



2015.03.01.OR.02

MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA İLE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE ETKİNLİK PLANLAMASI

Murat ATAN*

Sibel ATAN†

Şenol ALTAN‡

Gazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Beşevler - ANKARA

Received: 11 October 2014

Accepted: 25 June 2015

Özet

Bir ürünün üretim dağıtım planı üretimin ilk aşamasından başlayarak, ürünün tüketiciye ulaşması ve geri dönüşümünü de içeren tüm süreçlerde yer alan tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci ve ulaştırmacılardan oluşan bir bütündür. Tedarik zinciri yönetimi; tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar ve perakendecileri en verimli şekilde bütünleştiren bir yaklaşımdır. Bu bütünün önemli bir parçası tedarik zinciridir. Tedarik zinciri malların ve bilginin akışını yöneten bütünleşik bir sistem şeklinde tasarlanmalıdır. Tedarik zincirinin ve bu zincir içinde yer alan tüm işletmelerin uzun vadeli performanslarını arttırmak amacıyla, söz konusu işletmelere ait işletme fonksiyonları ve planlarının sistematik ve stratejik koordinasyonu şeklinde oluşturulmalıdır. Bu çalışmada, tedarik zinciri yönetiminde üretim dağıtım planı probleminin etkinliğinin planlanması ele alınmıştır. İşletmelerin çeşitli kısıtlayıcı koşulları altında bir üretim dağıtım problemi için matematiksel programlama tabanlı alternatif bir model geliştirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Üretim Dağıtım Planı, Matematiksel Programlama, Optimizasyon, Etkinlik Planlaması.

Jel Kodu: C02, C44, C61, M11

* E- Mail Address: atan@gazi.edu.tr (Correspondence Author)

† E- Mail Address: sduman@gazi.edu.tr

‡ E- Mail Address: saltan@gazi.edu.tr

AN EFFICIENCY PLANNING IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT WITH MATHEMATICAL PROGRAMMING

Abstract

Starting from the initial phase of production, suppliers involved in all the processes from consumers to recycling is a whole made up of consumers, producers and distributors. Supplier chain management is an approach that integrates suppliers, producers, distributors and retail sellers in a most efficient way. One of the most important pieces of this whole is supplier chain. Supplier chain should be designed in an integrated manner that will manage the flow of goods and information. In order to boost the long-term performance of the firms in the supplier chain, managerial functions and plans should be devised in a systematic and strategic manner. In this study, the problem of the distribution of production plan in supply chain management the effectiveness of planning is discussed. Under the terms of a production deployment of various enterprises, restrictive for mathematical programming problem-based alternative a model has been tried to be developed.

Keywords: Supply Chain Management, Production Distribution Plan, Mathematical Programming, Optimization, Efficiency Planning.

Jel Code: C02, C44, C61, M11

1. Giriş

Tedarik zinciri, bir veya daha fazla ürün grubuyla ilgili elde etme, üretim ve dağıtım faaliyetlerinden kolektif bir biçimde sorumlu olan otonom veya yarı otonom iş faaliyetlerinden oluşan bir şebekedir. Tedarik zinciri, malzemelerin sağlanması, bu malzemelerin ara ve nihai ürünlere dönüşümü ve nihai ürünlerin müşterilere ulaştırılma çabasını yerine getiren araç ve dağıtım seçeneklerinin bir şebekesidir. Tedarik zinciri yönetimi ise müşteriye, doğru ürünün, doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyata tüm tedarik zinciri için mümkün olan en az maliyetle ulaşmasını sağlayan malzeme, bilgi ve para akışını sağlayan uygulamalar bütünüdür (Tedarik-Zinciri Yönetimi-Nedir, Erişim Tarihi: Mayıs 2013).

Özellikle kar amaçlı işletmelerde bilişim teknolojisinin kullanımının yaygınlaşmaya başladığı 1960 yılların başlarında IBM tarafından geliştirilen ilk malzeme ihtiyaç planlaması MRP yazılımı kullanılmaya başlanmıştır. 1980'lerde MRP II ile işletmelerinin üretim ile doğrudan ilişki olan üretim, satın alma, kalite kontrol, stok kontrol, muhasebe ve maliyet analizi vb. uygulamaları takip

altına alınmıştır. 1990'lı yıllarda kurumsal kaynak planlaması ERP ile sadece üretim sektörü değil hemen hemen tüm sektörlerde uygulama başlamıştır. Bilişim sektöründeki hızlı ilerleme, internetin yaygınlaşması ile 2000'li yıllarda işletmeler müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) ve tedarik zincir yönetimi (TZY) modüllerini de içeren ERP II kurumsal kaynak planlaması uygulaması kullanılmaya başlanmıştır.

2. Tedarik Zincir Yönetimi

Küreselleşme ve rekabet koşullarının da etkisiyle işletmeler azalan kar marjlarını koruyabilmek ya da arttırabilmek amacıyla işletmesinin faaliyet alanlarını farklı alanlara yaymaya çalışmaktadır. Son yıllarda bilgi teknolojilerinin gelişmesi, bilgi akışının hızlanması ve ulaşımın giderek kolaylaşması işletmelerin piyasada rekabet edebilmesini kolaylaştırmıştır. Küreselleşme sadece ürün üretmekte olan veya bunları pazarlayan işletmelerin çalışma koşullarını etkilemekle kalmamış bunun yanında hızlanan bilgi akışından payını alan tüketicilerin de bilinçlenmesine katkıda bulunmuştur. Tüketicinin bilinçlenmesiyle birlikte tüketici istek ve beklentilerinde meydana gelen değişimler, o güne

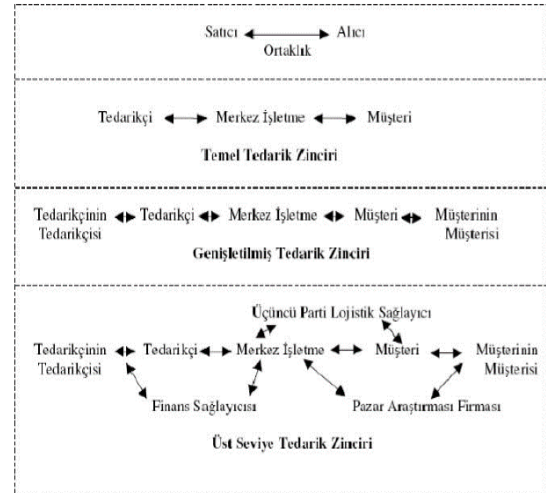
kadar itme prensibi temelli çalışan işletmelerin üretim sistemleri üzerinde baskı yaratmaya başlamıştır. Pazardaki oyuncu sayısının artmasıyla şiddetlenen rekabet işletmelerin mevcut pazar koşullarında çalışmalarını etkilemiş ve üretimden yana olan talep dengesi, değişim rüzgârları ile tüketici odaklı olarak yön değiştirmeye başlamıştır (Zalluhoğlu, 2007: 3).

Bugün gelinen nokta da, çağdaş üretim ve işlemler fonksiyonun müşteri odaklı olarak hareket ettiğini, maliyetler yerine öncelikle müşteri istek ve ihtiyaçlarını karşılayacak çeşitte ürünün, kaliteli ve tüketicinin istediği fiyattan üretimi üzerine odaklandığını görülmektedir (Soyuer ve Aracıoğlu, 2007:9).

1990'lı yılların başlarından itibaren işletmelerin süreçlerini müşteri odaklı olarak değerlendirmeye alması, rekabet güçlerini arttırmak ve yüksek kar hedeflerine ulaşabilmek için geleneksel pazarlama stratejilerini ve tedarik yönetimi alternatiflerini yeniden ve detaylı olarak gözden geçirmelerine neden olmuştur. Bu noktada hammadde satın alma ve tedarikçilerden başlayarak satış noktalarına ve nihai kullanıcıya uzanan tedarik zinciri yönetiminin verimli işletilmesi, maliyetlerin kısılması ve operasyonların hızlanması yönünde işletmelere önemli rekabet avantajları yaratmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi, işletmenin ihtiyaç duyduğu hammadde vb. ürünleri karşılarken tüm sistem içerisindeki maliyeti minimize etmek için üretilen ve dağıtılan doğru miktarda malın doğru yerde ve doğru zamanda olmasını sağlayan tedarikçileri, imalatçıları, depoları ve dağıtım merkezlerini verimli bir şekilde birleştirmeyi amaçlayan bir yönetim tarzı olarak önemini hissettirir. Günümüzde artık sadece uygun fiyatla üretmek değil, üretimde kullanılan malzeme ve hammaddelerin fabrikalara, fabrikalarda üretilen malların da piyasaya tam zamanında ve uygun fiyatlarla yapılması, hem işletmelerin faaliyetlerini geliştirebilmeleri hem de ekonomik kalkınmanın hızlandırılması bakımından önemli hale gelmiştir. Dolayısıyla, hem zincir boyunca bilgi akışının etkin duruma getirilmesi, hem de tüketici hizmetleri düzeyleri ile ilişkili amaçların

sağlanabilmesi için tedarik zinciri içinde eldeki mevcut kaynakların toplamının en uygun şekilde kullanılması sağlanmalıdır (Zalluhoğlu, 2007: 10).



Kaynak: Eymen, E. U., Tedarik Zincir Yönetimi, www.kaliteofisi.com

Şekil 1. Tedarik Zinciri Yapısı

Tedarik zinciri yönetimini sadece tek bir uzmanlık alanı olarak algılamak hatalıdır. Bir satın alma süreci ile gelen malın işletme içinde nasıl kullanılacağı farklı bir iştir. Üretilmiş malın depolanması ile depodan malın alınıp son kullanıcıya ulaştırılması da farklı bir süreçtir. Her biri kendi içinde iyi bilinmesi gereken iş süreçleridir. Ama hepsi de birbirine bir zincirin halkaları kadar iyi bağlanmıştır. Tüm halkaların sağlamlığı söz konusu olduktan sonra, zincirin sağlamlığından söz edilebilmektedir. Bunun yanında tedarik zinciri yönetimi teknik bir faaliyetin ötesinde bir yönetim felsefesi olarak görülmesi elde edilebilecek yararı en üst düzeye çıkartacaktır. Tedarik zinciri yönetimi ile müşteri isteklerini kısa sürede ve istenilen şekilde sağlama ve maliyetler, katma değer yaratmayan faaliyetler ile gerekli olmayan malzemelerin azaltılmasını sağlar. Sonuçta etkin bir tedarik zinciri yönetimi, stokların azaltılmasına, daha düşük işlem maliyetlerine, ürünlerin uygun zamanda son kullanıcıya ulaştırılması sağlar. Bu durumda son

kullanıcının tatmininin artmasına neden olur (Eymen, 2007: 9).

2.1. Tedarik Zinciri Modellemesi

Tedarik zinciri yönetim modellemesi oluşturulurken kesin çizgiler ile model özelliklerini belirlemek mümkün değildir. Her modelleme kendi iç dinamiklerine göre tanımlanmalıdır. Ancak yine de literatür açısından bazı adımları ortak olarak tanımlamak mümkündür. Bu özellikler; problemin oluşturulması, hedeflerin oluşturulması, modelin formüle edilmesidir. Potansiyel problemleri olan sistem parçalarının incelenmesi ve çalışmanın buna göre hazırlanması etkili bir çalışma yapabilmek için gereklidir. Tedarik zinciri modelinin amaçları, üzerinde çalışılacak problemin durumuna göre saptanır.

Çalışmanın hedefinin belirlenmesi daha önce yapılan modelin sonuçlarının yeni verilere uyarlanmasını engelleyecek şekilde dar planlanmamalıdır. Hedeflerin ve problemin belirlenmesinden sonra, modeli kuracak olan kişi modelin temel çatısını geliştirebilir. Bu çatı genellikle olayların prensiplerini ve kullanılan elemanları içerir. Toplanan verilerin doğruluğunun, elde edilen sonuç üzerindeki etkisi büyüktür. Yapılan ilk plan içerisinde; gerekli olan verilerin, bilgi kaynaklarının ve bu bilgilerin nasıl elde edilebileceği belirtilmektedir (Paksoy, 2005: 438 - 439).

2.2. Tedarik Zincirinde Üretim - Dağıtım Ağının Oluşturulması

Tedarik zincirinde bir ürünün tedarikçi aşamasından müşteri aşamasına ulaşması için ürünün taşınması ve depolanmasına dağıtım denir. Dağıtım tedarik zincirinin beş aşaması olan müşteri, perakendeci, dağıtımçı, imalatçı ve tedarikçi aşamalarından herhangi ikisi arasında gerçekleşebilir. Hammaddeler tedarikçilerden imalatçılara ve nihai ürünler ise imalatçılardan müşterilere taşınır. Dağıtım, bir şirketin karlılığını etkileyen en önemli faktörlerden biridir çünkü hem tedarik zinciri maliyetleri hem de müşteri

memnuniyeti dağıtımdan doğrudan etkilenir. Dağıtım ağı tercihi düşük maliyetten yüksek servis düzeyi ve hızlı sipariş karşılamaya kadar birçok tedarik zinciri amacını gerçekleştirmekte kullanılabilir. Şirketler, dağıtım ağı tasarımında var olan birçok seçenektan birini seçebilir. Kötü bir tasarım hem maliyetleri arttırır hem de hizmet düzeyini düşürür ve bir şirketin karlılığını önemli ölçüde etkiler.

Bir tedarik zincirinin performansı iki boyutta incelenmelidir.

1. Karşılanan müşteri ihtiyaçları ve
2. Müşteri ihtiyaçlarını karşılamanın maliyeti'dir.

Doğayısı ile bir işletme, farklı dağıtım ağı seçeneklerini karşılaştırırken, seçeneğin müşteri hizmeti ve maliyetler üzerindeki etkisini değerlendirmelidir; çünkü karşılanan müşteri ihtiyaçları ve maliyetleri dağıtım ağının karlılığını belirler. Dağıtım ağı yapısının etkilediği müşteri hizmeti performansları şunlardır:

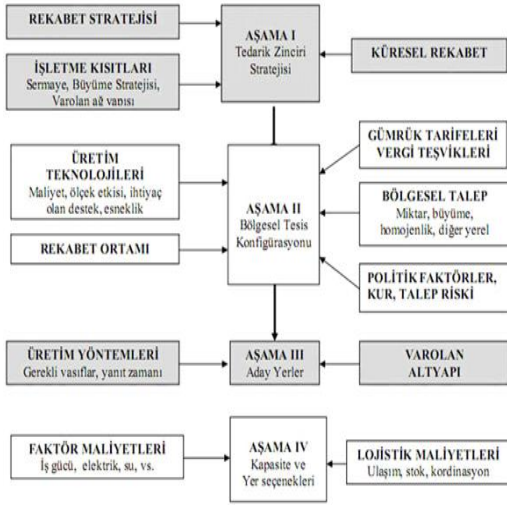
- Tepki Zamanı
- Ürün Çeşitliliği
- Ürün Varlığı
- Müşteri Tecrübesi
- Sipariş Görünürlüğü
- Geri Verebilmedir.

Tepki zamanı bir müşterinin sipariş vermesinden, ürünün kendisine teslim edilene kadar geçen zamandır. *Ürün Çeşitliliği*, bir müşterinin dağıtım kanalının sunmasını beklediği ürün çeşitlerinin sayısıdır. *Ürün Varlığı*, bir müşteri siparişi geldiğinde stokta ürünün bulunma olasılığıdır. *Müşteri tecrübesi* ise müşterinin sipariş verme ürünü teslim alma kolaylığıdır. *Sipariş görünürlüğü*, verilen sipariş vermeden ürün teslimine kadar olan tüm aşamalarda müşterinin siparişinin durumunu takip edebilme yeteneğidir. *Geri verebilme* ise bir müşterinin hatalı ya da herhangi bir nedenle ürünü geri verebilme kolaylığı ve ağı bu tür geri vermelerden kaynaklanan sorunları çözebilme yeteneğidir.

Tedarik zinciri ağ tasarım kararları, imalat, depolama ve ulaşım ile ilgili tesislerin yerlerinin belirlenmesi ve her bir tesisin kapasitesinin ve rolünün belirlenmesini içerir. Tedarik zinciri tasarım kararları aşağıdaki gibi

sınıflandırılabilir (Gürdrama, 2009: 19 – 20):

1. Tesis Rolü: Her bir tesis nasıl bir rol oynamalıdır? Her bir tesiste hangi süreçler gerçekleştirilmelidir.
2. Tesis Yeri Seçimi: Tesisler nerelerde kurulmalıdır?
3. Kapasite Atama: Her bir tesise ne kadar kapasite atanmalıdır?
4. Pazar ve Tedarik Atama: Her bir tesis hangi pazarlara hizmet vermelidir? Her bir tesis hangi tedarikçiler tarafından beslenmelidir?



Kaynak: Gürdrama, Tedarik Zinciri Yönetimi, ss 20.

Şekil 2: Tedarik Zinciri Tasarımı Karar Aşamaları

Birinci Aşama (Tedarik Zinciri Stratejisinin Tanımlanması): Ağ tasarımının ilk aşamasında amaç bir tedarik zinciri konfigürasyonunun tanımlanmasıdır. Tedarik zinciri stratejisi, tedarik zincirinin işletme stratejisini destekleyecek hangi özelliklere sahip olması gerektiğidir.

İkinci Aşama (Bölgesel Tesis Konfigürasyonunun Tanımlanması): İkinci aşamada amaç, tesislerin kurulacağı bölgelerin, tesis rollerinin ve yaklaşık kapasitelerinin belirlenmesidir. Eğer, tedarik zinciri küresel ise bu aşama ülkelere göre taleplerin belirlenmesi, değil ise bölgelere göre taleplerin belirlenmesi ile başlamalıdır. Talep tahmini talep miktarlarının yanı sıra, müşteri talebinin farklı bölge ya da

ülkelerde homojen ya da değişken mi olduğunu içermelidir. Talep homojen ise yüksek kapasiteli büyük tesisler, talep değişken ise düşük kapasiteli bölgesel tesisler kurmak gerekebilir. İkinci adım, var olan üretim teknolojileri göz önüne alınarak, ölçek ekonomisinin maliyetleri azaltmada önemli etkisi olup olmadığının belirlenmesidir. Eğer ölçek ekonomisi var ise, birçok pazara birkaç tesis ile hizmet sağlamak daha karlı olabilir. Eğer ölçek ekonomisi yok ise, belki de her bir pazar için ayrı bir tesis kurmak daha iyi olabilir. Daha sonra, talep riski, kur riski ve politik riskler belirlenmelidir. Ayrıca, her bölgedeki rakipler ve tesislerin rakiplerin tesislerine uzak mı yoksa yakın mı olacağı belirlenmelidir. Her bir pazar için yanıt süresinin ne olacağına karar vermek gerekir. Son olarak, her bölge için bütünlük düzeyde faktör ve lojistik maliyetlerini belirlemelidir. Tüm bu bilgilere dayanarak yöneticiler tedarik zinciri ağ tasarım modellerini kullanarak, tedarik zinciri için bölgesel tesis konfigürasyonunu belirlemelidir. Bölgesel tasarım, ağda kurulacak tesislerin yaklaşık sayısını, tesislerin kurulacağı bölgeleri ve kurulan bir tesisin belirli bir pazar için var olan ürünlerin tümünü ya da belirli bir kısmını tüm pazarlar için üretip üretmeyeceğini belirler.

Üçüncü Aşama (Aday Arsaların Seçimi): Bu aşamada amaç, belirli bir bölge içinde kurulum yerinin belirlenmesidir. Yer seçimi, kullanılacak üretim metodlarını destekleyecek altyapının durumu göz önüne alınarak yapılmalıdır. Altyapı ihtiyaçları, somut ve soyut altyapı ihtiyaçları olarak ikiye ayrılabilir: Somut altyapı ihtiyaçları, tedarikçilerin var olup olmadığı, ulaşım hizmetleri, iletişim, elektrik, su, depolama altyapısından oluşur. Soyut altyapı ihtiyacı ise, vasıflı işgücünün var olup olmadığı, işgücü dönüşüm oranları, halkın işletme ve endüstriye bakışından oluşur.

Dördüncü Aşama (Yer Seçenekleri): Bu aşamada amaç, kesin bir yer seçilmesi ve kapasite atamasının yapılmasıdır. Bu aşamada, çeşitli lojistik ve tesis maliyetleri, vergiler, teşvikler göz önünde bulundurulmalıdır.

2.3. Tedarik Zincirinde Üretim - Dağıtım Ağının Tasarımında Kullanılan Matematiksel Modeller

Tedarik zincirinde dağıtım ağının tasarımında literatürde en sıklıkla kullanılan iki farklı yaklaşım ile matematiksel modelleme yapılabilir. Bunlar sırasıyla;

1. *Matematiksel Optimizasyon Teknikleri*: Bu yöntemler kesin algoritmalar, en az maliyet, en yüksek kar, en kısa yanıt süresi gibi en iyi çözüm verir. Bu yöntemlerin en bilinen ve kullanılanları Doğrusal programlama, Tamsayılı programlama, Dinamik programlama, Envanter ve stok kontrol modelleri, Sezgisel (heuristic) algoritmalarıdır.

2. *Simülasyon Modelleri*: Gerçek sistemin bilgisayar üzerinde modellenerek seçenek stratejilerin denenerek sonuçlarının değerlendirildiği modeller bu grupta yer almaktadır.

3. Tedarik Zinciri Yönetiminde Etkinlik Planlaması: Alternatif Bir Matematiksel Programlama Uygulaması

3.1. Araştırmanın Amacı

Günümüzde rakabet ortamında faaliyetini sürdüren işletmeler için tedarik zincir yönetimi çok önemlidir. Rekabet avantajı elde etmek isteyen işletmelerin tedarik zincir yönetimini etkin olarak yönetmesi gereklidir. Bu çalışmada bir işletmenin tedarik zincir yönetiminde bu etkinliği planlaması için matematiksel modelleme kullanılarak bir alternatif model önerisi yapılmıştır.

3.2. Araştırmanın Kapsam ve Sınırlılıkları

Araştırmada önerilen model için kullanılan tedarikçi, fabrika ve dağıtım merkezlerine ait veriler hipotetik olarak araştırmacılar tarafından üretilmiştir. Verilerin gerçek bir işletmeden ölçülerek alınmamış olması çalışmanın sınırlılığdır. Çalışmada kullanılmak üzere tanımlanmış olan tüm veriler Ekler bölümünde Tablo 2 ile Tablo 8 arasında verilen tablolar ile gösterilmiştir.

3.3. Araştırmanın Yöntemi

Çalışmada Paksoy (2005) tarafından önerilen tedarikçiler, üreticiler, dağıtım merkezleri ve müşteri bölgelerinden oluşan çok aşamalı tedarik zinciri için malzeme ihtiyaçlarını da göz önüne alan karma tamsayılı bir üretim dağıtım modeli temel alınarak doğrusal programlama yapısı kullanılarak model geliştirilmiştir. Oluşturulan matematiksel modelin kapalı notasyonla gösterimi aşağıda yapılmıştır.

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Min} \left[\sum_i \sum_j \sum_t C_{ijt} X_{ijt} + \sum_j \sum_k C_{jk} Y_{jk} + \sum_k \sum_l C_{kl} Z_{kl} \right] + \left[\sum_j \varphi_j \varnothing_j + \sum_k \delta_k \Delta_k \right] \quad (1)$$

Kısıtlayıcı Koşullar

Tedarikçi kapasite kısıtı; i x t adet kısıt

$$\sum_j X_{ijt} \leq a_{it} \quad \forall_i, \forall_t$$

Fabrika kapasite kısıtı

$$\sum_k Y_{jk} \leq b_j \varnothing_j, \forall_j$$

Fabrika sayısı kısıtı

$$\sum_j \varnothing_j \leq P$$

Dağıtım merkezi kapasite kısıtı

$$\sum_l Z_{kl} \leq c_k \Delta_k, \forall_k$$

Dağıtım merkezi sayısı kısıtı

$$\sum_k \Delta_k \leq D$$

Birinci aşama denge kısıtı; j x t adet kısıt

$$\sum_i X_{ijt} - \omega_t \sum_k Y_{jk} = 0, \forall_j, \forall_t$$

İkinci aşama denge kısıtı

$$\sum_j Y_{jk} - \sum_l Z_{kl} = 0, \forall_k$$

Üçüncü aşama talep denge kısıtı

$$\sum_k Z_{kl} \geq d_l, \quad \forall_l$$

$\varnothing_j, \Delta_k = \{0, 1\}, \forall_{j,k} X_{ijt}, Y_{jk}, Z_{kl} \geq 0$ ve $\forall_{i,j,k,l,t}$ olmak üzere,

(1) nolu eşitlikte;

X_{ijt} : i'inci tedarikçiden j'inci fabrikaya gönderilen t'inci bileşenin miktarı.

Y_{jk} : j'inci fabrikadan k'inci dağıtım merkezine gönderilen nihai ürün miktarı.

Z_{kl} : k'inci dağıtım merkezinden l'inci müşteriye gönderilen miktar.

C_{ijt} : i'inci tedarikçiden j'inci fabrikaya t'inci bileşenin birim tedarik maliyeti (para birimi/bileşen).

C_{jk} : j'inci fabrikadan k'inci dağıtım merkezine taşıma birim maliyeti (para birimi/ürün).

C_{kl} : k'inci dağıtım merkezinden l'inci müşteriye taşıma birim maliyeti (para birimi/ürün).

ω_t : Bir birim nihai ürün içindeki t'inci bileşenin kullanım miktarı (bileşen/ürün).

φ_j : j'inci fabrikanın sabit işletme maliyeti.

$$\varnothing_j : \begin{cases} 1 & \text{j. fabrikada üretim gerçekleştirilirse} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

δ_k : k'inci dağıtım merkezinin sabit işletme maliyeti

$$\Delta_k : \begin{cases} 1 & \text{k'inci dağıtım merkezi açılırsa} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

D: Açılacak toplam dağıtım merkezinin üst sınırı.

P: Açılabilecek toplam fabrika sayısının üst sınırı.

a_{it} : i'inci tedarikçinin t'inci bileşen kapasitesi.

b_j : j'inci fabrikanın kapasitesi.

c_k : k'inci dağıtım merkezinin kapasitesi.

d_l : l'inci tüketicinin talebi

şeklinde tanımlanmıştır. İşletmenin ürettiği nihai ürün üç bileşenden oluşmaktadır. Birinci bileşen üç tane, ikinci bileşen iki tane ve son bileşende bir tane kullanılarak nihai ürün oluşturulmaktadır. İşletmenin oluşturduğu tedarik zinciri yöntemine dayalı üretim dağıtım planı için gerekli olan veriler Ekler bölümündeki çizelgelerde tanımlanmıştır. Tanımlanan bu verilere göre (1) nolu eşitlikte kapalı notasyon ile verilen modelin açık hali aşağıda sunulmuştur.

Amaç Fonksiyonu

$$\begin{aligned} \text{Min } [& (4X111 + 5X112 + 3X113 + 5X114 + 6X115 \\ & + 6X121 + 5X122 + 7X123 + 2X124 + 4X125 \\ & + 3X131 + 4X132 + 6X133 + 5X134 + 5X135) \\ & + (3X211 + 2X212 + 4X213 + 6X214 + 2X215 \\ & + 5X221 + 4X222 + 4X223 + 5X224 + 3X225 \\ & + 5X231 + 4X232 + 3X233 + 4X234 + 4X235) \\ & + (7X311 + 8X312 + 6X313 + 2X314 + 2X315 \\ & + 6X321 + 4X322 + 2X323 + 3X324 + 4X325 \\ & + 3X331 + 4X332 + 5X333 + 7X334 + 6X335)] \\ & + [(5Y11 + 4Y12 + 6Y13 + 5Y14 + 3Y15) + (8Y21 \\ & + 2Y22 + 3Y23 + 7Y24 + 8Y25) + (3Y31 + 5Y32 \\ & + 2Y33 + 4Y34 + 5Y35) + (4Y41 + 7Y42 + 7Y43 \\ & + 3Y44 + 6Y45) + (6Y51 + 3Y52 + 5Y53 + 8Y54 \\ & + 4Y55)] + [(7Z11 + 5Z12 + 4Z13 + 7Z14 + 4Z15) \\ & + (8Z21 + 7Z22 + 9Z23 + 3Z24 + 5Z25) + (2Z31 \\ & + 4Z32 + 3Z33 + 8Z34 + 7Z35) + (3Z41 + 8Z42 \\ & + 5Z43 + 2Z44 + 2Z45)] + [(2340\varnothing_1 + 950\varnothing_2 \\ & + 2015\varnothing_3 + 1395\varnothing_4 + 880\varnothing_5)] + [(1135\Delta_1 \\ & + 945\Delta_2 + 1680\Delta_3 + 1745\Delta_4 + 1400\Delta_5)] \end{aligned}$$

Kısıtlayıcı Koşullar

$$X_{111} + X_{121} + X_{131} \leq 1100$$

$$X_{112} + X_{122} + X_{132} \leq 820$$

$$X_{113} + X_{123} + X_{133} \leq 1640$$

$$X_{211} + X_{221} + X_{231} \leq 1420$$

$$X_{212} + X_{222} + X_{232} \leq 795$$

$$X_{213} + X_{223} + X_{233} \leq 1950$$

$$X_{311} + X_{321} + X_{331} \leq 900$$

$$X_{312} + X_{322} + X_{332} \leq 620$$

$$X_{313} + X_{323} + X_{333} \leq 1220$$

$$Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15} - 520\emptyset_1 \leq 0$$

$$Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24} + Y_{25} - 580\emptyset_1 \leq 0$$

$$Y_{31} + Y_{32} + Y_{33} + Y_{34} + Y_{35} - 470\emptyset_1 \leq 0$$

$$Y_{41} + Y_{42} + Y_{43} + Y_{44} + Y_{45} - 380\emptyset_1 \leq 0$$

$$Y_{51} + Y_{52} + Y_{53} + Y_{54} + Y_{55} - 490\emptyset_1 \leq 0$$

$$\emptyset_1 + \emptyset_2 + \emptyset_3 + \emptyset_4 + \emptyset_5 \leq 4$$

$$Z_{11} + Z_{12} + Z_{13} + Z_{14} - 600\Delta_1 \leq 0$$

$$Z_{21} + Z_{22} + Z_{23} + Z_{24} - 620\Delta_2 \leq 0$$

$$Z_{31} + Z_{32} + Z_{33} + Z_{34} - 420\Delta_3 \leq 0$$

$$Z_{41} + Z_{42} + Z_{43} + Z_{44} - 430\Delta_4 \leq 0$$

$$Z_{51} + Z_{52} + Z_{53} + Z_{54} - 580\Delta_5 \leq 0$$

$$\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4 + \Delta_5 \leq 4$$

$$X_{111} + X_{211} + X_{311} - 3(Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15}) = 0$$

$$X_{121} + X_{221} + X_{321} - 3(Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24} + Y_{25}) = 0$$

$$X_{131} + X_{231} + X_{331} - 3(Y_{31} + Y_{32} + Y_{33} + Y_{34} + Y_{35}) = 0$$

$$X_{112} + X_{212} + X_{312} - 2(Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15}) = 0$$

$$X_{122} + X_{222} + X_{322} - 2(Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24} + Y_{25}) = 0$$

$$X_{132} + X_{232} + X_{332} - 2(Y_{31} + Y_{32} + Y_{33} + Y_{34} + Y_{35}) = 0$$

$$X_{113} + X_{213} + X_{313} - 1(Y_{11} + Y_{12} + Y_{13} + Y_{14} + Y_{15}) = 0$$

$$X_{123} + X_{223} + X_{323} - 1(Y_{21} + Y_{22} + Y_{23} + Y_{24} + Y_{25}) = 0$$

$$X_{133} + X_{233} + X_{333} - 1(Y_{31} + Y_{32} + Y_{33} + Y_{34} + Y_{35}) = 0$$

$$Y_{11} + Y_{21} + Y_{31} + Y_{41} + Y_{51} - (Z_{11} + Z_{12} + Z_{13} + Z_{14} + Z_{15}) = 0$$

$$Y_{12} + Y_{22} + Y_{32} + Y_{42} + Y_{52} - (Z_{21} + Z_{22} + Z_{23} + Z_{24} + Z_{25}) = 0$$

$$Y_{13} + Y_{23} + Y_{33} + Y_{43} + Y_{53} - (Z_{31} + Z_{32} + Z_{33} + Z_{34} + Z_{35}) = 0$$

$$Y_{14} + Y_{24} + Y_{34} + Y_{44} + Y_{54} - (Z_{41} + Z_{42} + Z_{43} + Z_{44} + Z_{45}) = 0$$

$$Y_{15} + Y_{25} + Y_{35} + Y_{45} + Y_{55} - (Z_{51} + Z_{52} + Z_{53} + Z_{54} + Z_{55}) = 0$$

$$Z_{11} + Z_{21} + Z_{31} + Z_{41} \leq 550$$

$$Z_{12} + Z_{22} + Z_{32} + Z_{42} \leq 410$$

$$Z_{13} + Z_{23} + Z_{33} + Z_{43} \leq 480$$

$$Z_{14} + Z_{24} + Z_{34} + Z_{44} \leq 320$$

$$\emptyset_j, \Delta_k = \{0,1\}, \forall_{j,k}, X_{ij}, Y_{jk}, Z_{kl} \geq 0 \text{ ve } \forall_{i,j,k,l,t}$$

3.4. Araştırma Modelinin Çözümü

Bir önceki bölümde kapalı ve açık notasyonla ifade edilen tedarik zincir yönetiminde üretim – dağıtım planı matematiksel modeli Win QSB v.2.0 paket programı kullanılarak çözümlenmiştir. Çözüm sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Win QSB v.2.0 ile Çözüm Sonuçları

Değişken	Değer	Değişken	Değer	Değişken	Değer	Değişken	Değer
X113	1640	X313	990	Y31	100	Ø2	1
X131	1920	X322	460	Y33	340	Ø3	1
X132	820	X323	230	Z12	120	Δ1	1
X211	1092	X331	900	Z13	480	Δ2	1
X222	728	X332	160	Z24	470	Δ3	1
X213	1010	Y11	500	Z31	550	Δ5	1
X221	690	Y12	240	Z32	290	Amaç	147160
X232	900	Y15	290	Z45	290		
X233	940	Y22	230	Ø1	1		

Tablo 1'deki çözüm sonuçlarına göre; Birinci aşamada bileşenlerin hangi tedarikçiden hangi fabrikaya ne miktarda temin edilmesi gerektiği belirlenmiştir. Örneğin; birinci tedarikçiden birinci fabrikaya üçüncü bileşenden gönderilmesi gereken miktar 1640 birim olarak hesaplanmıştır. ($X_{113} = 1640$). İkinci aşamaya ilişkin ise hangi fabrikadan hangi dağıtım merkezine ne kadar nihai ürün gönderilmesi gerektiği belirlenmektedir.

Örneğin; Birinci fabrikadan birinci dağıtım merkezine gönderilmesi gereken nihai ürün miktarı 500 birimdir ($Y_{11} = 500$). Üçüncü aşamada ise, dağıtım merkezlerinden müşterilere gönderilen miktar tespit edilmiştir. Örneğin; birinci dağıtım merkezinden ikinci müşteriye gönderilen miktar 120 birim olarak hesaplanmıştır ($Z_{12}=120$). Ayrıca, hangi fabrikaların ve dağıtım merkezlerinin açılması gerektiği belirlenmektedir. Örneğin; 1, 2 ve 3'üncü fabrikalar açık ($Ø_1=1$; $Ø_2=1$; $Ø_3=1$), 4 ve 5'ci fabrikalar kapalıdır ($Ø_4 = 0$ ve $Ø_5= 0$). Dağıtım merkezlerinden ise; 1, 2, 3 ve 5 açık, 4 kapalıdır ($Δ_1=1$; $Δ_2=1$; $Δ_3=1$; $Δ_4 = 0$; $Δ_5 = 1$).

4. Sonuç ve Tartışma

Özellikle modern işletmeler hızlı büyüyen ve artan rekabet koşulları altında müşterilerinin ve tedarikçilerin beklentilerine ve isteklerine en kısa sürede ve en iyi şekilde cevap vermesi zorunludur. Bu nedenle işletmelerin tedarik zinciri yönetimini etkin şekilde kullanması gereklidir. Yöneticilerin işletmelerin planlama, kontrol ve tasarım gibi pek çok stratejik fonksiyonu içeren tedarik zinciri

yönetiminin değerini daha iyi anlamayı başarmışlardır.

Bu çalışmada, rekabetçiliğin ön planda olduğu piyasalarda faaliyetini sürdüren işletmelerin bir yönetim aracı olarak kullanılan tedarik zinciri yönetiminde üretim dağıtım probleminin etkinlik planlaması için alternatif bir matematiksel modelleme problemi ele alınmıştır. Konuya ilişkin kavramsal çerçeve kısaca anlatıldıktan sonra, önerilen matematiksel programlama tabanlı üretim dağıtım modeli anlatılmıştır. Önerilen alternatif modelde; üreticiler (fabrikalar), dağıtım merkezleri (depolar), tedarikçiler ve müşteri gruplarının bir araya gelmesi ile oluşan çok aşamalı tedarik zinciri için üretim dağıtım probleminin ihtiyaçlarını da göz önüne alan bir matematiksel model gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Sonrasında ise geliştirilen model sayısal olarak hipotetik bir şekilde üretilmiş olan veriler kullanılarak çözümlenmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Geliştirilen model önerisi deterministik (statik) bir modeldir. Günümüzde işletmelerin ihtiyaçları daha dinamik yapılar içermektedir. Bu nedenle model dinamik doğrusal programlama yapısıyla geliştirilebilir. Ayrıca yine üreticiler (fabrikalar), dağıtım merkezleri (depolar), tedarikçiler ve müşteri gruplarının ihtiyaç yapıları kararlı olmayabilir. Yani bulanık yapılar içerebilir. Bu durumda ise bulanık doğrusal programlama yapısı kullanılarak çözümler üretilebilir.

Kaynakça

- Eymen, E. U., (2007). Tedarik Zinciri Yönetimi, www.kaliteofisi.com, Erişim Tarihi: Mayıs 2013.
<http://www.setyazilim.com.tr/Tedarik-Zinciri-Yönetimi-Nedir>, Erişim Tarihi: Mayıs 2013.
- Gürdrama, S., (2009). Tedarik Zinciri Yöntemi, Ders Notları.
- Lee H. L., (1993). Design for Supply Chain Management: Concepts and Examples, Perspectives in Operations Management, (ed. R. Sarin), Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.
- Paksoy, T., (2005). "Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Ağlarının Tasarımı ve Optimizasyonu: Malzeme İhtiyaç Kısıtı Altında Stratejik Bir Üretim - Dağıtım Modeli" Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sayı: 14, 435 – 454.

Soyuer, H., Aracıoğlu, B. (2007). “Üretim Yönetimi Alanında Yaşanan Paradigmal Değişimler ve Kullanılan Nicel Yöntemlere Etkileri”, Sıtkı Gözlü’ye Armağan, İstanbul, 307 - 322.

Zalluhoğlu, A. E., (2007). Tedarik Zincir Yönetiminde Dış Kaynak Kullanımı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İzmir.

Ekler

Tablo 2. Tedarikçilerden Fabrikalara Birim Taşıma Maliyetleri

Tedarikçiler	Bileşen	Fabrikalar				
		F1	F2	F3	F4	F5
A	1	4	5	3	5	6
	2	6	5	7	2	4
	3	3	4	6	5	5
B	1	3	2	4	6	2
	2	5	4	4	5	3
	3	5	4	3		4
C	1	7	8	6	2	2
	2	6	4	2	3	4
	3	3	4	5	7	6

Tablo 3. Fabrikalardan Dağıtım Merkezlerine Birim Taşıma Maliyetleri

Fabrikalar	Dağıtım Merkezleri				
	DM1	DM2	DM3	DM4	DM5
F1	5	4	6	5	3
F2	8	2	3	7	8
F3	3	5	2	4	5
F4	4	7	7	3	6
F5	6	3	5	8	4

Tablo 4. Dağıtım Merkezlerinden Müşterilere Birim Taşıma Maliyetleri

Dağıtım Merkezleri	Müşteriler				
	M1	M2	M3	M4	M5
DM1	7	5	4	7	4
DM2	8	7	9	3	5
DM3	2	4	3	8	7
DM4	3	8	5	2	2
DM5	9	5	7	4	9

Tablo 5. Fabrikaların Üretim Kapasiteleri ve Sabit Maliyetler

Dağıtım Merkezleri	Kapasite	Sabit Maliyetler
DM1	600	1135
DM2	620	945
DM3	420	1680
DM4	430	1745
DM5	580	1400

Tablo 6. Dağıtım Merkezlerinin Dağıtım Kapasiteleri ve Sabit Maliyetler

Müşteriler	Toplam Talep
M1	550
M2	410
M3	480
M4	320

Tablo 7. Müşteri Nihai Ürün Talepleri

Fabrikalar	Kapasite	Sabit Maliyetler
F1	520	2340
F2	580	950
F3	470	2015
F4	380	1395
F5	490	880

Tablo 8. Tedarikçilerin Bileşen Temelli Kapasiteleri

Tedarikçiler	Bileşenler		
	1	2	3
A	1100	820	1640
B	1420	795	1950
C	900	620	1220