_{121}-x_{121}\leq 0$
 $z_{122}-x_{122}\leq 0$
 $z_{123}-x_{123}\leq 0$
 $z_{124}-x_{124}\leq 0$
 $z_{125}-x_{125}\leq 0$

z221-x221<=0
z222-x222<=0
z223-x223<=0
z224-x224<=0
z225-x225<=0
z321-x321<=0
z322-x322<=0
z323-x323<=0
z324-x324<=0
z325-x325<=0
z421-x421<=0
z422-x422<=0
z423-x423<=0
z424-x424<=0
z425-x425<=0
x121-z111<=0
x221-z211<=0
x321-z311<=0
x421-z411<=0

x122-z112<=0
x222-z212<=0
x322-z312<=0
x422-z412<=0
x123-z113<=0
x223-z213<=0
x323-z313<=0
x423-z413<=0
x124-z114<=0
x224-z214<=0
x324-z314<=0
x424-z414<=0
x125-z115<=0
x225-z215<=0
x325-z315<=0
x425-z415<=0

d11=80

d12=20

EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

d13=65

d14=45

d15=30

d21=40

d22=40

d23=40

d24=40

d25=40

```

d31=10
d32=50
d33=30
d34=30
d35=40
d41=25
d42=35
d43=20
d44=50
d45=20
g11-d11+z121=0
g12-d12+z122=0
g13-d13+z123=0
g14-d14+z124=0
g15-d15+z125=0
g21-d21+z221=0
g22-d22+z222=0
g23-d23+z223=0
g24-d24+z224=0
g25-d25+z225=0
g31-d31+z321=0
g32-d32+z322=0
g33-d33+z323=0
g34-d34+z324=0
g35-d35+z325=0
g41-d41+z421=0
g42-d42+z422=0
g43-d43+z423=0
g44-d44+z424=0
g45-d45+z425=0

```

end

```

gin x111 gin x121 gin x211 gin x221 gin x311 gin x321 gin x411 gin x421
gin y111 gin y121 gin y211 gin y221 gin y311 gin y321 gin y411 gin y421
gin z111 gin z121 gin z211 gin z221 gin z311 gin z321 gin z411 gin z421
gin x112 gin x122 gin x212 gin x222 gin x312 gin x322 gin x412 gin x422
EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

```

```

gin y112 gin y122 gin y212 gin y222 gin y312 gin y322 gin y412 gin y422
gin z112 gin z122 gin z212 gin z222 gin z312 gin z322 gin z412 gin z422
gin x113 gin x123 gin x213 gin x223 gin x313 gin x323 gin x413 gin x423
gin y113 gin y123 gin y213 gin y223 gin y313 gin y323 gin y413 gin y423
gin z113 gin z123 gin z213 gin z223 gin z313 gin z323 gin z413 gin z423
gin x114 gin x124 gin x214 gin x224 gin x314 gin x324 gin x414 gin x424
gin y114 gin y124 gin y214 gin y224 gin y314 gin y324 gin y414 gin y424
gin z114 gin z124 gin z214 gin z224 gin z314 gin z324 gin z414 gin z424
gin x115 gin x125 gin x215 gin x225 gin x315 gin x325 gin x415 gin x425

```

gin y115 gin y125 gin y215 gin y225 gin y315 gin y325 gin y415 gin y425
gin z115 gin z125 gin z215 gin z225 gin z315 gin z325 gin z415 gin z425
gin g11 gin g12 gin g13 gin g14 gin g15 gin g21 gin g22 gin g23 gin g24 gin g25
gin g31 gin g32 gin g33 gin g34 gin g35 gin g41 gin g42 gin g43 gin g44 gin g45

5 ÜRÜN 2 İŞYERİ 4 DÖNEM

min10x111+6x121+8x211+8x221+6x311+4x321+7x411+3x421+9x511+7x521+20y
111+12y121+16y211+16y221+12y311+8y321+14y411+6y421+18y511+14y521+9z
111+5z121+7z211+7z221+5z311+3z321+5z411+7z421+7z511+5z521+10x112+6x1
22+8x212+8x222+6x312+4x322+7x412+3x422+9x512+7x522+20y112+12y122+16
y212+16y222+12y312+8y322+14y412+6y422+18y512+14y522+9z112+5z122+7z2
12+7z222+5z312+3z322+5z412+7z422+7z512+5z522+10x113+6x123+8x213+8x2
23+6x313+4x323+7x413+3x423+9x513+7x523+20y113+12y123+16y213+16y223+
12y313+8y323+14y413+6y423+18y513+14y523+9z113+5z123+7z213+7z223+5z3
13+3z323+5z413+7z423+7z513+5z523+10x114+6x124+8x214+8x224+6x314+4x3
24+7x414+3x424+9x514+7x524+20y114+12y124+16y214+16y224+12y314+8y324
+14y414+6y424+18y514+14y524+9z114+5z124+7z214+7z224+5z314+3z324+5z4
14+7z424+7z514+5z524+44g11+64g12+74g13+84g14+66g21+86g22+78g23+85g2
4+28g31+42g32+45g33+65g34+35g41+40g42+44g43+52g44+78g51+85g52+65g53
+88g54

subject to

y111-x111+z111=0
y211-x211+z211=0
y311-x311+z311=0
y411-x411+z411=0
y511-x511+z511=0
y121-x121+z121=0
y221-x221+z221=0
y321-x321+z321=0
y421-x421+z421=0
y521-x521+z521=0

EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

y112-x112+z112=0
y212-x212+z212=0
y312-x312+z312=0
y412-x412+z412=0
y512-x512+z512=0
y122-x122+z122=0
y222-x222+z222=0
y322-x322+z322=0
y422-x422+z422=0
y522-x522+z522=0

$y_{113}-x_{113}+z_{113}=0$
 $y_{213}-x_{213}+z_{213}=0$
 $y_{313}-x_{313}+z_{313}=0$
 $y_{413}-x_{413}+z_{413}=0$
 $y_{513}-x_{513}+z_{513}=0$
 $y_{123}-x_{123}+z_{123}=0$
 $y_{223}-x_{223}+z_{223}=0$
 $y_{323}-x_{323}+z_{323}=0$
 $y_{423}-x_{423}+z_{423}=0$
 $y_{523}-x_{523}+z_{523}=0$
 $y_{114}-x_{114}+z_{114}=0$
 $y_{214}-x_{214}+z_{214}=0$
 $y_{314}-x_{314}+z_{314}=0$
 $y_{414}-x_{414}+z_{414}=0$
 $y_{514}-x_{514}+z_{514}=0$
 $y_{124}-x_{124}+z_{124}=0$
 $y_{224}-x_{224}+z_{224}=0$
 $y_{324}-x_{324}+z_{324}=0$
 $y_{424}-x_{424}+z_{424}=0$
 $y_{524}-x_{524}+z_{524}=0$
 $5x_{111}+4x_{211}+3x_{311}+3x_{411}+4x_{511}\leq 7000$
 $5x_{112}+4x_{212}+3x_{312}+3x_{412}+4x_{512}\leq 7000$
 $5x_{113}+4x_{213}+3x_{313}+3x_{413}+4x_{513}\leq 7000$
 $5x_{114}+4x_{214}+3x_{314}+3x_{414}+4x_{514}\leq 7000$
 $3x_{121}+4x_{221}+2x_{321}+4x_{421}+5x_{521}\leq 7000$
 $3x_{122}+4x_{222}+2x_{322}+4x_{422}+5x_{522}\leq 7000$
 $3x_{123}+4x_{223}+2x_{323}+4x_{423}+5x_{523}\leq 7000$
 $3x_{124}+4x_{224}+2x_{324}+4x_{424}+5x_{524}\leq 7000$
 $z_{111}-x_{111}\leq 0$
 $z_{112}-x_{112}\leq 0$
 $z_{113}-x_{113}\leq 0$
 $z_{114}-x_{114}\leq 0$
 $z_{211}-x_{211}\leq 0$
 $z_{212}-x_{212}\leq 0$
 $z_{213}-x_{213}\leq 0$
 EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

$z_{214}-x_{214}\leq 0$
 $z_{311}-x_{311}\leq 0$
 $z_{312}-x_{312}\leq 0$
 $z_{313}-x_{313}\leq 0$
 $z_{314}-x_{314}\leq 0$
 $z_{411}-x_{411}\leq 0$
 $z_{412}-x_{412}\leq 0$
 $z_{413}-x_{413}\leq 0$
 $z_{414}-x_{414}\leq 0$
 $z_{511}-x_{511}\leq 0$
 $z_{512}-x_{512}\leq 0$

z513-x513<=0
z514-x514<=0
z515-x515<=0
z121-x121<=0
z122-x122<=0
z123-x123<=0
z124-x124<=0
z221-x221<=0
z222-x222<=0
z223-x223<=0
z224-x224<=0
z321-x321<=0
z322-x322<=0
z323-x323<=0
z324-x324<=0
x121-z111<=0
x221-z211<=0
x321-z311<=0
x421-z411<=0
x521-z511<=0
x122-z112<=0
x222-z212<=0
x322-z312<=0
x422-z412<=0
x522-z512<=0
x123-z113<=0
x223-z213<=0
x323-z313<=0
x423-z413<=0
x523-z513<=0
x124-z114<=0
x224-z214<=0
x324-z314<=0
x424-z414<=0

EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

x524-z514<=0
d11=80
d12=20
d13=65
d14=45
d21=40
d22=40
d23=40
d24=40
d31=10
d32=50
d33=30

d34=30
 d41=25
 d42=35
 d43=20
 d44=50
 d51=80
 d52=50
 d53=80
 d54=40
 g11-d11+z121=0
 g12-d12+z122=0
 g13-d13+z123=0
 g14-d14+z124=0
 g21-d21+z221=0
 g22-d22+z222=0
 g23-d23+z223=0
 g24-d24+z224=0
 g31-d31+z321=0
 g32-d32+z322=0
 g33-d33+z323=0
 g34-d34+z324=0
 g41-d41+z421=0
 g42-d42+z422=0
 g43-d43+z423=0
 g44-d44+z424=0
 g51-d51+z521=0
 g52-d52+z522=0
 g53-d53+z523=0
 g54-d54+z524=0

end

EK – 1 (Devam) LINDO örnek problem kodları

gin x111 gin x121 gin x211 gin x221 gin x311 gin x321 gin x411 gin x421 gin x511
 gin x521 gin y111 gin y121 gin y211 gin y221 gin y311 gin y321 gin y411 gin y421
 gin y511 gin y521 gin z111 gin z121 gin z211 gin z221 gin z311 gin z321 gin z411
 gin z421 gin z511 gin z521 gin x112 gin x122 gin x212 gin x222 gin x312 gin x322
 gin x412 gin x422 gin x512 gin x522 gin y112 gin y122 gin y212 gin y222 gin y312
 gin y322 gin y412 gin y422 gin y512 gin y522 gin z112 gin z122 gin z212 gin z222
 gin z312 gin z322 gin z412 gin z422 gin z512 gin z522 gin x113 gin x123 gin x213
 gin x223 gin x313 gin x323 gin x413 gin x423 gin x513 gin x523 gin y113 gin y123
 gin y213 gin y223 gin y313 gin y323 gin y413 gin y423 gin y513 gin y523 gin z113
 gin z123 gin z213 gin z223 gin z313 gin z323 gin z413 gin z423 gin z513 gin z523
 gin x114 gin x124 gin x214 gin x224 gin x314 gin x324 gin x414 gin x424 gin x514
 gin x524 gin y114 gin y124 gin y214 gin y224 gin y314 gin y324 gin y414 gin y424
 gin y514 gin y524 gin z114 gin z124 gin z214 gin z224 gin z314 gin z324 gin z414

gin z424 gin z514 gin z524 gin g11 gin g12 gin g13 gin g14 gin g21 gin g22 gin g23
gin g24 gin g31 gin g32 gin g33 gin g34 gin g41 gin g42 gin g43 gin g44 gin g51 gin
g52 gin g53 gin g54

EK-2 LINDO örnek problem çözüm sayfası

3 ÜRÜN 2 İŞYERİ 4 ÜRÜN İÇİN LINDO SONUÇ DOKÜMÜ

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 58
OBJECTIVE VALUE = 13260.0000

NEW INTEGER SOLUTION OF 13260.0000 AT BRANCH 0 PIVOT
64
BOUND ON OPTIMUM: 13260.00
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 64

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 13260.00

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X111	80.000000	10.000000
Y111	0.000000	20.000000
Z111	80.000000	9.000000
X112	20.000000	10.000000
Y112	0.000000	20.000000
Z112	20.000000	9.000000
X113	65.000000	-20.000000
Y113	0.000000	50.000000
Z113	65.000000	39.000000
X114	45.000000	10.000000
Y114	0.000000	20.000000
Z114	45.000000	9.000000
G11	0.000000	33.000000
G21	0.000000	36.000000
G31	0.000000	10.000000
X121	80.000000	0.000000
X211	40.000000	0.000000
X221	40.000000	0.000000
X311	10.000000	0.000000
X321	10.000000	0.000000
Y121	0.000000	0.000000
Y211	0.000000	0.000000
Y221	0.000000	0.000000
Y311	0.000000	0.000000
Y321	0.000000	0.000000

EK-2 (Devam) LINDO örnek problem çözüm sayfası

Z121	80.000000	0.000000
Z211	40.000000	0.000000
Z221	40.000000	0.000000
Z311	10.000000	0.000000
Z321	10.000000	0.000000
X122	20.000000	0.000000
X212	40.000000	0.000000
X222	40.000000	0.000000
X312	50.000000	0.000000
X322	50.000000	0.000000
Y122	0.000000	0.000000
Y212	0.000000	0.000000
Y222	0.000000	0.000000
Y312	0.000000	0.000000

Y322	0.000000	0.000000
Z122	20.000000	0.000000
Z212	40.000000	0.000000
Z222	40.000000	0.000000
Z312	50.000000	0.000000
Z322	50.000000	0.000000
X123	65.000000	0.000000
X213	40.000000	0.000000
X223	40.000000	0.000000
X313	30.000000	0.000000
X323	30.000000	0.000000
Y123	0.000000	12.000000
Y213	0.000000	0.000000
Y223	0.000000	16.000000
Y313	0.000000	12.000000
Y323	0.000000	8.000000
Z123	65.000000	0.000000
Z213	40.000000	0.000000
Z223	40.000000	0.000000
Z313	30.000000	0.000000
Z323	30.000000	0.000000
X124	45.000000	0.000000
X214	40.000000	0.000000
X224	40.000000	0.000000
X314	30.000000	0.000000
X324	30.000000	0.000000
Y124	0.000000	12.000000
Y214	0.000000	24.000000
Y224	0.000000	0.000000
Y314	0.000000	0.000000

EK-2 (Devam) LINDO örnek problem çözüm sayfası

Y324	0.000000	0.000000
Z124	45.000000	0.000000
Z214	40.000000	0.000000
Z224	40.000000	0.000000
Z314	30.000000	0.000000
Z324	30.000000	0.000000
G12	0.000000	53.000000
G13	0.000000	63.000000
G14	0.000000	73.000000
G22	0.000000	56.000000
G23	0.000000	48.000000
G24	0.000000	55.000000
G32	0.000000	24.000000
G33	0.000000	27.000000
G34	0.000000	47.000000
D11	80.000000	0.000000

D12	20.000000	0.000000
D13	65.000000	0.000000
D14	45.000000	0.000000
D21	40.000000	0.000000
D22	40.000000	0.000000
D23	40.000000	0.000000
D24	40.000000	0.000000
D31	10.000000	0.000000
D32	50.000000	0.000000
D33	30.000000	0.000000
D34	30.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	-16.000000
4)	0.000000	-12.000000
5)	0.000000	-12.000000
6)	0.000000	-16.000000
7)	0.000000	-8.000000
8)	0.000000	0.000000
9)	0.000000	-16.000000
10)	0.000000	-12.000000
11)	0.000000	-12.000000
12)	0.000000	-16.000000
13)	0.000000	-8.000000
14)	0.000000	30.000000
15)	0.000000	-16.000000
16)	0.000000	0.000000

EK-2 (Devam) LINDO örnek problem çözüm sayfası

17)	0.000000	0.000000
18)	0.000000	0.000000
19)	0.000000	0.000000
20)	0.000000	0.000000
21)	0.000000	8.000000
22)	0.000000	-12.000000
23)	0.000000	0.000000
24)	0.000000	-16.000000
25)	0.000000	-8.000000
26)	6410.000000	0.000000
27)	6590.000000	0.000000
28)	6425.000000	0.000000
29)	6525.000000	0.000000
30)	6580.000000	0.000000
31)	6680.000000	0.000000
32)	6585.000000	0.000000

33)	6645.000000	0.000000
34)	0.000000	0.000000
35)	0.000000	0.000000
36)	0.000000	0.000000
37)	0.000000	0.000000
38)	0.000000	24.000000
39)	0.000000	24.000000
40)	0.000000	24.000000
41)	0.000000	0.000000
42)	0.000000	18.000000
43)	0.000000	18.000000
44)	0.000000	6.000000
45)	0.000000	18.000000
46)	0.000000	18.000000
47)	0.000000	18.000000
48)	0.000000	6.000000
49)	0.000000	6.000000
50)	0.000000	39.000000
51)	0.000000	39.000000
52)	0.000000	23.000000
53)	0.000000	39.000000
54)	0.000000	23.000000
55)	0.000000	23.000000
56)	0.000000	15.000000
57)	0.000000	23.000000
58)	0.000000	0.000000
59)	0.000000	15.000000
60)	0.000000	11.000000

EK-2 (Devam) LINDO örnek problem çözüm sayfası

61)	0.000000	0.000000
62)	0.000000	15.000000
63)	0.000000	11.000000
64)	0.000000	0.000000
65)	0.000000	15.000000
66)	0.000000	11.000000
67)	0.000000	0.000000
68)	0.000000	15.000000
69)	0.000000	11.000000
70)	0.000000	-11.000000
71)	0.000000	-11.000000
72)	0.000000	-11.000000
73)	0.000000	-11.000000
74)	0.000000	-30.000000
75)	0.000000	-30.000000
76)	0.000000	-30.000000
77)	0.000000	-30.000000
78)	0.000000	-18.000000

79)	0.000000	-18.000000
80)	0.000000	-18.000000
81)	0.000000	-18.000000
82)	0.000000	-11.000000
83)	0.000000	-11.000000
84)	0.000000	-11.000000
85)	0.000000	-11.000000
86)	0.000000	-30.000000
87)	0.000000	-30.000000
88)	0.000000	-30.000000
89)	0.000000	-30.000000
90)	0.000000	-18.000000
91)	0.000000	-18.000000
92)	0.000000	-18.000000
93)	0.000000	-18.000000

NO. ITERATIONS= 75
 BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

EK- 3 Algoritma kodu

program tavlama benzetimi;

label

tekrar,tekrar1,uretb1,ureth1,ureto1,uretb2,ureth2,ureto2
 ,uretimmikart,uretimmikazalt,maliyethesapla,kapasitekontrol,urets;

var

si:integer;

sj:integer;

sk:integer;

x:array[1..15] of array [1..15]of array [1..6] of integer;

y:array[1..15] of array [1..15]of array [1..6] of integer;

z:array[1..15] of array [1..15]of array [1..6] of integer;

xm:array[1..15] of array [1..15]of array [1..6] of integer;

ym:array[1..15] of array [1..15]of array [1..6] of integer;

zm:array[1..15] of array [1..15]of array [1..6] of integer;

xgm:array[1..15] of array [1..15]of array [1..6] of integer;

ygm:array[1..15] of array [1..15]of array [1..6] of integer;

```

zgm:array[1..15] of array [1..15]of array [1..6] of integer;
d:array[1..15] of array [1..6]of integer;
n:array[1..15] of array [1..6]of integer;
g:array[1..15] of array [1..6]of integer;
gm:array[1..15] of array [1..6]of integer;
a:array[1..15] of array [1..15]of integer;
p:array[1..15] of array [1..15]of integer;
q:array[1..15] of array [1..15]of integer;
t:array[1..15] of array [1..15]of integer;
cap:array[1..15] of array [1..6]of integer;
c:array[1..15] of array [1..6]of integer;
xx:array[1..15] of integer;
fark,m,i,j,k,s,b1,h1,o1,b2,h2,o2:integer;
minimummaliyet,minmal,topmal,topcez,masraf,basmal,gminmaliyet,w,v,u:real;

```

```

procedure maliyet;
begin
topmal:=0;
topcez:=0;
for i:=1 to si do
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
topmal:=topmal+((p[i,j]*x[i,j,k])+(q[i,j]*y[i,j,k])+(t[i,j]*z[i,j,k]));
for i:=1 to si do
for k:=1 to sk do
topcez:=topcez+(n[i,k]*g[i,k]);
EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```

```

masraf:=topmal+topcez;
end;
procedure cezalimiktar;
begin
for i:=1 to si do
for k:=1 to sk do
begin
g[i,k]:=d[i,k]-z[i,sj,k] ;
if g[i,k] < 0 then g[i,k]:=0;
writeln('cezal  miktar',i,k, ' ',g[i,k]);
end;
end;

```

```

begin
randomize;
writeln('Problem  r n sayısı=?');
readln(si);
writeln('Problem işyeri sayısı=?');
readln(sj);
writeln('Problem dönem sayısı=?');

```

```
readln(sk);
```

```
a[1,1]:=5;  
a[1,2]:=3;  
a[1,3]:=2;  
a[1,4]:=1;  
a[1,5]:=3;  
a[1,6]:=4;  
a[1,7]:=5;  
a[1,8]:=3;  
a[1,9]:=2;  
a[1,10]:=1;  
a[1,11]:=3;  
a[1,12]:=4;  
a[1,13]:=5;  
a[1,14]:=3;  
a[1,15]:=2;  
a[2,1]:=4;  
a[2,2]:=4;  
a[2,3]:=6;  
a[2,4]:=2;  
a[2,5]:=2;  
a[2,6]:=2;  
a[2,7]:=5;  
a[2,8]:=3;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
a[2,9]:=2;  
a[2,10]:=1;  
a[2,11]:=3;  
a[2,12]:=4;  
a[2,13]:=5;  
a[2,14]:=3;  
a[2,15]:=2;  
a[3,1]:=3;  
a[3,2]:=2;  
a[3,3]:=1;  
a[3,4]:=1;  
a[3,5]:=1;  
a[3,6]:=3;  
a[3,7]:=5;  
a[3,8]:=3;  
a[3,9]:=2;  
a[3,10]:=1;  
a[3,11]:=3;  
a[3,12]:=4;  
a[3,13]:=5;  
a[3,14]:=3;
```

```
a[3,15]:=2;
a[4,1]:=3;
a[4,2]:=4;
a[4,3]:=2;
a[4,4]:=3;
a[4,5]:=4;
a[4,6]:=1;
a[4,7]:=3;
a[4,8]:=4;
a[4,9]:=2;
a[4,10]:=3;
a[4,11]:=4;
a[4,12]:=2;
a[4,13]:=3;
a[4,14]:=4;
a[4,15]:=2;
a[5,1]:=4;
a[5,2]:=5;
a[5,3]:=3;
a[5,4]:=4;
a[5,5]:=4;
a[5,6]:=1;
a[5,7]:=3;
a[5,8]:=4;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
a[5,9]:=2;
a[5,10]:=4;
a[5,11]:=5;
a[5,12]:=3;
a[5,13]:=4;
a[5,14]:=5;
a[5,15]:=3;
a[6,1]:=4;
a[6,2]:=5;
a[6,3]:=3;
a[6,4]:=4;
a[6,5]:=4;
a[6,6]:=1;
a[6,7]:=3;
a[6,8]:=4;
a[6,9]:=2;
a[6,10]:=4;
a[6,11]:=5;
a[6,12]:=3;
a[6,13]:=4;
a[6,14]:=5;
```

```
a[6,15]:=3;
a[7,1]:=4;
a[7,2]:=5;
a[7,3]:=3;
a[7,4]:=4;
a[7,5]:=4;
a[7,6]:=1;
a[7,7]:=3;
a[7,8]:=4;
a[7,9]:=2;
a[7,10]:=4;
a[7,11]:=5;
a[7,12]:=3;
a[7,13]:=4;
a[7,14]:=5;
a[7,15]:=3;
a[8,1]:=4;
a[8,2]:=5;
a[8,3]:=3;
a[8,4]:=4;
a[8,5]:=4;
a[8,6]:=1;
a[8,7]:=3;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
a[8,8]:=4;
a[8,9]:=2;
a[8,10]:=4;
a[8,11]:=5;
a[8,12]:=3;
a[8,13]:=4;
a[8,14]:=5;
a[8,15]:=3;
a[9,1]:=4;
a[9,2]:=5;
a[9,3]:=3;
a[9,4]:=4;
a[9,5]:=4;
a[9,6]:=1;
a[9,7]:=3;
a[9,8]:=4;
a[9,9]:=2;
a[9,10]:=4;
a[9,11]:=5;
a[9,12]:=3;
a[9,13]:=4;
a[9,14]:=5;
a[9,15]:=3;
```

```
a[10,1]:=4;
a[10,2]:=5;
a[10,3]:=3;
a[10,4]:=4;
a[10,5]:=4;
a[10,6]:=1;
a[10,7]:=3;
a[10,8]:=4;
a[10,9]:=2;
a[10,10]:=4;
a[10,11]:=5;
a[10,12]:=3;
a[10,13]:=4;
a[10,14]:=5;
a[10,15]:=3;
p[1,1]:=10;
p[1,2]:=6;
p[1,3]:=4;
p[1,4]:=2;
p[1,5]:=6;
p[1,6]:=5;
p[1,7]:=10;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
p[1,8]:=6;
p[1,9]:=4;
p[1,10]:=2;
p[1,11]:=6;
p[1,12]:=5;
p[1,13]:=10;
p[1,14]:=6;
p[1,15]:=4;
p[2,1]:=8;
p[2,2]:=8;
p[2,3]:=12;
p[2,4]:=4;
p[2,5]:=3;
p[2,6]:=2;
p[2,7]:=8;
p[2,8]:=8;
p[2,9]:=12;
p[2,10]:=4;
p[2,11]:=3;
p[2,12]:=2;
p[2,13]:=8;
p[2,14]:=8;
p[2,15]:=12;
p[3,1]:=6;
```

```
p[3,2]:=4;  
p[3,3]:=2;  
p[3,4]:=2;  
p[3,5]:=5;  
p[3,6]:=6;  
p[3,7]:=6;  
p[3,8]:=4;  
p[3,9]:=2;  
p[3,10]:=2;  
p[3,11]:=5;  
p[3,12]:=6;  
p[3,13]:=6;  
p[3,14]:=4;  
p[3,15]:=2;  
p[4,1]:=7;  
p[4,2]:=3;  
p[4,3]:=5;  
p[4,4]:=3;  
p[4,5]:=4;  
p[4,6]:=8;  
p[4,7]:=7;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
p[4,8]:=3;  
p[4,9]:=5;  
p[4,10]:=3;  
p[4,11]:=4;  
p[4,12]:=8;  
p[4,13]:=7;  
p[4,14]:=3;  
p[4,15]:=5;  
p[5,1]:=9;  
p[5,2]:=7;  
p[5,3]:=8;  
p[5,4]:=5;  
p[5,5]:=8;  
p[5,6]:=7;  
p[5,7]:=9;  
p[5,8]:=7;  
p[5,9]:=8;  
p[5,10]:=5;  
p[5,11]:=8;  
p[5,12]:=7;  
p[5,13]:=9;  
p[5,14]:=7;  
p[5,15]:=8;  
p[6,1]:=9;  
p[6,2]:=7;
```

```
p[6,3]:=8;  
p[6,4]:=5;  
p[6,5]:=8;  
p[6,6]:=7;  
p[6,7]:=9;  
p[6,8]:=7;  
p[6,9]:=8;  
p[6,10]:=5;  
p[6,11]:=8;  
p[6,12]:=7;  
p[6,13]:=9;  
p[6,14]:=7;  
p[6,15]:=8;  
p[7,1]:=9;  
p[7,2]:=7;  
p[7,3]:=8;  
p[7,4]:=5;  
p[7,5]:=8;  
p[7,6]:=7;  
p[7,7]:=9;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
p[7,8]:=7;  
p[7,9]:=8;  
p[7,10]:=5;  
p[7,11]:=8;  
p[7,12]:=7;  
p[7,13]:=9;  
p[7,14]:=7;  
p[7,15]:=8;  
p[8,1]:=9;  
p[8,2]:=7;  
p[8,3]:=8;  
p[8,4]:=5;  
p[8,5]:=8;  
p[8,6]:=7;  
p[8,7]:=9;  
p[8,8]:=7;  
p[8,9]:=8;  
p[8,10]:=5;  
p[8,11]:=8;  
p[8,12]:=7;  
p[8,13]:=9;  
p[8,14]:=7;  
p[8,15]:=8;  
p[9,1]:=9;  
p[9,2]:=7;  
p[9,3]:=8;
```

```
p[9,4]:=5;  
p[9,5]:=8;  
p[9,6]:=7;  
p[9,7]:=9;  
p[9,8]:=7;  
p[9,9]:=8;  
p[9,10]:=5;  
p[9,11]:=8;  
p[9,12]:=7;  
p[9,13]:=9;  
p[9,14]:=7;  
p[9,15]:=8;  
p[10,1]:=9;  
p[10,2]:=7;  
p[10,3]:=8;  
p[10,4]:=5;  
p[10,5]:=8;  
p[10,6]:=7;  
p[10,7]:=9;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
p[10,8]:=7;  
p[10,9]:=8;  
p[10,10]:=5;  
p[10,11]:=8;  
p[10,12]:=7;  
p[10,13]:=9;  
p[10,14]:=7;  
p[10,15]:=8;  
q[1,1]:=20;  
q[1,2]:=12;  
q[1,3]:=8;  
q[1,4]:=40;  
q[1,5]:=12;  
q[1,6]:=10;  
q[1,7]:=20;  
q[1,8]:=12;  
q[1,9]:=8;  
q[1,10]:=40;  
q[1,11]:=12;  
q[1,12]:=10;  
q[1,13]:=20;  
q[1,14]:=12;  
q[1,15]:=8;  
q[2,1]:=16;  
q[2,2]:=16;  
q[2,3]:=24;  
q[2,4]:=50;
```

```
q[2,5]:=6;
q[2,6]:=4;
q[2,7]:=16;
q[2,8]:=16;
q[2,9]:=24;
q[2,10]:=50;
q[2,11]:=6;
q[2,12]:=4;
q[2,13]:=16;
q[2,14]:=16;
q[2,15]:=24;
q[3,1]:=12;
q[3,2]:=8;
q[3,3]:=4;
q[3,4]:=40;
q[3,5]:=10;
q[3,6]:=12;
q[3,7]:=12;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
q[3,8]:=8;
q[3,9]:=4;
q[3,10]:=40;
q[3,11]:=10;
q[3,12]:=12;
q[3,13]:=12;
q[3,14]:=8;
q[3,15]:=4;
q[4,1]:=14;
q[4,2]:=6;
q[4,3]:=10;
q[4,4]:=6;
q[4,5]:=8;
q[4,6]:=16;
q[4,7]:=14;
q[4,8]:=6;
q[4,9]:=10;
q[4,10]:=6;
q[4,11]:=8;
q[4,12]:=16;
q[4,13]:=14;
q[4,14]:=6;
q[4,15]:=10;
q[5,1]:=18;
q[5,2]:=14;
q[5,3]:=16;
g[5,4]:=10;
q[5,5]:=16;
```

```
q[5,6]:=14;  
q[5,7]:=18;  
q[5,8]:=14;  
q[5,9]:=16;  
q[5,10]:=10;  
q[5,11]:=16;  
q[5,12]:=14;  
q[5,13]:=18;  
q[5,14]:=14;  
q[5,15]:=16;  
q[6,1]:=18;  
q[6,2]:=14;  
q[6,3]:=16;  
q[6,4]:=10;  
q[6,5]:=16;  
q[6,6]:=14;  
q[6,7]:=18;  
EK- 3 (Devam) Algoritma kodu
```

```
q[6,8]:=14;  
q[6,9]:=16;  
q[6,10]:=10;  
q[6,11]:=16;  
q[6,12]:=14;  
q[6,13]:=18;  
q[6,14]:=14;  
q[6,15]:=16;  
q[7,1]:=18;  
q[7,2]:=14;  
q[7,3]:=16;  
q[7,4]:=10;  
q[7,5]:=16;  
q[7,6]:=14;  
q[7,7]:=18;  
q[7,8]:=14;  
q[7,9]:=16;  
q[7,10]:=10;  
q[7,11]:=16;  
q[7,12]:=14;  
q[7,13]:=18;  
q[7,14]:=14;  
q[7,15]:=16;  
q[8,1]:=18;  
q[8,2]:=14;  
q[8,3]:=16;  
q[8,4]:=10;  
q[8,5]:=16;  
q[8,6]:=14;
```

```
q[8,7]:=18;  
q[8,8]:=14;  
q[8,9]:=16;  
q[8,10]:=10;  
q[8,11]:=16;  
q[8,12]:=14;  
q[8,13]:=18;  
q[8,14]:=14;  
q[8,15]:=16;  
q[9,1]:=18;  
q[9,2]:=14;  
q[9,3]:=16;  
q[9,4]:=10;  
q[9,5]:=16;  
q[9,6]:=14;  
q[9,7]:=18;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
q[9,8]:=14;  
q[9,9]:=16;  
q[9,10]:=10;  
q[9,11]:=16;  
q[9,12]:=14;  
q[9,13]:=18;  
q[9,14]:=14;  
q[9,15]:=16;  
q[10,1]:=18;  
q[10,2]:=14;  
q[10,3]:=16;  
q[10,4]:=10;  
q[10,5]:=16;  
q[10,6]:=14;  
q[10,7]:=18;  
q[10,8]:=14;  
q[10,9]:=16;  
q[10,10]:=10;  
q[10,11]:=16;  
q[10,12]:=14;  
q[10,13]:=18;  
q[10,14]:=14;  
q[10,15]:=16;  
t[1,1]:=9;  
t[1,2]:=5;  
t[1,3]:=3;  
t[1,4]:=1;  
t[1,5]:=6;  
t[1,6]:=8;  
t[1,7]:=9;
```

```
t[1,8]:=5;
t[1,9]:=3;
t[1,10]:=1;
t[1,11]:=6;
t[1,12]:=8;
t[1,13]:=9;
t[1,14]:=5;
t[1,15]:=3;
t[2,1]:=7;
t[2,2]:=7;
t[2,3]:=11;
t[2,4]:=3;
t[2,5]:=5;
t[2,6]:=7;
t[2,7]:=7;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
t[2,8]:=7;
t[2,9]:=11;
t[2,10]:=3;
t[2,11]:=5;
t[2,12]:=7;
t[2,13]:=7;
t[2,14]:=7;
t[2,15]:=11;
t[3,1]:=5;
t[3,2]:=3;
t[3,3]:=1;
t[3,4]:=1;
t[3,5]:=3;
t[3,6]:=5;
t[3,7]:=5;
t[3,8]:=3;
t[3,9]:=1;
t[3,10]:=1;
t[3,11]:=3;
t[3,12]:=5;
t[3,13]:=5;
t[3,14]:=3;
t[3,15]:=1;
t[4,1]:=5;
t[4,2]:=7;
t[4,3]:=5;
t[4,4]:=4;
t[4,5]:=4;
t[4,6]:=1;
t[4,7]:=5;
t[4,8]:=7;
```

```
t[4,9]:=5;
t[4,10]:=4;
t[4,11]:=4;
t[4,12]:=1;
t[4,13]:=5;
t[4,14]:=7;
t[4,15]:=5;
t[5,1]:=7;
t[5,2]:=5;
t[5,3]:=10;
t[5,4]:=2;
t[5,5]:=1;
t[5,6]:=4;
t[5,7]:=7;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
t[5,8]:=5;
t[5,9]:=10;
t[5,10]:=2;
t[5,11]:=1;
t[5,12]:=4;
t[5,13]:=7;
t[5,14]:=5;
t[5,15]:=10;
t[6,1]:=7;
t[6,2]:=5;
t[6,3]:=10;
t[6,4]:=2;
t[6,5]:=1;
t[6,6]:=4;
t[6,7]:=7;
t[6,8]:=5;
t[6,9]:=10;
t[6,10]:=2;
t[6,11]:=1;
t[6,12]:=4;
t[6,13]:=7;
t[6,14]:=5;
t[6,15]:=10;
t[7,1]:=7;
t[7,2]:=5;
t[7,3]:=10;
t[7,4]:=2;
t[7,5]:=1;
t[7,6]:=4;
t[7,7]:=7;
t[7,8]:=5;
t[7,9]:=10;
```

```
t[7,10]:=2;  
t[7,11]:=1;  
t[7,12]:=4;  
t[7,13]:=7;  
t[7,14]:=5;  
t[7,15]:=10;  
t[8,1]:=7;  
t[8,2]:=5;  
t[8,3]:=10;  
t[8,4]:=2;  
t[8,5]:=1;  
t[8,6]:=4;  
t[8,7]:=7;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
t[8,8]:=5;  
t[8,9]:=10;  
t[8,10]:=2;  
t[8,11]:=1;  
t[8,12]:=4;  
t[8,13]:=7;  
t[8,14]:=5;  
t[8,15]:=10;  
t[9,1]:=7;  
t[9,2]:=5;  
t[9,3]:=10;  
t[9,4]:=2;  
t[9,5]:=1;  
t[9,6]:=4;  
t[9,7]:=7;  
t[9,8]:=5;  
t[9,9]:=10;  
t[9,10]:=2;  
t[9,11]:=1;  
t[9,12]:=4;  
t[9,13]:=7;  
t[9,14]:=5;  
t[9,15]:=10;  
t[10,1]:=7;  
t[10,2]:=5;  
t[10,3]:=10;  
t[10,4]:=2;  
t[10,5]:=1;  
t[10,6]:=4;  
t[10,7]:=7;  
t[10,8]:=5;  
t[10,9]:=10;  
t[10,10]:=2;
```

```
t[10,11]:=1;  
t[10,12]:=4;  
t[10,13]:=7;  
t[10,14]:=5;  
t[10,15]:=10;  
d[1,1]:=80;  
d[1,2]:=20;  
d[1,3]:=65;  
d[1,4]:=45;  
d[1,5]:=30;  
d[1,6]:=40;  
d[2,1]:=40;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
d[2,2]:=40;  
d[2,3]:=40;  
d[2,4]:=40;  
d[2,5]:=40;  
d[2,6]:=40;  
d[3,1]:=10;  
d[3,2]:=50;  
d[3,3]:=30;  
d[3,4]:=30;  
d[3,5]:=40;  
d[3,6]:=50;  
d[4,1]:=25;  
d[4,2]:=35;  
d[4,3]:=20;  
d[4,4]:=50;  
d[4,5]:=20;  
d[4,6]:=50;  
d[5,1]:=80;  
d[5,2]:=50;  
d[5,3]:=80;  
d[5,4]:=40;  
d[5,5]:=70;  
d[5,6]:=30;  
d[6,1]:=80;  
d[6,2]:=50;  
d[6,3]:=80;  
d[6,4]:=40;  
d[6,5]:=70;  
d[6,6]:=30;  
d[7,1]:=80;  
d[7,2]:=50;  
d[7,3]:=80;  
d[7,4]:=40;  
d[7,5]:=70;
```

```
d[7,6]:=30;  
d[8,1]:=80;  
d[8,2]:=50;  
d[8,3]:=80;  
d[8,4]:=40;  
d[8,5]:=70;  
d[8,6]:=30;  
d[9,1]:=80;  
d[9,2]:=50;  
d[9,3]:=80;  
d[9,4]:=40;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
d[9,5]:=70;  
d[9,6]:=30;  
d[10,1]:=80;  
d[10,2]:=50;  
d[10,3]:=80;  
d[10,4]:=40;  
d[10,5]:=70;  
d[10,6]:=30;  
n[1,1]:=44;  
n[1,2]:=64;  
n[1,3]:=74;  
n[1,4]:=84;  
n[1,5]:=90;  
n[1,6]:=95;  
n[2,1]:=66;  
n[2,2]:=96;  
n[2,3]:=78;  
n[2,4]:=85;  
n[2,5]:=90;  
n[2,6]:=87;  
n[3,1]:=28;  
n[3,2]:=42;  
n[3,3]:=45;  
n[3,4]:=65;  
n[3,5]:=75;  
n[3,6]:=85;  
n[4,1]:=35;  
n[4,2]:=40;  
n[4,3]:=44;  
n[4,4]:=52;  
n[4,5]:=63;  
n[4,6]:=75;  
n[5,1]:=78;  
n[5,2]:=85;  
n[5,3]:=65;
```

```
n[5,4]:=88;  
n[5,5]:=93;  
n[5,6]:=88;  
n[6,1]:=78;  
n[6,2]:=85;  
n[6,3]:=65;  
n[6,4]:=88;  
n[6,5]:=93;  
n[6,6]:=88;  
n[7,1]:=78;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
n[7,2]:=85;  
n[7,3]:=65;  
n[7,4]:=88;  
n[7,5]:=93;  
n[7,6]:=88;  
n[8,1]:=78;  
n[8,2]:=85;  
n[8,3]:=65;  
n[8,4]:=88;  
n[8,5]:=93;  
n[8,6]:=88;  
n[9,1]:=78;  
n[9,2]:=85;  
n[9,3]:=65;  
n[9,4]:=88;  
n[9,5]:=93;  
n[9,6]:=88;  
n[10,1]:=78;  
n[10,2]:=85;  
n[10,3]:=65;  
n[10,4]:=88;  
n[10,5]:=93;  
n[10,6]:=88;  
c[1,1]:=7000;  
c[1,2]:=7000;  
c[1,3]:=7000;  
c[1,4]:=7000;  
c[1,5]:=7000;  
c[1,6]:=7000;  
c[2,1]:=7000;  
c[2,2]:=7000;  
c[2,3]:=7000;  
c[2,4]:=7000;  
c[2,5]:=7000;  
c[2,6]:=7000;  
c[3,1]:=7000;
```

```
c[3,2]:=7000;  
c[3,3]:=7000;  
c[3,4]:=7000;  
c[3,5]:=7000;  
c[3,6]:=7000;  
c[4,1]:=7000;  
c[4,2]:=7000;  
c[4,3]:=7000;  
c[4,4]:=7000;
```

EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```
c[4,5]:=7000;  
c[4,6]:=7000;  
c[5,1]:=7000;  
c[5,2]:=7000;  
c[5,3]:=7000;  
c[5,4]:=7000;  
c[5,5]:=7000;  
c[5,6]:=7000;  
c[6,1]:=7000;  
c[6,2]:=7000;  
c[6,3]:=7000;  
c[6,4]:=7000;  
c[6,5]:=7000;  
c[6,6]:=7000;  
c[7,1]:=7000;  
c[7,2]:=7000;  
c[7,3]:=7000;  
c[7,4]:=7000;  
c[7,5]:=7000;  
c[7,6]:=7000;  
c[8,1]:=7000;  
c[8,2]:=7000;  
c[8,3]:=7000;  
c[8,4]:=7000;  
c[8,5]:=7000;  
c[8,6]:=7000;  
c[9,1]:=7000;  
c[9,2]:=7000;  
c[9,3]:=7000;  
c[9,4]:=7000;  
c[9,5]:=7000;  
c[9,6]:=7000;  
c[10,1]:=7000;  
c[10,2]:=7000;  
c[10,3]:=7000;  
c[10,4]:=7000;  
c[10,5]:=7000;
```

```

c[10,6]:=7000;
c[11,1]:=7000;
c[11,2]:=7000;
c[11,3]:=7000;
c[11,4]:=7000;
c[11,5]:=7000;
c[11,6]:=7000;
c[12,1]:=7000;
EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```

```

c[12,2]:=7000;
c[12,3]:=7000;
c[12,4]:=7000;
c[12,5]:=7000;
c[12,6]:=7000;
c[13,1]:=7000;
c[13,2]:=7000;
c[13,3]:=7000;
c[13,4]:=7000;
c[13,5]:=7000;
c[13,6]:=7000;
c[14,1]:=7000;
c[14,2]:=7000;
c[14,3]:=7000;
c[14,4]:=7000;
c[14,5]:=7000;
c[14,6]:=7000;
c[15,1]:=7000;
c[15,2]:=7000;
c[15,3]:=7000;
c[15,4]:=7000;
c[15,5]:=7000;
c[15,6]:=7000;

```

```

for i:=1 to si do
for k:=1 to sk do
xx[i]:=xx[i]+d[i,k];
for i:=1 to si do
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
begin
x[i,j,k]:=round(xx[i]/sk);
z[i,j,k]:=x[i,j,k];
y[i,j,k]:=y[i,j,k-1]+x[i,j,k]-z[i,j,k];
end;
for i:=1 to si do
for j:=sj to sj do
for k:=1 to sk do

```

```

begin
if z[i,j,k]>d[i,k] then z[i,j,k]:=d[i,k];
y[i,j,k]:=y[i,j,k-1]+x[i,j,k]-z[i,j,k];
end;
tekrar:
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

cap[j,k]:=0;
for i:=1 to si do
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
cap[j,k]:=cap[j,k]+(a[i,j]*x[i,j,k]);
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
begin
if cap[j,k]>c[j,k] then
begin
fark:=cap[j,k]-c[j,k];
for i:=1 to si do
x[i,j,k]:=x[i,j,k]-1;
goto tekrar;
END;
for i:=1 to si do
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
begin
writeln ('x',i,j,k,':', x[i,j,k]:2,'y',i,j,k,':', y[i,j,k]:2,'z',i,j,k,':', z[i,j,k]:2);
end;
end;
cezalimiktar;
maliyet;
minmal:=masraf;
gminmaliyet:=masraf;
basmal:=masraf;
for i:=1 to si do
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
begin
xm[i,j,k]:=x[i,j,k];
ym[i,j,k]:=y[i,j,k];
zm[i,j,k]:=z[i,j,k];
xgm[i,j,k]:=x[i,j,k];
ygm[i,j,k]:=y[i,j,k];
zgm[i,j,k]:=z[i,j,k];
end;
u:=50;

```

```

repeat
m:=0;
repeat
v:=random;
urets:
s:=random(3);
EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

if s=1 then goto uretimmikart;
if s=2 then goto uretimmikazalt;
if s=0 then goto urets;
uretimmikart:
uretb1:
b1:=random(si+1);
if b1=0 then goto uretb1;
ureth1:
h1:=random(sj+1);
if h1=0 then goto ureth1;
ureto1:
o1:=random(sk+1);
if o1=0 then goto ureto1;
write('h1 :',h1,'o1 :',o1);
i:=b1;
k:=o1;
for j:=1 to h1+1 do
x[i,j,k]:=x[i,j,k]+1;
for j:=1 to h1 do
z[i,j,k]:=z[i,j,k]+1;
for j:=1 to sj do
y[i,j,k]:=y[i,j,k-1]+x[i,j,k]-z[i,j,k];
writeln('x',i,j,k,':',x[i,j,k]);
writeln('z',i,j,k,':',z[i,j,k]);
goto kapasitekontrol;
uretimmikazalt:
uretb2:
b2:=random(si+1);
if b2=0 then goto uretb2;
ureth2:
h2:=random(sj+1);
if h2=0 then goto ureth2;
ureto2:
o2:=random(sk+1);
if o2=0 then goto ureto2;
{write('h2 :',h2,'o2 :',o2);}
i:=b2;
k:=o2;
for j:=sj downto 1 do BEGIN
x[i,j,k]:=x[i,j,k]-1;if x[i,j,k]<0 then x[i,j,k]:=xm[i,j,k]; END;

```

```

for j:=sj downto 1 do BEGIN
if x[i,sj,k]-z[i,sj,k]>0 then z[i,sj,k]:=z[i,sj,k]+1;
z[i,j,k]:=z[i,j,k]-1;if z[i,j,k]<0 then z[i,j,k]:=zm[i,j,k];END;
for j:=1 to sj do
y[i,j,k]:=y[i,j,k-1]+x[i,j,k]-z[i,j,k];
EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```

```

kapasitekontrol:
for i:=1 to si do
for j:=sj to sj do
for k:=1 to sk do
begin
if z[i,j,k]>d[i,k] then z[i,j,k]:=d[i,k];
y[i,j,k]:=x[i,j,k]-z[i,j,k];
end;
tekrar1:
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
cap[j,k]:=0;
for i:=1 to si do
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
cap[j,k]:=cap[j,k]+(a[i,j]*x[i,j,k]);
for j:=1 to 2 do
for k:=1 to 2 do
begin
if cap[j,k]>c[j,k] then
begin
fark:=cap[j,k]-c[j,k];
for i:=1 to si do
begin
x[i,j,k]:=x[i,j,k]-1;
z[i,j,k]:=x[i,j,k];
end;
goto tekrar1;
end;
end;
end;
cezalimiktar;
maliyet;
writeln(masraf:2:0); writeln(basmal:2:0);
if masraf<=gminmaliyet then begin
gminmaliyet:=masraf;
for i:=1 to si do
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
begin
xgm[i,j,k]:=x[i,j,k];
ygm[i,j,k]:=y[i,j,k];

```

```

zgm[i,j,k]:=z[i,j,k];
end;
end;
w:=masraf-minmal;
EK- 3 (Devam) Algoritma kodu

```

```

if w<=0 then begin
minmal:=masraf;

```

```

for i:=1 to si do
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
begin
xm[i,j,k]:=x[i,j,k];
ym[i,j,k]:=y[i,j,k];
zm[i,j,k]:=z[i,j,k];
end;
end

```

```

else if v<exp(-w/u) then begin
minmal:=masraf;
for i:=1 to si do
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
begin
xm[i,j,k]:=x[i,j,k];
ym[i,j,k]:=y[i,j,k];
zm[i,j,k]:=z[i,j,k];
end;
end;
end;

```

```

writeln('maliyet:',masraf:3:0,' minmaliyet:',minmal:3:0,' başlangıç
maliyeti:',basmal:3:0);

```

```

m:=m+1;
for i:=1 to si do
for j:=1 to sj do
for k:=1 to sk do
begin
x[i,j,k]:=xm[i,j,k];
y[i,j,k]:=ym[i,j,k];
z[i,j,k]:=zm[i,j,k];
end;
until m=30;

```

```

u:= u * 0.95;
until u<=1;
writeln;
writeln('sonuç : ',minmal:10:0,' globalminimummaliyet: ',gminmaliyet:3:0);

```

```
readln;  
end.
```

1. ÖZGEÇMİŞ

1.1 Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YILDIRIM, Şeyda
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 06.04.1982 Ankara
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (543) 686 37 94
e-mail : seydayldm@yahoo.com.

1.2 Eğitim

1.3 Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği	2003
Lise	Cumhuriyet Lisesi	1999

1.4 İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-2005	Pronet Bilgisayar	NETSIS Destek Uzmanı
2005- Mühendisi	ASELSAN	Üretim Kontrol

Yabancı Dil

İngilizce

