

HEDEF PROGRAMLAMA İLE TEDARİK ZİNCİRİNDE DAĞITIM PLANLAMASI VE BÜTÇE AYRIŞTIRMASI

Çiğdem SOFYALIOĞLU *

Şule ÖZTÜRK **

ÖZ

Bu çalışmada çeşitli kapasite kısıtları ve çeşitli bütçe hedefleri içeren bir tedarik zincirinde en etkin dağıtım planlaması parametrelerini bulabilmek ve maliyet kalemlerinin etkin bir şekilde ayrıştırılabilmesini gerçekleştirmek için çok amaçlı karar verme yöntemlerinden olan Hedef Programlama Yöntemi uygulanmıştır. Ele alınan tedarik zinciri üç aşamalı, tek ürünlü ve üç periyotlu bir tedarik zinciridir. Firma tedarik zinciri için elinde olan toplam bütçesini yedi ayrı kaleme bölmek istemektedir. Her bir kalem için karar vericiler hedef bütçe rakamlarını belirlemişlerdir. Tespit edilen hedeflerden minimum sapmaları sağlayacak dağıtım planlaması hedef programlama ile belirlenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, hedef programlama kullanılarak yapılan bütçe planlamasında hedef programlama kullanılmadan yapılan önceki bütçe planlamasına göre daha az maliyete katlanılması gerektiği görülmüştür. Bu çalışma, hedef programlamanın tedarik zinciri ağ tasarımı kapsamında, bütçe ayrıştırması ve dağıtım planlaması faaliyetlerinde kullanılabilirliğini ortaya koyması açısından literatüre ve karar vericilere katkı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Tedarik Zinciri, Hedef Programlama, Optimizasyon, Dağıtım Planlaması

Jel Kodları: C61, M11

DISTRIBUTION PLANNING AND BUDGET ALLOCATION IN A SUPPLY CHAIN WITH GOAL PROGRAMMING

ABSTRACT

In this study, goal programming is applied to optimize the parameters for the distribution planning in a supply chain that involves various budget goals. The supply chain in this study is a three echelon – one product- three period supply chain. The firm who owns the chain desires to divide total supply chain budget into seven parts. For every part decision makers determined the desired amounts which are the goals for every budget part. Distribution planning - with minimum deviation from the goal values- are determined with goal programming. According to the findings of this study the firm can use less amount of budget while applying goal programming in comparison to previous budget planning. This study showed the usability of goal programming method in the distribution planning and budget allocation in supply chains.

Key Words: Supply Chain, Goal Programming, Optimization, Distribution Planning

Jel Codes: C61, M11

*Yrd. Doç. Dr., Celal Bayar Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler AD
cigdem.sofyalioglu@yahoo.com

**Arş. Gör., Celal Bayar Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü, Sayısal Yöntemler AD
sule.ozturk@cbu.edu.tr

GİRİŞ

Günümüz koşullarında etkili ve verimli bir tedarik zinciri gerek ülkeler gerek firmalar için sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlar ve onların artan çevresel çalkantı ve yoğun rekabet baskısıyla başa çıkmalarına yardımcı olur (Pishvae et al., 2011: 637). Tedarik zinciri hammaddelerin, parça ve malzemelerin elde edilmesi, bunların yarı-mamul ve nihai ürünlere dönüştürülmesi ve nihai ürünlerin müşterilere etkin bir biçimde dağıtılması faaliyetlerini yerine getiren araç ve dağıtım seçenekleri ağıdır (Güleş ve Çağlıyan, 2010: 8). Tedarik zinciri ağı; tedarikçi, nakliyecisi, üretici, dağıtım merkezleri, perakendeci ve tüketici ile ortaya çıkan tedarik zincirini oluşturan sistemler, alt sistemler, operasyonlar, aktiviteler ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini içeren karmaşık bir bütündür (Paksoy, 2005: 439).

Artan rekabet şartları firmaların tedarik zinciri performansını doğrudan etkileyen dağıtım stratejilerini yeniden gözden geçirmelerini ve bu stratejilerin optimum düzeyini bulmalarını gerektirmektedir (Li vd., 2007; 505). Sınırlı kaynaklar, sınırlı üretim ve dağıtım kapasiteleri, sınırlı bütçe kalemleri firmaların yüzleşmek durumunda olduğu koşullardır. Bu koşullar altında optimum dağıtım planının bulunması tedarik zincirinin en önemli hedefleri içinde yer almalıdır.

Bu çalışmanın amacı, çeşitli kapasite kısıtları ve çeşitli bütçe hedefleri içeren bir tedarik zincirinde en etkin dağıtım planlaması parametrelerini bulabilmek ve maliyet kalemlerinin etkin bir şekilde ayrıştırılabilmesini gerçekleştirmektir. Bu amaca yönelik olarak çok amaçlı karar verme yöntemlerinden olan Hedef Programlama Yöntemi uygulanacaktır.

Hedef programlamanın tedarik zinciri ağ tasarımı kapsamında, dağıtım planlaması faaliyetlerinde kullanılabilirliğini ortaya koymak ve ortaya çıkacak sonuçların anlamlı bir şekilde yorumlanıp yorumlanamayacağını görebilmek de bu çalışmanın hedefleri arasındadır. Ayrıca tedarik zinciri için firmalara ayrılan bütçelerin etkin bir şekilde paylaşımının yapılmasında hedef programlamanın da bir yöntem olabileceğini göstermek bu çalışmanın bir başka amacıdır. Bu çalışma sayesinde yöneticilerin birden fazla amaç içeren tedarik zincirlerinde hedef programlama yöntemini kullanmalarının getirilerini değerlendirmeleri de sağlanacaktır.

Bu çalışmanın ilerleyen bölümleri şu şekildedir: İkinci bölümde tedarik zinciri ağ tasarımı, üçüncü bölümde literatürde hedef programlama ve formülasyonundan, dördüncü bölümde hedef programlama uygulanacak modelden ve son bölümde hedef programlamanın sonuçlarından bahsedilecektir.

1. TEDARİK ZİNCİRİ AĞ TASARIMI

Tedarik zinciri ağları modern dünyada ekonomik faaliyetlerin belkemiği haline gelmiştir. Gıda, enerji, ilaç, giysi, bilgisayar donanımı hatta oyuncak gibi çeşitli ürünlerin zamanında ve etkin bir biçimde teslimine verilen önem bu konunun araştırılmasında araştırmacı ve uygulamacılar arasında yoğun bir ilgi uyandırmıştır. Aslında optimal tedarik zinciri ağının belirlenmesi, problemin kavramsallaştırılmasıyla başlayan, titiz bir formülasyon ve nihai çözümle devam eden zor bir süreçtir (Nagurney, 2010: 200). Tedarik zinciri ağ tasarımı tedarik zinciri yönetiminde en önemli stratejik kararlardan birisidir. Ağ tasarımı kararları genellikle tesislerin sayısı, konumlandırılması, kapasiteleri veya bunlar arasındaki akış miktarlarının belirlenmesi gibi konuları içerir (Pishvae et al., 2011: 637). Tedarik zinciri ağının planlaması ve kontrolü için, arzu edilen optimizasyon hedefleri ve ağ

performans ölçütleri ile de birleştirilerek, deterministik / stokastik analitik modeller, bulanık/olabilirlikli modeller ve simülasyon modellerini içeren çeşitli yöntemler ele alınabilir (Seferlis and Giannelos, 2004: 799; Paksoy ve Altıparmak, 2003: 155).

Tedarik zinciri ağı tasarım problemleri basit tek bir üründen karmaşık bir çok ürün tipine, doğrusal deterministik modellerden kompleks doğrusal olmayan belirsiz modellere geniş bir dağılım gösterir. Dağıtım ağı içinde, tüketilecek, üretilecek ve tedarikçilerden müşterilere taşınacak malzeme ve ürünlerin miktarlarının saptanması önemli ağ tasarımı kararlarından birisidir. Genellikle ağ tasarımında amaç, tedarik zinciri toplam maliyetlerinin minimizasyonu ve/veya müşteri hizmet düzeyinin maksimizasyonudur (Xu, Liu and Wang, 2008: 2022).

2. HEDEF PROGRAMLAMA

Firmalar günümüzde artık çok fazla sayıda değişken altında karar vermek durumunda kalmaktadırlar. Bu nedenle firmanın tek hedefi minimum maliyet veya maksimum kar olmaktan çıkmaktadır. Bu hedefin yanında istikrarlı karın sağlanması, pazar payının artırılması, fiyat istikrarının sağlanması, çalışanların moralinin yükseltilmesi, şirket prestijini artırma, müşteri memnuniyeti, yüksek müşteri hizmet seviyeleri, ürün kalite seviyeleri gibi farklı hedeflere de ulaşmak zorunda kalmaktadırlar (Öztürk, 2012: 239) Ayrıca bir firma çok farklı sayıda departman içerdiği için bu departmanların birbirleriyle çelişen hedefleri de olabilmektedir (Brauer, 1992; 82). Örneğin müşteri hizmet seviyeleri arttırılmak istenirken, stok miktarlarının da az olması istenir. Bu iki hedef birbiriyle çeliştiği için her iki hedefin de optimum seviyesini bulmak gerekmektedir. İşte hedef programlama sayesinde sadece tek hedef belirlemek yerine birden çok hedef belirlenip doğrusal programlama ile çözülebilmektedir. İstenildiği durumda hedeflere ağırlıklar veya öncelik verilebilir.

2.1. LİTERATÜRDE HEDEF PROGRAMLAMA

Hedef programlama yöntemi kullanan çalışmalara baktığımız zaman, dağıtım planlaması ve taşıma kararlarını optimize etmek için hedef programlamanın kullanıldığını görmekteyiz. Belirlenen hedeflerin ise çoğunlukla çeşitli tedarik zinciri maliyeti kalemleri, karşılanan talep miktarı ve ürün teslim süresi kavramları altında toplandığını görmekteyiz.

Brauer(1992) bir dağıtım merkezi, dört ürün ve üç müşteriden oluşan bir dağıtım ağında envanter ve dağıtım planlaması yapabilmek için hedef programlama uygulamıştır. Toplam envanter devir miktarı, tamamen karşılanan talep miktarı ve toplam sistem maliyetlerine yönelik üç hedef belirlenmiştir.

Liang (2006) çalışmasında bir çoklu kaynak ve çoklu destinasyon içeren dağıtım ağındaki taşıma kararları için bulanık çok hedefli doğrusal problem yöntemini kullanmıştır. Önerilen yöntem aynı anda hem toplam taşıma maliyetlerini minimize etmeyi hem de toplam teslim süresini minimize etmeyi hedeflemektedir. Liang (2008) daha sonra bu çalışmasını çoklu ürün ve çoklu periyot faktörlerini de ekleyerek geliştirmiştir.

Selim vd (2008) çalışmalarında üretim – dağıtım planlaması problemlerinde bulanık hedef programlamanın hem merkezi hem de merkezi olmayan tedarik zincirlerinde etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Torabi ve Hassini (2008) çalışmalarında çok sayıda tedarikçi, tek fabrika ve çok sayıda dağıtıcı içeren bir tedarik zincirinde dağıtım planlaması problemini çok hedefli olasılıksal karma tamsayı doğrusal problemi yöntemi ile ele almıştır. Toplam lojistik

maliyetlerini minimize etmek ve toplam tedarik değerini maksimize etmek şeklinde iki tane birbiriyle çelişen hedef belirlemiştir.

Türkçe literatürde de hedef programlama ile ilgili çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bunlardan en çok karşılaşılanlar üretim planlaması ile ilgili olanlardır. Ertuğrul (2005), bir tekstil firmasında işlem süresi hedefleri altında imalat planlaması için (bulanık) hedef programlamayı kullanmıştır. Organ vd. (2013) bütünleşik üretim planlaması kapsamında firmanın kar ve maliyet hedefleri belirleyerek, üretim planlamasını (bulanık) hedef programlama kullanarak gerçekleştirmiştir. Erpolat (2010) çalışmasında üretim planlama problemini hedef programlama ve bulanık hedef programlama yöntemleri ile çözerek sonuçlarını karşılaştırılmıştır. Kağnıcıoğlu (2006) üretim planlaması problemi için hedef programlama ve bulanık hedef programlama yöntemlerini karşılaştırmıştır. Ayan (2010) üretim planlaması probleminde bulanık hedef programlama kullanmıştır. Koçanlı vd. (2012) üretim programı çizelgelemesi probleminde hedef programlama ve genetik algoritma yöntemlerini kullanmıştır.

Üretim planlamasının yanında hizmet sektöründe de hedef programlamanın kullanıldığını görülmektedir. Bağ vd. (2012) hizmet sektöründe görev çizelgeleme problemi için hedef programlama yöntemini kullanmıştır. Alp (2008) toplu taşıma sisteminde hedef süreler ve hedef sefer sayıları unsurları altında hedef programlama uygulanmıştır. Turanlı ve Köse (2005) hedef programlama yöntemi ile çeşitli sigorta şirketlerinin performanslarını karlılık, likidite ve kapasite hedeflerini baz alarak incelemiştir. Ediz ve Yağdıran (2009) çeşitli beslenme hedefleri açısından kişiler için menü planlaması yapabilmek için hedef programlama kullanmıştır.

Hedef programlamanın çizelgeleme problemlerinde de kullanıldığını gözlemlenmiştir. Orhan vd. (2012) uçak rotalama ve bakım planı çizelgelemesinde hedef programlamayı kullanmıştır. Çalışkan ve Sungur (2009) çalışan çizelgeleme probleminde hedef programlama yöntemini kullanmıştır.

Son olarak hedef programlama tedarikçi seçimi problemi için de kullanılmaya uygun bir yöntemdir. Özcan (2006) tedarikçi seçimi problemi için hedef programlama yöntemini uygulamıştır. Aynı zamanda Çebi ve Bayraktar (2003) da tedarikçi seçim probleminde hedef programlamayı kullanmıştır.

Yukarıda sözü geçen çalışmalardan görüldüğü üzere Türkçe literatüre bakıldığı zaman hedef programlama ile yapılan çalışmaların üretim planlaması, çalışan çizelgelemesi, performans değerlendirmesi ve az sayıda tedarikçi seçimi üzerine odaklandığını görmekteyiz. Tedarik zinciri ağ tasarımı kapsamında dağıtım ve bütçe planlaması problemi için hedef programlama yapan çalışma şimdiye kadar edinilen bilgilere dayanarak Türkçe literatürde görülmemektedir. Bu kapsamda bu çalışma Türkçe literatüre anlamlı bir katkıda bulunacaktır. Tedarik zinciri modellemesinde hedef programlama kullanımı, üretim planlaması, çalışan çizelgelemesi, performans değerlendirmesi ya da tedarikçi seçimi problemlerinden farklıdır. Bu bağlamda, bu çalışma hedef programlamanın tedarik zinciri dağıtım ve bütçe planlamasında uygulanabilirliğini göstermek açısından Türkçe literatüre önemli bir katkı sağlayacaktır.

2.2. HEDEF PROGRAMLAMA FORMÜLASYONU

Hedef programlamada hedef kısıtları ve sistem kısıtları olmak üzere iki tür kısıt bulunmaktadır. Hedef kısıtları ile her bir hedef için spesifik sayısal hedefler belirlenir. Amaç bu hedefleri en yüksek derecede yaklaşılabilmektir. Bu nedenle amaç fonksiyonu hedeflerden sapmaların toplamının minimum olacağı şekilde ifade edilir. Sistem kısıtları ise

klasik doğrusal programlamada yer alan ilgili probleme ilişkin ortaya çıkmış olan yapısal kısıtlayıcılarıdır.

Hedef programlama formülasyonu şu şekildedir (Öztürk, 2012; 240-241):

$$\text{Min } \sum_{i=1}^m (d_i^- + d_i^+)$$

Kısıtlar:

$$g_k(x) \leq 0$$

$$f_i(x) + d_i^- + d_i^+ = b_i$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0$$

$$d_i^- * d_i^+ = 0$$

$$k = 1, 2, \dots, p$$

$$i = 1, 2, \dots, m$$

Burada “ $g_k(x) \leq 0$ ” sistem kısıtlarını, “ $f_i(x) + d_i^- + d_i^+ = b_i$ ” hedef kısıtlarını, b_i ise hedefler için belirlenmiş sayısal değerleri göstermektedir. d_i^- hedef değer altında kalınması durumundaki eksi sapmayı, d_i^+ ise hedef değer üstünde kalınması sonucundaki artı sapmayı göstermektedir. Hedef programlamada amaç ise bu sapmaların toplamını minimum yapmaktır.

Bu çalışma ile çok aşamalı, çok dönemli, tek ürünlü, merkezi (centralized) bir tedarik zincirinde hedef programlamanın dağıtım planlamasında ve bütçe kalemlerinin ayrıştırılmasında kullanılabilirliği değerlendirilecektir. Aşağıdaki nedenlerden ötürü bu çalışmada hedef programlama kullanılmıştır:

1. Firmaların ellerinde genellikle tedarik zinciri için bir bütçe bulunmaktadır. Tedarik zincirinde bulunan maliyet kalemleri farklı bütçeler gerektirdiğinden toplam bütçenin ne kadarının hangi kalemler için kullanılması gerektiği bilinmesi gereken önemli bir husustur.
2. Firmalar tedarik zincirinde bulunan her bir maliyet kalemi için bütçe hedefi geliştirirse ve bu hedefe ne kadar yakın ya da uzak olduğunu görebilirse bütçesini doğru bir şekilde ayrıştırabilecektir. Belirlenen hedefe ne kadar yaklaşıp yaklaşmadığını hedef programlama ile görülebilir.
3. Bütçenin doğru bir şekilde ayrıştırılıp kullanılmasını sağlayacak optimum dağıtım planı da yine doğrusal hedef programlama ile gerçekleştirilebilir.

3. UYGULAMA

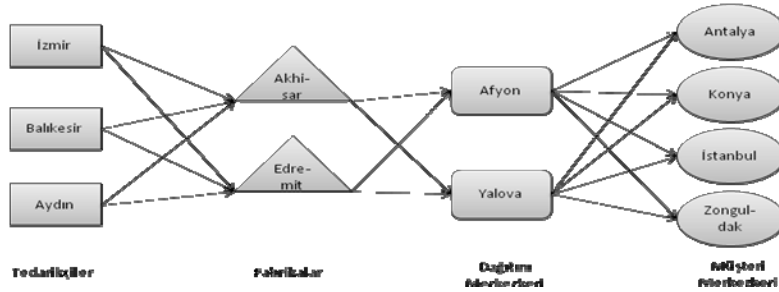
Bu çalışmada entegre çalışan merkezi bir tedarik zinciri sistemi ele alınacaktır. Bu çalışma zeytinyağı ürününün varsayımsal olarak Türkiye sınırlarındaki bir tedarik zincirinde dağıtım planlamasını yapmayı hedeflemektedir. Belirtilen plan zeytinyağının müşterilere dağıtımını içeren işlemleri kapsamaktadır.

3.1. PROBLEMİN TANIMLANMASI

Merkezi bir tedarik zincirinde, firmanın bütçe hedefleri doğrultusunda tedarikçiler, fabrikalar, dağıtım merkezleri ve müşteri merkezleri arasında taşınan ürün miktarlarının optimum seviyelerini bulabilmek amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada sözü geçen amaçlara ulaşmak için tedarikçi, fabrika, depo kapasiteleri, müşteri talepleri, stok, ulaştırma ve yok satma maliyetleri gibi değişkenler dikkate alınarak hedef programlama modeli oluşturulmuştur. İncelenen tedarik zinciri yapısı, tedarikçilerden müşterilere zeytinyağı gönderimi şeklinde Şekil 1’de görüldüğü gibi üç aşamalıdır. Tedarik zincirinde tek bir ürün (zeytinyağı) bulunmaktadır. Özetlersek, ele alınacak tedarik zinciri üç aşamalı, tek ürünlü ve üç periyotlu bir tedarik zinciridir.

Şekil 1: İncelenecek Tedarik Zinciri Yapısı



Modelin varsayımlar şu şekildedir:

1. Merkezi bir tedarik zinciri söz konusudur. Tedarikçiler, fabrikalar, dağıtım merkezleri ve müşteri merkezleri tek bir firmaya aittir.
2. Tedarikçilerde stok bulunmamaktadır. Bütün ürünler fabrikalara gönderilmektedir.
3. Tedarikçi fabrikanın talebini kesin olarak bilmektedir ve fabrikaların bütün siparişleri/talebi tedarikçiler tarafından karşılanmaktadır.
4. Fabrikalar ve dağıtım merkezleri ürün stoğu bulundurmaktadır.
5. Her periyotta bütün tedarikçilerden bütün fabrikalara, bütün fabrikalardan bütün dağıtım merkezlerine, bütün dağıtım merkezlerinden bütün müşterilere en fazla bir defa ürün ikmal gerçekleşmektedir.
6. Fabrikalar ve dağıtım merkezleri, ellerinde yeterli ürün olmadığı zaman eksik kalan miktarları bir sonraki periyotta kendi müşterilerine göndermektedirler. Yani eksik kalan miktarlar bir sonraki periyotta gönderilmek üzere yok satılmaktadır.
7. Tedarik zincirindeki bütün taraflar için ürünlerin ikmal için yola çıkması ve teslimatı aynı periyot içinde gerçekleşmektedir. Bir diğer deyişle ürün taşımaları esnasındaki zaman periyot içinde ihmal edilebilir düzeydedir.
8. Dağıtım merkezi ve müşteriler için dönem içindeki sipariş miktarı ilgili tarafa gönderilecek ürün miktarı ve varsa o dönem ilgili taraf için ortaya çıkan yok satma miktarının toplamına eşittir.
9. Taraflar için sipariş maliyetleri ihmal edilebilir düzeydedir.

Bu çalışmada tedarik zinciri maliyet unsurları olarak taşıma maliyetleri, elde bulundurma maliyetleri ve yok satma maliyetleri belirlenmiştir. Tedarik zincirinin sahibi olan firma tedarik zinciri maliyetlerini alt kalemlere ayırmak istemektedir. Firma, taşıma maliyetlerini tedarikçiler, fabrikalar ve dağıtım merkezleri için ayrı olmak üzere üç kaleme, elde bulundurma maliyetlerini fabrikalar ve dağıtım merkezleri için ayrı olmak üzere iki

kaleme ve son olarak da yok satma maliyetlerini fabrikalar ve dağıtım merkezleri için ayrı olmak üzere iki kaleme ayırmak istemektedir. Özet olarak firma tedarik zinciri için elinde olan toplam bütçesini 7 ayrı kaleme bölmek istemektedir. Her bir kalem için karar vericiler bütçe rakamlarını belirlemişlerdir. Bu belirlenen rakamların toplam maliyete olumlu yansıyacak şekilde doğru ayrıştırılıp ayrıştırılmadığı karar vericiler tarafından görülmek istenmektedir. Bu amaçla hedef programlama kullanılmıştır. Ayrıştırılan bütçe kalemlerinin ne kadar altında ya da ne kadar üstünde kaldığının gözlemlenmesi karar vericilere yol gösterici olacaktır. Firma tedarik zinciri için toplam 55000 lira bütçe ayırmıştır. Sözü geçen 7 tane alt kalem için bütçe hedefleri şu şekildedir:

1. Tedarikçiler için toplam taşıma maliyetleri 7000 lirayı geçmemelidir.
2. Fabrikalar için toplam taşıma maliyetleri 11000 lirayı geçmemelidir.
3. Dağıtım merkezleri için toplam taşıma maliyetleri 12000 lirayı geçmemelidir.
4. Fabrikalar için elde bulundurma maliyetleri 4500 lirayı geçmemelidir.
5. Dağıtım merkezleri için elde bulundurma maliyetleri 5500 lirayı geçmemelidir.
6. Fabrikalar için toplam yok satma maliyetleri 7000 lirayı geçmemelidir.
7. Dağıtım merkezleri için toplam yok satma maliyetleri 8000 lirayı geçmemelidir.

Modelde bulunan taşıma maliyetleri, lokasyonlar arası mesafe, taşıma araçlarının kapasiteleri ve birim zamanda harcanacak yakıt miktarı bilgileri kullanılarak belirlenmiştir. Elde bulundurma maliyetleri zeytinyağı üreticisi bir firma ile görüşülerek belirlenmiştir. Yok satma maliyetleri ise satılmayan ürünün satış fiyatı olarak belirlenmiştir. Ürünlerin satış fiyatları da yine zeytinyağı üreticisi firma ile görüşmeler sonucunda tespit edilmiştir.

3.2. HEDEF PROGRAMLAMA MODELİ

Modelin kurulması için gerekli olan karar değişkenleri ve parametreler aşağıda verilmiştir:

3.2.1. İndeksler:

i: tedarikçi indeksi, $i \in \{1,2,3\}$

j: fabrika indeksi; $j \in \{1,2\}$

d: dağıtım merkezi indeksi; $d \in \{1,2\}$

k: müşteri indeksi; $k \in \{1,2,3,4\}$

p: periyot indeksi; $p \in \{1,2,3\}$

3.2.2. Karar Değişkenleri:

QA_{ijp} = i. tedarikçiden j. fabrikaya p. periyotta taşınan ürün miktarı

QB_{jdp} = j. fabrikadan d. dağıtım merkezine p. periyotta taşınan ürün miktarı

QC_{dkp} = d. dağıtım merkezinden k. müşteriye p. periyotta taşınan ürün miktarı

Z_{jdp} = j. fabrikanın d. dağıtım merkezine p. periyotta yok sattığı ürün miktarı (d. dağıtım merkezinin j. fabrika tarafından p. periyotta karşılanamayan siparişi)

B_{dkp} = d. dağıtım merkezinin k. müşteriye p. periyotta yok sattığı ürün miktarı (k. müşterinin d. dağıtım merkezi tarafından p. periyotta karşılanamayan siparişi)

S_{jp} = j. fabrikanın p. dönemdeki stok miktarı

M_{dp} = d. dağıtım merkezinin p. dönemdeki stok miktarı

3.2.3. Model Parametreleri:

CA_{ijp} = i. tedarikçiden, j. fabrikaya p. dönemde birim taşıma maliyeti

CB_{jdp} = j. fabrikadan, d. dağıtım merkezine p. dönemde birim taşıma maliyeti

CC_{dkp} = d. dağıtım merkezinden k. müşteriye p. dönemde birim taşıma maliyeti

A_{ip} = i. tedarikçinin p. dönemdeki kapasitesi

B_{jp} = j. fabrikanın p. dönemdeki kapasitesi

E_{dp} = d. dağıtım merkezinin p. dönemdeki kapasitesi

D_{kp} = k. müşterinin p. dönemdeki tahmini talebi

N_{dp} = d. dağıtım merkezinin p. dönemdeki tahmini talebi

V_{jp} = j. fabrikanın p. dönemdeki bilinen talebi

R = Fabrikaların birim elde bulundurma maliyeti

L = Dağıtım merkezlerinin birim elde bulundurma maliyeti

X = Fabrikaların karşılanamayan talep için birim maliyeti (birim yok satma maliyeti)

T = Dağıtım merkezlerinin karşılanamayan talep için birim maliyet (birim yok satma maliyeti)

Model parametrelerine ve başlangıç stok miktarlarına ilişkin değerler tablo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ve 8'de görülebilmektedir.

Tablo1: Tedarikçilerden fabrikalara birim taşıma maliyetleri (TL)

	Fabrika 1			Fabrika 2		
	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
Tedarikçi 1	0.402	0.415	0.437	1.346	1.357	1.415
Tedarikçi 2	0.384	0.405	0.418	0.445	0.456	0.468
Tedarikçi 3	0.933	0.971	1.020	1.998	2.019	2.095

Tablo 2: Fabrikalardan dağıtım merkezlerine birim taşıma maliyetleri (lira)

	Dağıtım merkezi 1			Dağıtım Merkezi 2		
	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
Fabrika 1	1.163	1.033	1.108	1.531	1.675	1.584
Fabrika 2	1.610	1.441	1.540	1.542	1.687	1.595

Tablo 3: Dağıtım merkezlerinden (DM) müşterilere birim taşıma maliyetleri (lira)

	Müşteri 1			Müşteri 2			Müşteri 3			Müşteri 4		
	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
DM 1	0.751	0.719	0.729	0.379	0.412	0.446	1.984	2.074	2.157	0.52	0.495	0.56
DM 2	1.455	1.389	1.404	0.947	1.032	1.123	0.741	0.773	0.806	1	0.31	0.34
										8	0.302	7

Tablo 4: Kapasiteler (ton)

	P 1	P 2	P 3
Tedarikçi 1 (ton zeytin)	2400	2400	2700
Tedarikçi 2	3200	3200	3100
Tedarikçi 3	1600	1600	1700
Fabrika 1 (ton zeytinyağı)	3200	3000	3500
Fabrika 2	4000	4200	4000
DM 1 (ton zeytinyağı)	3000	3200	3500
DM 2	4200	4000	4000

Tablo 5: Müşteri ve DM talepleri

	P 1	P 2	P 3
Fab1	3200	3300	3400
Fab2	3800	3800	3900
DM 1	2950	2600	2750
DM 2	3800	4100	3850
Müşteri 1 a	1800	1700	1700
Müşteri 2 k	1300	1400	1500
Müşteri 3 i	3200	3300	3400
Müşteri 4 z	800	750	850

Tablo 6: Fabrika ve DM'nin birim elde bulundurma maliyetleri

	P 1	P 2	P 3
Tedarikçi 1 (ton zeytin)	0.8	0.8	0.8
Tedarikçi 2	0.8	0.8	0.8
Tedarikçi 3	0.8	0.8	0.8
Fabrika 1	0.92	0.92	0.92
Fabrika 2	0.92	0.92	0.92
DM 1	1.13	1.13	1.13
DM 2	1.13	1.13	1.13

Tablo 7: Fabrika ve DM'nin birim yok satma maliyetleri

	P 1	P 2	P 3
Fabrika 1	1	1	1
Fabrika 2	1	1	1
DM 1	1.2	1.2	1.2
DM 2	1.2	1.2	1.2

Tablo 8: Başlangıç stok miktarları

Fabrika 1	0
Fabrika 2	0
DM 1	350
DM 2	400

3.2.4. Amaç Fonksiyonu:

Amaç, bütçe kalemleri için daha önce belirlenen hedef değerlerinin üzerine mümkün olduğunca çıkmamaktır. Bu nedenle hedef değerlerin üstünde kalınması sonucunda oluşacak artı sapmaların toplamını minimize etmek amaç fonksiyonunu oluşturur:

$$\text{Min } [d1^+ + d2^+ + d3^+ + d4^+ + d5^+ + d6^+ + d7^+]$$

3.2.5. Hedef Kısıtları:

Hedef kısıtları önceki bölümde belirtilen sırasıyla şu şekildedir:

1.
$$\sum_i^3 \sum_j^2 \sum_p^2 QA_{ijp} CA_{ijp} - d1^+ + d1^- = 7000$$
2.
$$\sum_j^2 \sum_d^2 \sum_p^3 QB_{jdp} CB_{jdp} - d2^+ + d2^- = 11000$$
3.
$$\sum_d^2 \sum_k^4 \sum_p^3 QC_{dkp} CC_{dkp} - d3^+ + d3^- = 12000$$
4.
$$\sum_p^3 R \left(\sum_i^3 \sum_j^2 QA_{ijp} - \sum_j^2 \sum_d^2 QB_{jdp} - \sum_j^2 \sum_d^2 Z_{jdp} + S_{j(p-1)} \right) - d4^+ + d4^- = 4500$$

$$\begin{aligned}
5. \quad & \sum_p^3 L \left(\sum_j^2 \sum_d^2 QB_{jdp} - \sum_d^2 \sum_k^4 QC_{dkp} - \sum_d^2 \sum_k^4 B_{dkp} + M_{d(p-1)} \right) - d5^+ + d5^- = 5500 \\
6. \quad & \sum_p^3 X \left(\sum_j^2 \sum_d^2 QB_{jdp} + \sum_j^2 \sum_d^2 Z_{jd(p-1)} - \sum_i^3 \sum_j^2 QA_{ijp} + S_{j(p-1)} \right) - d6^+ + d6^- = 7000 \\
7. \quad & \sum_p^3 T \left(\sum_d^2 \sum_k^4 QC_{dkp} + \sum_d^2 \sum_k^4 B_{dk(p-1)} - \sum_j^2 \sum_d^2 QB_{jdp} + M_{d(p-1)} \right) - d7^+ + d7^- = 8000
\end{aligned}$$

Hedef kısıtı 1, 2 ve 3 sırasıyla tedarikçi, fabrika ve dağıtım merkezi için taşıma bütçesi hedeflerini göstermektedir. Hedef kısıtı 4, ve 5 sırasıyla fabrika ve dağıtım merkezi için stok taşıma (elde bulundurma) bütçesi için hedefleri göstermektedir. Hedef kısıtı 6 ve 7 ise sırasıyla fabrika ve dağıtım merkezi için yok satma maliyetleri için ayrılmış bütçe hedeflerini göstermektedir.

3.2.6. Sistem Kısıtları:

$$\sum_j^2 QA_{ijp} \leq A_{ip} \dots\dots\dots(8)$$

$$\sum_d^2 QB_{jdp} \leq B_{jp} \dots\dots\dots(9)$$

$$\sum_k^4 QC_{dkp} \leq E_{dp} \dots\dots\dots(10)$$

$$\sum_i^3 QA_{ijp} + S_{j(p-1)} - \sum_d^2 Z_{jdp} - \sum_d^2 QB_{jdp} = S_{jp} \dots\dots\dots(11)$$

$$\sum_j^2 QB_{jdp} + M_{d(p-1)} - \sum_k^4 B_{dkp} - \sum_k^3 QC_{dkp} = M_{dp} \dots\dots\dots(12)$$

$$\sum_d^2 QB_{jdp} + \sum_d^2 Z_{jd(p-1)} - \sum_i^3 QA_{ijp} - S_{j(p-1)} = \sum_d^2 Z_{jdp} \dots\dots\dots(13)$$

$$\sum_k^4 QC_{dkp} + \sum_k^4 B_{dk(p-1)} - \sum_j^2 QB_{jdp} - M_{d(p-1)} = \sum_k^4 B_{dkp} \dots\dots\dots(14)$$

$$\sum_i^2 QA_{ijp} = V_{jp} \dots\dots\dots(15)$$

$$\sum_j^2 QB_{jdp} + \sum_j^2 Z_{jd(p-1)} + \sum_j^2 Z_{jdp} \geq N_{dp} \dots\dots\dots(16)$$

$$\sum_d^2 QC_{dkp} + \sum_d^2 B_{dk(p-1)} + \sum_d^2 B_{dkp} \geq D_{dkp} \dots\dots\dots(17)$$

$$S_{jp} \leq B_{jp} \dots\dots\dots(18)$$

$$M_{dp} \leq E_{dp} \dots\dots\dots(19)$$

$$QA_{ijp}, QB_{jdp}, QC_{dkp} \geq 0 \dots\dots\dots(20)$$

Kısıt 8,9 ve 10 sırasıyla tedarikçi fabrika ve dağıtım merkezlerinin kapasite kısıtlarını göstermektedir. Taraflardan taşınan miktarlar tarafların kapasitesinden büyük olamaz. Kısıt 11 ve 12 sırasıyla fabrikalar ve dağıtım merkezleri için stok kısıtlarını göstermektedir. Fabrikanın stok kısıtı ele alınırsa; fabrikaya bu dönem gelecek ürün ve bir önceki dönemden kalan stok miktarının toplamından bu dönem fabrikanın göndereceği yok satılan siparişler ve normal siparişler çıkarıldığında bu dönemin stok miktarı bulunur. Kısıt 13 ve 14 sırasıyla fabrika ve dağıtım merkezleri için yok satma kısıtlarını oluşturmaktadır. Fabrikanın yok satma kısıtı ele alınırsa; fabrikadan bu dönem gönderilecek siparişler ile bir önceki dönemin yok satılan siparişlerinin toplamından, fabrikaya bu dönem gelecek ürünler ve bir önceki dönemden kalan stok miktarı çıkarıldığında fabrikanın bu dönemki (varsa) yok satılan siparişleri bulunur. Kısıt 15,16,17 sırasıyla fabrikanın, dağıtım merkezinin ve müşterilerin talep kısıtlarını göstermektedir. Fabrikanın talebi tedarikçi tarafından kesin olarak bilindiği için kısıt 15’de fabrikaya gönderilecek miktar fabrikanın talebine eşitlenmiştir. Dağıtım merkezlerinin ve müşterilerin talebi ise kesin olarak bilinmemektedir. Sadece tahmini miktarlar vardır. Kısıt 9’un söylediği, dağıtım merkezine dönem içinde gelecek ürün miktarı ile bir önceki dönem yok satılan siparişleri ile bu dönemki karşılanamayan siparişlerinin toplamının dağıtım merkezinin tahmini talebinden küçük olamayacağıdır. Son olarak, kısıt 18 ve 19 sırasıyla fabrikaların ve dağıtım merkezlerinin stoklarının ilgili dönemdeki kapasitelerinden büyük olamayacağı ile ilgilidir. Kısıt 20 ise taşınan miktarların pozitif olması gerektiğini göstermektedir.

4. MODELİN ÇÖZÜMÜ VE SONUÇLARI

Belirtilen hedef programlama modeli Lingo 11.0 kullanılarak çözülmüştür. Hedeflerden sapmaların toplamını minimum yapacak şekilde ortaya çıkan artı ve eksi sapma değerleri Tablo 9’da verilmiştir. Bu sapma değerlerine göre her bir hedef için gözlemlenen optimum maliyetler de Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 9: Hedef kısıtları için sapma değerleri

d1⁻	0.000000	d3⁻	0.000000	d5⁻	5500.000
d1⁺	2883.538	d3⁺	0.000000	d5⁺	0.000000
d2⁻	0.000000	d4⁻	3833.000	d6⁻	6275.000
d2⁺	17675.95	d4⁺	0.000000	d6⁺	0.000000
				d7⁻	6200.000
				d7⁺	0.000000

Tablo 10: Hedefler için gözlemlenen optimum maliyetler

Hedef 1: Tedarikçiler için optimum taşıma maliyetleri	9883.538
Hedef 2: Fabrikalar için optimum taşıma maliyetleri	28675.95
Hedef 3: Dağıtım merkezleri için optimum taşıma maliyetleri	12000
Hedef 4: Fabrikalar için optimum elde bulundurma maliyetleri	667
Hedef 5: Dağıtım merkezleri için optimum elde bulundurma maliyetleri	0
Hedef 6: Fabrikalar için optimum yok satma maliyetleri	725
Hedef 7: Dağıtım merkezleri için optimum yok satma maliyetleri	1800

Toplam Maliyet	53751.488
HP uygulanmadan önce firmanın ayırdığı toplam bütçe	55000

Tablo 10 incelendiğinde öncelikle gözlemlenen hedef programlama kullanılarak bütçe planlaması yapıldığında firma 1248.512 lira daha az maliyete katlanmaktadır. Bu sonuca göre hedef programlamanın daha az maliyet kullanımı sağlayabileceği ve bu sayede firmalar tarafından kullanılmasının faydalı olabileceği söylenilebilir.

Ayrıca bu çalışmada hedef programlamanın bütçe kalemlerine ayrı ayrı nasıl etki ettiği de görülebilmektedir. Bütçe kalemlerine ait sonuçlar ayrı ayrı incelendiğinde şu detaylar gözlemlenmiştir:

- Tedarikçi ve fabrika taşıma maliyetlerine sırasıyla 2883.538 ve 17.675 lira daha fazla bütçe ayrılmalıdır.
- Dağıtım merkezleri için belirlenen taşıma maliyetleri optimum seviyededir.
- Fabrikalar için elde bulundurma maliyetleri 3833 lira azaltılmalıdır.
- Dağıtım merkezleri stok tutmadan da çalışabilirler. Nitekim, optimum elde bulundurma maliyetleri 0 olarak gözlemlenmiştir.
- Fabrikalar ve dağıtım merkezleri için yok satma maliyetleri sırasıyla 6275 ve 6200 lira azaltılmalıdır.
- Sonuç olarak fabrikalar ve dağıtım merkezleri için elde bulundurma ve yok satma maliyetleri düşürülüp, taşıma maliyetleri için belirlenen seviyeler (özellikle fabrikalar için) artırılmalıdır.

Ayrıca hedef programlama optimum sonuçların elde edilebilmesi için taraflar arasında ne kadar ürün taşınması gerektiği bilgisini de vermektedir. Optimum sonuçların elde edilmesini sağlayan dağıtım planlaması sonuçları ise tablo 11 de görülebilir. Tablo 11’de optimum maliyetleri sağlayabilmek için taraflar arasında ne kadar ürün taşınması gerektiği görülmektedir.

Tablo 11: Optimum maliyetleri sağlayabilmek taşınması gereken ürün miktarları

QA111	1187.5	QA311	0.0000	QB211	0.000	QC131	0.000	QC221	0.0000
QA112	3300.0	QA312	0.0000	QB212	275.0	QC132	0.000	QC222	0.0000
QA113	2200.0	QA313	0.0000	QB213	0.000	QC133	976.4	QC223	0.0000
QA121	612.50	QA321	0.0000	QB221	3150	QC141	0.000	QC231	0.0000
QA122	0.0000	QA322	0.0000	QB222	3650	QC142	400.0	QC232	3300.0
QA123	0.0000	QA323	0.0000	QB223	3900	QC143	0.000	QC233	2423.5
QA211	2012.5	QB111	3075.0	QC111	0.000	QC211	0.000	QC241	475.00
QA212	0.0000	QB112	3225.0	QC112	1700	QC212	0.000	QC242	350.00
QA213	1200.0	QB113	3525.0	QC113	1049	QC213	651.4	QC243	850.00
QA221	3187.5	QB121	125.00	QC121	1300				
QA222	3800.0	QB122	0.0000	QC122	1400				
QA223	3900.0	QB123	25.000	QC123	1500				

SONUÇ

Karmaşık yapılara sahip olan Tedarik zincirleri; Taşıma maliyeti, Elde bulundurma maliyeti, yok satma maliyeti gibi farklı maliyet kalemlerini toplam maliyeti içinde barındırırlar. Bu nedenle tedarik zincirlerinde sadece toplam maliyet minimizasyonu hedefi olması, tedarik zincirleri maliyetlerindeki büyük resmin kaçınılabilmesine sebep

olabilir. Firmalar farklı maliyet kalemlerinin farkına vardıklarında bu maliyet unsurlarıyla ilgili çeşitli hedefler belirleyebilirler. Firma optimum performans için bu hedef unsurlarının hangi seviyelerde olduğunu görmek isteyebilir. Bu nedenle çok amaç içeren böyle bir problemi çözebilmek için çok amaçlı karar yöntemlerinden olan Hedef programlama kullanılmıştır.

Bu çalışma ile bir firmanın toplam tedarik zinciri bütçesi içinde taşıma maliyetleri, elde bulundurma maliyetleri ve yok satma maliyetlerine ne kadar bütçe ayırması gerektiği hedef programlama ile bulunmuştur. Hedef programlama kullanılarak oluşturulmuş toplam bütçe ile ilk başta firmanın ayırdığı bütçeden daha az olduğu görülmüştür. Bir diğer deyişle, bu yöntem kullanılarak maliyet avantajı sağlanmıştır. Bu maliyet avantajını sağlayan sistemde hangi taraflar arasında hangi periyotta ne kadar ürün taşınması gerektiğini içeren dağıtım planlaması da yine hedef programlamanın sonuçları arasındadır.

Bu çalışma hedef programlama yönteminin dağıtım planlaması ve tedarik zinciri bütçesinin ayrıştırılması faaliyetlerinde kullanılabilirliğini ortaya koymasından dolayı literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır. İlerleyen zamanlarda hedeflerin ağırlıklandırılması, önceliklendirilmesi ya da bulanıklaştırılması gibi yöntemler kullanılarak hedef programlamanın tedarik zincirinde kullanılması ile ilgili çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- ALP, S. (2008). "Doğrusal Hedef Programlama Yönteminin Otobüsle Kent İçi Toplu Taşıma Sisteminde Kullanılması." İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi (13), 73-91.
- AYAN, T. Y. (2010). "Toplam Üretim Planlaması Problemi İçin Bir Bulanık Hedef Programlama Yaklaşımı". Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi (34), 69-90.
- BAĞ, N., Özdemir, N. M., & Eren, T. (2012). "0-1 Hedef Programlama ve ANP Yöntemi ile Hemşire Çizelgeleme Problemi Çözümü". International Journal of Engineering Research and Development , 4 (1), 2-6.
- BRAUER, D., & Naadimuthu, G. (1992). "A Goal Programming Model for Aggregate Inventory And Distribution Planning." Mathl. Comput. Modelling , 16 (3), 81-90.
- ÇALIŞKAN, F., & Sungur, B. (2009). "Vasıflı Kayan Esnek Çalışma Saati Sistemi İçin Bir Karma Tamsayı Hedef Programlama Modeli Önerisi."Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi (33), 1-18.
- ÇEBİ, F., & Bayraktar, D. (2003). "An integrated approach for supplier selection". Logistics Information Management , 16 (6), 395-400.
- EDİZ, A., & Yağdıran, Y. (2009). "Hedef Programlama Tekniği ile Menü Planlaması." Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 11 (1), 45-74.
- ERPOLAT, S. (2010). "Üretim Planlamasında Hedef Programlama Ve Bulanık Hedef Programlama Yöntemlerinin Karşılaştırılması." Öneri , 9 (34), 233-246.
- ERTUĞRUL, İ. (2005). "Bulanık Hedef Programlama Ve Bir Tekstil Firmasında Uygulama Örneği. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi , 6 (2), 45-79.

- GÜLEŞ, H., & Çağlıyan, V. (2010). "Tedarik Zinciri Yönetimi Bağlamında Ürün Yeniliğine Tedarikçi Katılımı." Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi , 3 (1), 30-40.
- KAĞNICIOĞLU, H. (2006). "Hedef programlama ile bulanık hedef programlama arasındaki ilişki." Gazi Üniversitesi İİBF Dergisi , 7 (2), 17-38.
- LI, H., Hendry, L., & Teunter, R. (2009). "A strategic capacity allocation model for a complex supply chain: Formulation and solution approach comparison." International Journal of Production Economics , 121, 505-518.
- LIANG, T.-F. (2006). "Distribution planning decisions using interactive fuzzy multi-objective linear programming." Fuzzy Sets and Systems (157), 1303–1316.
- LIANG, T.-F. (2008). "Fuzzy multi-objective production/distribution planning decisions with multi-product and multi-time period in a supply chain." Computers & Industrial Engineering (55), 676–694.
- KOÇANLI, M. M., Aydınbeyli, Y. E. (2008). "Eti Şirketler Grubu'nda Üretim Çizelgeleme Problemi İçin Bir Hedef Programlama Modeli Ve Genetik Algoritma." Endüstri Mühendisliği Dergisi , 23 (3), 4-21.
- NAGURNEY, A. (2010). "Optimal supply chain network design and redesign at minimal total cost and with demand satisfaction." International Journal of Production Economics , 128, 200-208.
- ORGAN, A., Ertuğrul, İ., & Gürel, S. G. (2013). "Bütünleşik Üretim Planlamasının Hedef Programlamayla Optimizasyonu Ve Denizli İmalat Sanayiinde Uygulanması." Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi , 6 (1), 96-115.
- ORHAN, İ., Kapanoğlu, M., & Karakoç, T. H. (2012). "Hedef Programlama İle Bütünleşik Uçak Rotalama Ve Bakım Çizelgeleme." Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University , 27 (1), 11-26.
- ÖZCAN, E. C. (2006). "Tedarikçi Seçim Problemi İçin Bir Amaç Programlama Modeli." Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü : Yüksek Lisans Tezi.
- ÖZTÜRK, A. (2012). *Yöneylem Araştırması*. Bursa: Ekin Yayınevi.
- 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 Dergisi (14), 435-454.
- PAKSOY, T., & Altıparmak, F. (2003). "Dağıtım Ağlarının Tasarımı Ve En İyilemesi Kapsamında Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimine Bir Bakış: Son Gelişmeler Ve Genel Durum." Yıldız Teknik Üniversitesi Dergisi , 4, 149-167.
- PİSHVAEE, M. S., Rabbani, M., & Torabi, S. A. (2011). "A robust optimization approach to closed-loop supply chain network design under uncertainty." Applied Mathematical Modelling , 35, 637-649.
- SEFERLİS, P., & Giannelos, N. F. (2004). "A two-layered optimisation-based control strategy for multi-echelon supply chain networks." Computers and Chemical Engineering , 28, 799-809.

- SELİM, H., Araz, C., & Ozkarahan, I. (2008). "Collaborative production–distribution planning in supply chain: A fuzzy goal programming approach." *Transportation Research Part E* (44), 396–419.
- TORABİ, S., & Hassini, E. (2008). "An interactive possibilistic programming approach for multiple objective supply chain master planning." *Fuzzy Sets and Systems* (159), 193–214.
- TURANLI, M., & Köse, A. (2005). "Doğrusal Hedef Programlama Yöntemi İle Türkiye'deki Sigorta Şirketlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi." *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4 (7), 19-39.
- XU, J. L. (2008). "A Class of Multi-Objective Supply Chain Networks Optimal Model under Random Fuzzy Environment and its Application to the Industry of Chinese Liquor." *Information Sciences: An International Journal* (178), 2022-2043.