

BİR UN FABRİKASINDA HEDEF PROGRAMLAMA UYGULAMASI

Abdullah Oktay DÜNDAR*

Muammer ZERENLER**

ÖZET

İşletmeler günümüz rekabet ortamının çalkantılı doğasında faaliyetlerini sürdürürken, sahip oldukları kıt kaynakları optimum kullanmak zorundadır. Bu durum işletmenin karlılık, verimlilik, etkinlik gibi üst amaçlarına ulaşma sürecinde, kalitenin artırılması, maliyetlerin azaltılması, kapasite kullanımı gibi alt amaçlarının da koordinasyonunu gerekli kılmaktadır. İşletme yöneticileri karar alma sürecinde çoğu zaman birbiriyle çelişen bu alt amaçları bir arada inceleyerek, problemlere daha gerçekçi bir yaklaşım elde edebilirler. Hedef Programlama, karar alma sürecinde yöneticilere birçok amacı bir arada inceleme olanağı tanıyan bir yöntemdir. Bu yöntemle, işletmelerin karşılaştığı sorunlar daha gerçekçi bir yaklaşımla ele alınabilmektedir. Bu çalışmada, bir un fabrikasında yöneticiler tarafından belirlenen birçok amacı inceleyen bir üretim planlama problemi ele alınmaktadır. Önceliklendirilmiş amaçlar doğrultusunda işletmenin sahip olduğu kıt kaynakların yine işletmenin sahip olduğu kısıtlar çerçevesinde optimum dağıtımının sağlanması amaçlanmıştır. Hipotetik verilere dayalı olarak model kurulmuş, WinQSB programı kullanılarak çözüm sonuçlarına ulaşılmış ve sonuçlar karar alma sürecine yön verecek şekilde değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Üretim Planlama, Çok Amaçlı Karar Verme, Hedef Programlama, Un Fabrikası

* Öğr. Gör., Selçuk Üniversitesi, Akören Ali Rıza Ercan MYO.

** Doç. Dr., Selçuk Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi.

1. GİRİŞ

İşletmelerde üretim sistemlerinde karar alma süreci, tüketicilerin daha fazla çeşit, artan kalite ve düşük maliyet gibi birçok beklentileri ile daha karmaşık bir hal almıştır. Bu karmaşıklık, değerlendirilmesi gereken, çoğu zaman birbiriyle çelişen ve sonucu etkileyecek faktörlerin çokluğu ile ortaya çıkmıştır. Hızla değişen ve dinamik bir özellik taşıyan rekabet ortamında üretim yöneticilerinin karar alma sürecinde tek bir amaca odaklanmaları, yapılan planlar ile gerçekleşen sonuçlar arasında özellikle birbiriyle çelişen birçok amacın başarılması gereken durumlarda istenmeyen farklılıklar oluşturmaktadır. Bu durum, işletmenin ulaşması gereken amaçları bir arada incelenmesini gerekli kılmakta ve gerçek hayat problemlerinin çözülmesinde daha başarılı olan çok amaçlı karar verme yöntemlerinin kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. Hedef Programlama karar verme sürecinde birçok amacı bir arada inceleme olanağı tanıyan çok amaçlı karar verme yöntemlerinden biridir.

Bu çalışmada öncelikle çok amaçlı karar verme hakkında bilgi verildikten sonra çok amaçlı karar verme yöntemlerinden biri olan hedef programlama incelenmiştir. Daha sonra literatürde hedef programlama kullanılarak yapılmış çalışmalara yer verilmiş, son bölümde ise hipotetik verilere dayalı olarak kepekli ekmek yapımında kullanılan un üretimi yapan bir un fabrikasında, işletme tarafından belirlenen 6 adet amacın ele alındığı bir üretim planlama problemi için hedef programlama modeli kurulmuş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. ÇOK AMAÇLI KARAR VERME

İşletmeler, performans ölçümü uygulayarak, planlanan ve gerçekleşmesi beklenen sonuçlar ile gerçekleşen sonuçlar arasındaki farkları izleyebilmekte, planların eksik yönlerini belirlemekte ve yeni planlar için kullanabilmektedir. Karar vericiler işletmenin etkinlik, verimlilik, kar, maliyet ve kalite gibi amaçlarının başarılmasını ve denetimini performans ölçüm ve değerlendirmeleriyle belirlerken, çoğu zaman birbiriyle çelişen ve birbirini olumsuz yönde etkileyen bu amaçlar arasından optimum oranları bulmak zorundadırlar. Birbiriyle çatışan ve birden fazla amacın göz önünde bulundurulması gereken problemlere çözüm getirebilmek için Çok Amaçlı

Karar Verme(ÇAKV) analizinden yararlanılmaktadır. ÇAKV analizi amaçlara etki eden çok sayıda değişken ve alternatifi bir arada inceleyen ve çözüm geliştirebilen bir yapıya sahiptir. Böylelikle ÇAKV analizinin kullanılması, gerçek hayatta karşılaşılan kişisel veya kurumsal problemlerin niteliğinde var olan karmaşıklığın ele alınabilmesi için, özellikle işletmelerin stratejik ve kritik kararlarının değerlendirilmesi sürecinde daha gerçekçi bir yaklaşım geliştirilebilmesi açısından gereklidir(Bülbül ve Köse 2009:1). Yatırım imkan ve kaynaklarının kısıtlı olduğu ve birbiriyle çelişen sosyo politik koşullarla ilişkili amaçların başarılması gerektiği durumlarda, ÇAKV analizi yöntemlerinin kullanılması, doğru ve etkin bir yatırım kararı için oldukça önemlidir.(Keçek 2005:1)

ÇAKV'de bir tek amaç fonksiyonunun en iyilenmesi yerine, m tane amaç fonksiyonu içeren bir vektör en iyilenmektedir. Problemin optimum çözüm noktası, bütün amaç fonksiyonlarını bir arada enbüyükleyen çözüm alanı içerisinde yer almaktadır. Bu şekilde bir çözümün elde edilmesi çok zordur. Çünkü ulaşılmaya çalışılan amaçlar, birbiriyle çatışmakta ve birbirini zıt yönde etkilemektedir. Bir işletmenin kalite kontrol departmanının amaçları arasında kalitenin artırılması ve kalite maliyetlerinin azaltılması buna bir örnektir(Bölat ve Kuzucu, 2006:115).

3. HEDEF PROGRAMLAMA

Hedef programlama(HP),1955'te Charnes, v.d. tarafından geliştirilen çok amaçlı programlama tekniğidir ve 1961'de Charnes ve Cooper tarafından daha açık bir şekilde ortaya konulmuştur(Tamiz ve diğerleri, 1999:179). Charnes ve Cooper'ın öğrencileri ve daha sonra diğer araştırmacılar tarafından -özellikle de Ijiri, Jaaskelainen, Huss, Ignizio, Gass, Romero, Tamiz ve Jones- genişletilmiş ve zenginleştirilmiştir (Ignizio ve Romero, 2003:491). HP, ÇAKV teknikleri içerisinde seçkin ve etkin bir teknik olarak bilinir ve HP'nin teorik ve işlemsel durumlarının geliştirilmesi amacıyla yapılan araştırmalar yoğunudur(Tamiz ve diğerleri, 1999:179).

HP, birden çok hedef ve amacı barındıran, temelde doğrusal programlama yöntemini kullanan bir tekniktir(Arıkan ve diğerleri 2008:5). Doğrudan tek bir amacı optimize eden doğrusal programlamanın aksine, HP, yöneticiler tarafından belirlenen hedef değerler ve mevcut durum arasındaki sapmaları

minimize ederek, birbiriyle çatışan amaçları daha gerçekçi olarak yönetebilmek amacıyla kullanılmaktadır (Leung ve diğerleri 2003:427). HP, amaçların hepsini birer kısıt haline dönüştürür ve amaçlardan sapmayı enküçüklemeye çalışır. HP hedeflerden sapmayı en küçüklemeye birlikte, bu işlemi hedefler arasında öncelik ve önem sırasına göre yapan bir tekniktir. Hedefler arasındaki öncelik ve önem ilişkisi, ağırlıklı katsayılarının amaç fonksiyonundaki hedeflere eklenmesi yoluyla belirlenmektedir (Ediz ve Yağdıran 2009:50). Birinci öncelikli hedefler için istenmeyen sapmalar en küçüklendikten sonra bir sonraki hedefe geçilir. Bu aşamada birinci öncelikli hedeften sapmaya izin verilmez. Bu işlem tüm hedefler için sırasıyla gerçekleştirilir (Keçek 2005:3). Genel bir HP modeli aşağıdaki biçimde verilebilir;

$$\text{Min } Z = [P_1 h_1 (d_1^-, d_1^+), P_2 h_2 (d_2^-, d_2^+), \dots, P_k h_k (d_k^-, d_k^+)]$$

$$f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i, \quad i=1,2,3,\dots,q$$

$$g_j(x) + d_j^- - d_j^+ = b_j, \quad j=1,2,3,\dots,n$$

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

Burada,

$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$: Karar değişkenleri vektörünü,

q : amaç fonksiyonlarının sayısını,

f_i : i . amaç fonksiyonunu,

n : kaynak kısıt sayısını

g_j : j . kaynak kısıtını

b_i : i amaç fonksiyonu için karar verici tarafından belirlenmiş hedefi,

b_j : j . kısıtın sağ yan değerini,

d_i^- : i . Hedeften negatif sapma değerini,

- d_i^+ : i. Hedeften pozitif sapma değerini,
 d_j^- : j. kaynaktan negatif sapma değerini,
 d_j^+ : j. kaynaktan pozitif sapma değerini,
 $h_i(d_i^-, d_i^+)$: i. Hedef için doğrusal erişim fonksiyonunu,
 P_i : i. Hedef için karar verici tarafından belirlenmiş önceliği,
 k : hedef sayısını
göstermektedir.

3.1 Hedef Programlamanın Avantajları

Bu yöntemle birden çok amaca sahip problemlerinin çözümü gerçekleştirilebilir. HP karar vericiye, amaçların önceliklerinin belirlenmesi açısından kolaylık sağlarken, birbiriyle çelişen amaçların aynı amaç fonksiyonunda ele alınmasına olanak sağlar. Gerçekleştirilmesi zorunlu olmayan kısıtların bulunmasına izin verir. HP problemlerinin çözümünde simpleks yöntemi kullanılır, dolayısıyla hesaplamalar hızlı ve etkin bir şekilde yapılabilir. Doğrusal programlamada “Uygun Çözüm Mevcut Olmayan” problemlerin çözümü için yardımcı bir teknik olarak HP kullanılabilir.

3.2 Hedef Programlamanın Dezavantajları

Amaç fonksiyonu birden çok amacı içerdiği için karmaşık bir yapıya sahip olabilir. Karar verici tarafından belirlenen hedef değerler, problemlerin subjektif olarak ele alınmasına neden olabilir. Yine karar vericiler tarafından belirlenen ağırlık ve öncelikler, problemleri değerlendirmede subjektif durumların oluşmasına neden olur. HP, karar vericilerin elde edilen sonuçlardan her zaman tatmin olmasını garanti etmez (Alp, 2008:77)

4. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde, hedef programlama kullanılarak işletmelerin karar verme problemlerine çözüm aranan pek çok uygulama vardır. Goodman (1974)

çalışmasında, toplam üretim çizelgeleme ve iş gücü problemi için hedef programlama yönteminin kullanılabilirliğini göstermiştir. Zanakis ve Maret (1981) çalışmalarında, bir işletmenin toplam işgücü planlaması problemi için hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Sardana ve Vrat (1987) çalışmalarında, büyük bir işletmenin performans hedeflerini değerlendirmek için hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Dean ve diğerleri (1990) çalışmalarında, bir esnek üretim sistemi üretim planlaması için hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Nagarur ve diğerleri (1997) çalışmalarında, yerel bir PVC boru bağlantı parçaları enjeksiyon kalıplama fabrikası için üretim, stok ve bulunmama maliyetlerini minimize eden 0-1 tamsayılı hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Özyörük ve Erol (2001), çalışmalarında çok ürünlü tek aşamalı bir üretim sisteminde üretilecek parti büyüklüklerinin belirlenmesi problemi için bir hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Atmaca (2002) çalışmasında, bir makine fabrikasında parça ve makine aileleri için çok amaçlı bir üretim planlama problemi için hedef programlama modeli geliştirmiştir. Leung ve diğerleri (2003) çalışmalarında, çok uluslu bir iç çamaşırı firmasının çok tesisli çok amaçlı toplam üretim planlama problemi için hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Wuttiornpun ve diğerleri (2005) çalışmalarında, bir otomotiv yedek parça imalatçısı firmanın ihtiyaçlarını temel alan çok aşamalı montaj için bir sonlu kapasiteli malzeme ihtiyaç planlaması problemi için hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Gülenç ve Karabulut (2005) çalışmalarında, otomobil lastiği üreten bir firmanın bir aylık üretim döneminde TBR sınıfı lastiklerden üretmesi gereken miktarların bulunması problemi için hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Keçek (2005) çalışmasında, bir dişli fabrikasında belirlenen kısıtlayıcılar ve hedefler doğrultusunda üretim planlama problemi için tamsayılı hedef programlama modeli geliştirmiştir. Li ve diğerleri (2006) çalışmalarında, tam zamanında üretim ortamında bir kitle üretim sistemi için her bir ürünün optimum üretim oranlarını belirleme problemi için hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Leung ve Ng (2007) çalışmalarında, bozulabilen ürünlerin toplam üretim planlaması problemi için üç amacı optimize eden önceliklendirilmiş hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Arıkan ve diğerleri (2008) çalışmalarında, bir tekstil işletmesinde üretim planlama problemi için hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Leung ve Chan (2009) çalışmalarında, farklı operasyonel kısıtlar altında toplam üretim

planlama problemi için hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Özcan ve Toklu (2009) çalışmalarında, çift taraflı montaj hattı dengeleme problemi ile ilgili, kesin olan amaçlar için hedef programlama modeli, kesin olmayan amaçlar için bulanık hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Hadi-Vencheh ve Aghajani (2010) çalışmalarında, bir tekstil firmasının üretim planlama problemi için hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Paksoy ve Chang (2010) çalışmalarında, stok yönetimi kısıtlamaları altında çok dönemli, çok aşamalı ve çok amaçlı bir tedarik zinciri ağ tasarımı problemi için öncelikle 0-1 karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirmişler, daha sonra geliştirilen modeli hedef programlama kullanarak çok amaçlı hale getirmişlerdir. Jung (2011) çalışmasında, üretim paydaşlarını dikkate alan bütünlük üretim planlama problemi için bulanık analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlamayı birleştiren bir model geliştirmişlerdir.

Yapılan araştırma sonucu literatürde un fabrikası üretim planlama problemi için Seçme (2005) ve Alagöz ve diğerleri (2010) tarafından doğrusal programlama kullanılarak yapılmış iki adet çalışma bulunmasına karşın hedef programlama ile yapılmış çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada Alagöz ve diğerleri (2010) tarafından ele alınan üretim planlama problemi için hedef programlama modeli geliştirilmiştir.

5. UYGULAMA

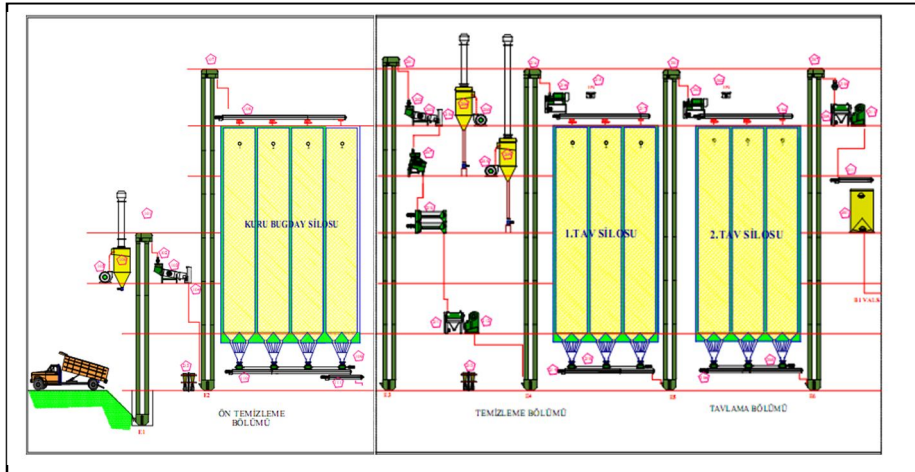
Bu bölümde, sırasıyla un üretim süreci hakkında bilgi verildikten sonra, kullanılan materyal ve metot yönteminden bahsedilecektir.

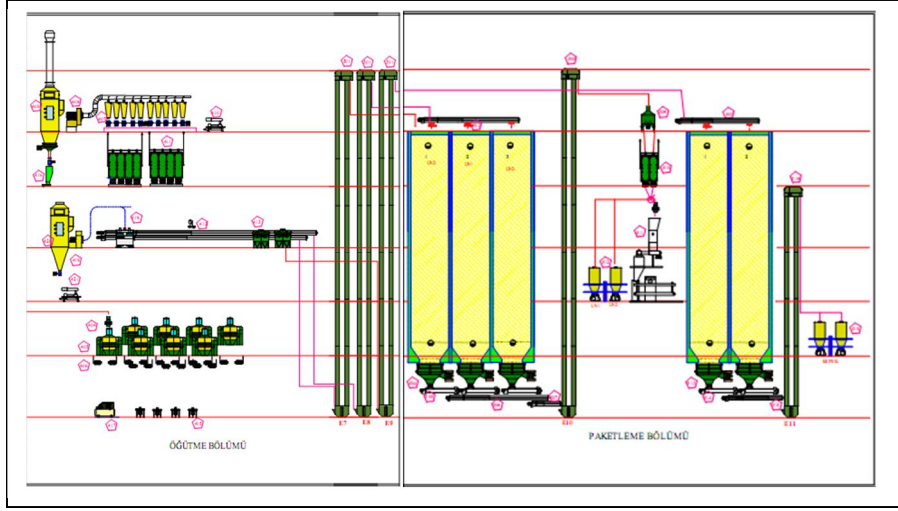
5.1 UN ÜRETİM SÜRECİ

Un fabrikaları laboratuvarlarda yapılan analiz sonuçlarına göre satın alma kararını vermekte, Analizlere uygun olarak buğdaylar kuru buğday silolarında özelliklerine göre depolanmaktadır. Satın alınan buğdaylar depolarda çoğu kez aylarca, bazı durumlarda ise yeni hasat mevsimine kadar korunabilmektedir. (Özkaya, 2005:69). Buğdayın içinde bulunan sap, saman, başak, toprak, gibi yabancı maddeler kabaca temizlenir. Kabaca temizlenen buğdaylar, kalitelerine göre ayrılarak buğday silolarında

depolanır(Mirzaoğlu, 2008:30). Buğday çeşidinin fazla ve kalite özelliklerinin değişik olması, her zaman üretim sonucu elde edilen unda aynı kalite özelliklerinin sağlanmasını zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla Laboratuvarlarda yapılan analiz sonuçlarına göre farklı özelliklere sahip buğdayların belirli oranlarda karıştırılarak un kalitesinde sürekliliğin sağlanması gerekir. Bu karışım işlemine paçallama denmektedir (<http://www.bahcesel.com> Erişim tarihi: 01.03.2011). İstenilen özellikte unun üretilmesi her şeyden önce sağlam, sağlıklı ve yabancı madde içermeyen buğdayın kullanılması gerekir. Dolayısıyla yabancı ve istenmeyen maddelerin öğütme işleminden önce buğday içerisinden temizlenmeleri gerekmektedir (Özkaya, 2005:238). Tavlama, buğday danesinin yapısını öğütmeye en elverişli hale getirmek için buğdaya belli oranda su verilmesi işlemidir (<http://www.cinarziraat.com> Erişim tarihi: 01.03.2011). Tavlama işlemi sonucu buğdayın rutubeti fazla olur ise randıman düşecektir, buğdayın rutubeti az olur ise unda kül artacağından dolayı kalite düşecektir(Seçme, 2003:59). Temizlenmiş ve tavllanmış buğdayın sürekli ve düzgün bir akışla işletmenin kırma sistemine gelmesi ile öğütme işlemi başlamış olur. Öğütme işlemi esas olarak kırma, ufalama, ayırma ve sınıflama işlemlerini kapsar. Kırma ve ufalama işlemleri vals adı verilen makineler tarafından yapılmaktadır(Özkaya, 2005:297)

Şekil-1: Ön temizleme, temizleme ve tavlama bölümlerinin makine yerleşim planı



Şekil-2: Öğütme ve paketleme bölümlerinin makine yerleşim planı

5.2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, bir un fabrikasında işletme tarafından belirlenen 6 adet amaç doğrultusunda, **hipotetik verilere dayalı**, üretim planlama problemi için hedef programlama modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmadaki hipotetik veriler aşağıdaki gibidir;

1- Un fabrikalarında kapasite değirmenin sahip olduğu vals makinesi sayısı ile belirlenmektedir. Her bir vals makinesi 15 ton/24 saat buğday kırma kapasitesine sahiptir. İşletmede 8 adet vals makinesi olduğu varsayılmıştır. İşletme bir vardiyada günde 8 saat, haftada 7 gün ve ayda 4 hafta çalışmaktadır. Her bir vardiyanın aylık buğday kırma kapasitesi 1120 tondur.

2- TEDAŞ tarafından gün içinde farklı elektrik fiyatları (tablo 1) uygulanmakta ve tarifeler arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bu durum, işletme maliyetlerinin yükselmesine neden olmaktadır. İşletme elektrik fiyatlarının yüksek olduğu zaman dilimlerinde üretim yapmadığından, günde gece ve gündüz vardiyası olmak üzere 2 vardiya üretim gerçekleştirilmektedir. Gece Vardiyası 22:00-06:00 saatleri arası, gündüz vardiyası ise 06:00-14:00 saatleri arasındadır.

Tablo-1: Elektrik alış fiyatları

Gündüz kr/kWh	Puant kr/kWh	Gece kr/kWh
15,209	26,221	7,290
Not: Çok zamanlı tarife, Gündüz 06-17, Puant 17-22, Gece 22-06 saatleri arasındır.		

Kaynak: <http://www.tedas.gov.tr> (Erişim tarihi : 15.03.2011)

3- İşletme öğütme bölümüne gelen her bir ton paçal için 60 kW elektrik harcamaktadır.

Tablo-2: 1 ton paçal için katlanılan elektrik maliyeti

	Gündüz Vardiyası	Gece Vardiyası
1 ton paçal	9,1254 TL	4,374 TL

4- İşletme temizleme bölümü öncesi oluşturulan bir ton paçal başına 50 TL genel üretim giderlerine katlanmaktadır.

5- İşletme üretim için dört tip buğday çeşidi kullanmaktadır.

6- İşletme üretimde kullanmak üzere 2 çeşit paçal yapmaktadır.

7- Yerli buğdaylar için Konya Ticaret Borsasında 07.03.2011 tarihinde gerçekleşen satış verilerinden rastgele seçilerek alınan buğday çeşitleri en az fiyat ve en çok fiyatlarının aritmetiksel ortalamaları alınarak, ithal edilen buğdaylar için 07.03.2011 tarihinde serbest piyasada oluşan fiyatlar baz alınarak buğdayların işletmeye maliyeti (alış fiyatları) belirlenmiştir. Buğdayların alış fiyatı tablo 3'de ve paçallardaki karışım oranları tablo 4'de verilmiştir.

Tablo-3: Buğdayların alış fiyatları

Satışı Gerçekleşen Buğdayların Fiyat Hareketleri			BUĞDAY
Buğday Cinsi	En Az Fiyat (TL)	En Çok Fiyat (TL)	ALIM FİYATI (TON/TL)
B ₁ - Ekmeklik Beyaz Yarı Sert	630,00	663,00	644,50
B ₂ - Ekmeklik Buğday (Arjantin)	-----	-----	646,70
B ₃ - Ekmeklik Buğday (Ukrayna)	-----	-----	557,50
B ₄ - Ekmeklik Sert Buğday	698,00	734,00	714,00

Kaynak: <http://www.ktb.org.tr> (Erişim tarihi : 08.03.2011)

Tablo-4: Buğdayların paçallardaki karışım oranları

Buğday Cinsi	Paçal 1 (P ₁)	Paçal 2 (P ₂)
B ₁ - Ekmeklik Beyaz Yarı Sert	%25	%30
B ₂ - Ekmeklik Buğday (Arjantin)	---	%60
B ₃ - Ekmeklik Buğday (Ukrayna)	%50	---
B ₄ - Ekmeklik Sert Buğday	%25	%10

8- Buğdayın üretim serüveni aşağıdaki gibidir;

- Ön temizleme ve temizleme işlemi sonucu gerçekleşen fire ve kayıplar dolayısıyla paçal ağırlığında %3'lük bir azalma meydana gelmektedir.
- Tavlama işlemi sonucu paçala verilen su ile paçal ağırlığında %6'lık bir artış meydana gelmektedir.
- Öğütme işlemi esnasında öğütme bölümünün ortam ısısından kaynaklı paçalda nem kayıpları olduğundan dolayı, paçal ağırlığında %2,5'lük bir azalma meydana gelmektedir. Bu durum tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo-5: Buğdayın üretim serüveni

Paçal Ağırlığı	Temizleme Bölümü	Tavlama Bölümü	Öğütme Bölümü	Son Çıktı	
P ₁ - Birim	100	-%3	%6	-%2,5	100,5 Birim
P ₂ - Birim	100	-%3	%6	-%2,5	100,5 Birim

9- Son çıktı oranları aşağıdaki gibidir;

Öğütme işlemi sonunda elde edilen çıktının %75'i beyaz un, %3'ü esmer un, %5'i ince kepek, %5'i razmol, %12'si kaba kepektir. Bu durum tablo 6'de gösterilmiştir.

Tablo-6: Üretim sonucu elde edilen çıktılar ve yüzdeleri

Son çıktı	Beyaz Un	Esmer Un	İnce Kepek	Razmol	Kaba Kepek
100 Birim	%75	%3	%5	%5	%12
100 Birim	%75	%3	%5	%5	%12

10- Kepekli ekmekek yapımında kullanılan un karışım oranları aşağıdaki gibidir;

Öğütme işlemi sonrasında elde edilen çıktılarının belirli oranlarda karışımından kepekli ekmekek yapımında kullanılan un elde edilmektedir. Tip 1 Un yapımında kullanılan paçaldan elde edilen beyaz unun %100, esmer unun %100, ince kepeğin %60'ı, razmolun %60'ı ve kaba kepeğin %25'i kullanılmaktadır. Tip 2 Un yapımında kullanılan paçaldan elde edilen beyaz unun %100, esmer unun %100, ince kepeğin %100, razmolun %100, kaba kepek hiç kullanılmamaktadır. Bu durum Tablo 7'da gösterilmiştir.

Tablo-7: Un Karışım Oranları

	Beyaz Un	Esmer Un	İnce Kepek	Razmol	Kaba Kepek
100 Birim Son Çıktı	75	3	5	5	12
Tip 1 Un	%100	%100	%60	%60	%25
Tip 2 Un	%100	%100	%100	%100	---

11- Üretilen unların talep miktarı, satış fiyatları ve üretim sonucunda üretilip de un yapımında kullanılmayan ancak talep sıkıntısı olmayan ince kepek, razmol ve kaba kepek gibi ürünlerin satış fiyatları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo-8: Ürünlerin talep miktarı ve satış fiyatları

Ürün	Talep miktarı (ton)	Satış fiyatı (ton/TL)
Tip 1 Un	850	1300
Tip 2 Un	500	1240
İnce Kepek	---	650
Razmol	---	500
Kaba Kepek	---	420

Not: 05.03.2011 tarihinde serbest piyasada oluşan ortalama fiyatlar baz alınmıştır.

Yukarıdaki hipotetik veriler ışığında amacımız işletmenin belirlemiş olduğu hedefler çerçevesinde bir aylık üretim planını oluşturmaktır. Bu üretim planlama problemi için hedef programlama modeli kurulmuş ve WinQSB Version 1.0 for Windows programında kurulan model çözümlenmiştir.

5.2.1 NOTASYONLAR

DEĞİŞKEN	AÇIKLAMA
GNB_{ik}	Gündüz vardiyasında oluşturulan i tip paçaldaki k tip buğday miktarı
GCB_{ik}	Gece vardiyasında oluşturulan i tip paçaldaki k tip buğday miktarı
GNB_k	Gündüz vardiyasında kullanılan k tip buğday miktarı toplamı
GCB_k	Gece vardiyasında kullanılan k tip buğday miktarı toplamı
GNP_i	Gündüz vardiyasında oluşturulan i tip paçal miktarı
GCP_i	Gece vardiyasında oluşturulan i tip paçal miktarı
$BIGNP_i$	Gündüz vardiyasında öğütme bölümüne gelen i tip paçal miktarı
$BIGCP_i$	Gece vardiyasında öğütme bölümüne gelen i tip paçal miktarı
$BIGNPT$	Gündüz vardiyasında öğütme bölümüne gelen paçal miktarı toplamı
$BIGCPT$	Gece vardiyasında öğütme bölümüne gelen paçal miktarı toplamı
$GNSC_i$	Gündüz vardiyasında i tip paçaldan (öğütme sonrası) elde edilen son çıktı miktarı
$GCSC_i$	Gece vardiyasında i tip paçaldan (öğütme sonrası) elde edilen son çıktı miktarı
$GNBU_i$	Gündüz vardiyasında üretilen i tip beyaz un miktarı
$GCBU_i$	Gece vardiyasında üretilen i tip beyaz un miktarı
$GNUU_i$	Gündüz vardiyasında üretilen i tip esmer un miktarı
$GCEU_i$	Gece vardiyasında üretilen i tip esmer un miktarı
$GNIK_i$	Gündüz vardiyasında üretilen i tip ince kepek miktarı
$GCIK_i$	Gece vardiyasında üretilen i tip ince kepek miktarı
GNR_i	Gündüz vardiyasında üretilen i tip razmol miktarı
GCR_i	Gece vardiyasında üretilen i tip razmol miktarı
$GNKK_i$	Gündüz vardiyasında üretilen i tip kaba kepek miktarı
$GCKK_i$	Gece vardiyasında üretilen i tip kaba kepek miktarı
$GNUN_i$	Gündüz vardiyasında üretilen i tip un miktarı
$GCUN_i$	Gece vardiyasında üretilen i tip un miktarı
KIK	Un üretiminde kullanılmayıp elde kalan ince kepek miktarı toplamı
KR	Un üretiminde kullanılmayıp elde kalan razmol miktarı toplamı
KKK	Un üretiminde kullanılmayıp elde kalan kaba kepek miktarı toplamı
BK_i	i. tip paçalı oluşturan buğday çeşitlerinin kümesi
Pl_k	k. tip buğdayın yer aldığı paçal tiplerinin kümesi
bo_{ik}	k. tip buğdayın i. tip paçaldaki karışım oranı
ft	Öğütme bölümüne gelen paçalın oranı
sc	Öğütme bölümünde paçal miktarındaki azalma oranı
bu	Son çıktının içindeki beyaz un oranı

<i>eu</i>	Son çıktının içindeki esmer un oranı
<i>ik</i>	Son çıktının içindeki ince kepek oranı
<i>r</i>	Son çıktının içindeki razmol oranı
<i>kk</i>	Son çıktının içindeki kaba kepek oranı
<i>ui</i>	Tip 1 ve Tip 2 UN'a karıştırılacak ince kepek oranı
<i>ur</i>	Tip 1 ve Tip 2 UN'a karıştırılacak razmol oranı
<i>uk</i>	Tip 1 ve Tip 2 UN'a karıştırılacak kaba kepek oranı
<i>ir</i>	UN yapımında kullanılmayan ince kepek ve razmol oranı
<i>ke</i>	UN yapımında kullanılmayan kaba kepek oranı
P_i	i. Hedef için belirlenmiş öncelik sırası
d_i^-	i. hedef için belirlenen değerden negatif sapma
d_i^+	i. hedef için belirlenen değerden negatif sapma

5.2.2. İŞLETME AMAÇLARI VE AMAÇ FONKSİYONU

Üretim planlama problemi için oluşturulan hedef programlama modelinde işletme tarafından belirlenen 6 adet amaç ve 16 adet sistem kısıtı bulunmaktadır. Modelde belirlenen amaçlar ve amaç fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

1. Amaç: Tip 1 Un'dan anlaşması yapılmış 850 tonluk talep bulunmaktadır. Dolayısıyla işletmenin öncelikli hedefi bu talebi tam olarak karşılayabilmektir.

$$GNUN_1 + GCUN_1 + d_1^- - d_1^+ = 850 \quad (1)$$

2. Amaç: Tip 2 Un'dan anlaşması yapılmış 500 tonluk talep bulunmaktadır. Dolayısıyla işletmenin öncelikli hedefi bu talebi tam olarak karşılayabilmektir.

$$GNUN_2 + GCUN_2 + d_2^- - d_2^+ = 500 \quad (2)$$

3. Amaç: Arjantin'den ithal edilen buğday aylık olarak 350 ton ithal edilmektedir. Dolayısıyla işletme 350 ton üzerinde bir kullanım istememektedir.

$$GNB_2 + GCB_2 + d_3^- - d_3^+ = 350 \quad (3)$$

4. Amaç: Ukrayna'dan ithal edilen buğday aylık olarak 450 ton ithal edilmektedir. Dolayısıyla işletme 450 ton üzerinde bir kullanım istememektedir.

$$\text{GNB}_3 + \text{GCB}_3 + d_4^- - d_4^+ = 450 \quad (4)$$

5. **Amaç:** İşletme üretim sonucu oluşacak maliyetlerin 1.000.000 TL'den fazla olmasını istememektedir.

$$\begin{aligned} &644,50(\text{GNB}_1 + \text{GCB}_1) + 646,50(\text{GNB}_2 + \text{GCB}_2) + 557,50(\text{GNB}_3 + \text{GCB}_3) \\ &+ 714(\text{GNB}_4 + \text{GCB}_4) + 50(\text{GNP}_i + \text{GCP}_i) + 9.1254\text{B1GNPT} \\ &+ 4.374\text{B1GCPT} + d_5^- - d_5^+ = 1.000.000 \end{aligned} \quad (5)$$

6. **Amaç:** İşletme üretim sonucu oluşacak satış gelirlerinin 1.900.000 TL'den az olmasını istememektedir.

$$\begin{aligned} &1300(\text{GNUN1} + \text{GCUN1}) + 1240(\text{GNUN2} + \text{GCUN2}) + 420\text{KKK} \\ &+ 650\text{KIK} + 500\text{KR} + d_6^- - d_6^+ = 1.900.000 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\text{Min } Z = P_1d_1^-, P_2d_2^-, P_3d_3^+, P_4d_4^+, P_5d_5^+, P_6d_6^-$$

5.2.3 SİSTEM KISITLARI

1. Paçal tiplerindeki buğday çeşitlerinin karışım oranları:

$$\text{GNB}_{ik} = bo_{ik}\text{GNP}_i, \text{GCB}_{ik} = bo_{ik}\text{GCP}_i \quad (7)$$

2. Paçal tiplerindeki buğday çeşitlerinin toplam miktarları:

$$\text{GNB}_k = \sum_{k \in Pl_k} \text{GNB}_{ik}, \text{GCB}_k = \sum_{k \in Pl_k} \text{GCB}_{ik} \quad (8)$$

3. Paçalların hangi buğday çeşidinden meydana geldiği:

$$\begin{aligned} \text{GNB}_i &= \sum_{k \in BK_i} \text{GNB}_{ik} \\ \text{GCB}_i &= \sum_{k \in BK_i} \text{GCB}_{ik} \end{aligned} \quad (9)$$

4. Paçalların temizleme ve tavlama işlemi sonrası miktarları:

$$\begin{aligned} \text{B1GNP}_i &= ft \text{GNP}_i \\ \text{B1GCP}_i &= ft \text{GCP}_i \end{aligned} \quad (10)$$

5. Paçalların öğütme işlemi sonrası miktarları:

$$\text{GNSC}_i = sc \text{ B1GNP}_i, \text{GCSC}_i = sc \text{ B1GCP}_i \quad (11)$$

6. Öğütme işlemi sonrası son çıktının içindeki *beyaz un* miktarı:

$$\text{GNBU}_i = bu \text{ GNSC}_i, \text{GCBU}_i = bu \text{ GCSC}_i \quad (12)$$

7. Öğütme işlemi sonrası son çıktının içindeki *esmer un* miktarı:

$$\text{GNEU}_i = eu \text{ GNSC}_i, \text{GCEU}_i = eu \text{ GCSC}_i \quad (13)$$

8. Öğütme işlemi sonrası son çıktının içindeki *ince kepek* miktarı:

$$\text{GNIK}_i = ik \text{ GNSC}_i, \text{GCIK}_i = ik \text{ GCSC}_i \quad (14)$$

9. Öğütme işlemi sonrası son çıktının içindeki *razmol* miktarı:

$$\begin{aligned} \text{GNR}_i &= r \text{ GNSC}_i, \\ \text{GCR}_i &= r \text{ GCSC}_i \end{aligned} \quad (15)$$

10. Öğütme işlemi sonrası son çıktının içindeki *kaba kepek* miktarı:

$$\text{GNKK}_i = kk \text{ GNSC}_i, \text{GCKK}_i = kk \text{ GCSC}_i \quad (16)$$

11. Tip 1 Un içinde kullanılan ürünler ve karışım oranları:

$$\begin{aligned} \text{GNUN}_1 &= \text{GNBU}_1 + \text{GNEU}_1 + ui \text{ GNIK}_1 + ur \text{ GNR}_1 + uk \text{ GNKK}_1 \\ \text{GCUN}_1 &= \text{GCBU}_1 + \text{GCEU}_1 + ui \text{ GCIK}_1 + ur \text{ GCR}_1 + uk \text{ GCKK}_1 \end{aligned} \quad (17)$$

12. Tip 2 Un içinde kullanılan ürünler ve karışım oranları:

$$\begin{aligned} \text{GNUN}_2 &= \text{GNBU}_2 + \text{GNEU}_2 + \text{GNIK}_2 + \text{GNR}_2 \\ \text{GCUN}_2 &= \text{GCBU}_2 + \text{GCEU}_2 + \text{GCIK}_2 + \text{GCR}_2 \end{aligned} \quad (18)$$

13. Tip 1 Un üretiminde kullanılmayan ince kepek miktarı:

$$\text{KIK} = ir (\text{GNIK}_1 + \text{GCIK}_1) \quad (19)$$

14. Tip 1 Un üretiminde kullanılmayan razmol miktarı:

$$\text{KR} = ir (\text{GNR}_1 + \text{GCR}_1) \quad (20)$$

15. Tip 1 Un ve Tip 2 Un üretiminde kullanılmayan kaba kepek miktarı:

$$KKK = ke (GNKK_1 + GCKK_1) + GNKK_2 + GCKK_2 \quad (21)$$

16. Gündüz ve Gece vardiyasının buğday öğütme kapasitesi:

$$B1GNPT = \sum_{i=1}^I B1GNP_i \quad B1GCPT = \sum_{i=1}^I B1GCP_i \quad (22)$$

6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Modeli kurulan üretim planlama problemi çözülmüş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir; Yapılan üretim sonucu Tip 1 Un'dan(1. Amaç) 850 Ton üretilmiş ve Tip 2 Un'dan(2. Amaç) 500 ton üretilerek için işletme tarafından belirlenen hedeflere tam olarak ulaşılmıştır. Bu durum tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo-8: Tip 1 ve Tip 2 Un üretim miktarları

Un Çeşidi	Gerçekleşen Değer(ton)	Hedef Değer(ton)	Hedeften Sapma
Tip 1 Un	850	= 850	0
Tip 2 Un	500	= 500	0

Arjantin menşeli buğdaydan üretim sonucu 339,47 ton kullanılmış olup, işletme tarafından belirlenen hedef olan 350 tondan(3. Amaç), 10,53 ton negatif sapma gerçekleşmiştir. Ukrayna menşeli buğdaydan üretim sonucu 486,44 ton kullanılmış olup, işletme tarafından belirlenen hedef olan 450 tondan(4. Amaç), 36,44 ton pozitif sapma gerçekleşmiştir. Bu durum tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo-9: Üretimde kullanılan Arjantin ve Ukrayna menşeli buğday miktarları

Buğday Çeşidi	Kullanılan Buğday Miktarı(ton)		Hedef Değer (ton)	Hedeften Sapma (ton)
Ekmeklik buğday (Arjantin)	339,47	<=	350,00	- 10,53
Ekmeklik Buğday (Ukrayna)	486,44	>=	450,00	36,44

Yapılan üretim sonucu katlanılan maliyetlere ilişkin işletme tarafından belirlenen hedef 1.000.000 TL olmasına karşın, üretim sonucu oluşan maliyetler 1.059.351,13 TL olarak gerçekleşmiş ve hedeflenen değerden 59.351,13 TL'lik bir pozitif sapma meydana gelmiştir. Satış gelirleri için belirlenen hedef değer 1.900.000 TL olmasına karşın, elde edilen satış gelirleri 1.813.038,63 TL'dir. Hedeflenen değerden 86.961,37 TL'lik negatif sapma gerçekleşmiştir. Bu durum tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo-10 : Toplam maliyetler ve Satışların Değerlendirilmesi

	Hedef Değer		Gerçekleşen Değer	Hedeften Sapma (TL)
Maliyet	1.000.000 TL	<=	1.059.351,13 TL	59.351,13 TL
Satış Gelirleri	1.900.000 TL	>=	1.813.038,63 TL	- 86.961,37 TL

Sonuç olarak, işletme tarafından belirlenen 6 adet amacın sadece 3 tanesine ulaşılabilmektedir. Ulaşılamayan hedefler değerlendirildiği zaman; işletmenin Ukrayna menşeli buğdaydan daha fazla tedarik etmesi gerektiği, istenilen maliyet seviyelerinde üretimin gerçekleşmediği, satıştan beklenen gelirlerin elde edilemediği anlaşılmaktadır. İşletme planlarını bu çerçevede tekrar ele almalı, gerekli düzenlemeleri yapmalıdır. Bununla birlikte, işletme belirlenen 6 adet amacın öncelik sıralarını değiştirerek değişik sonuçlara ulaşabilecektir.

Gelecekte yapılacak çalışmalar için, modele buğday analizleri sonucu karar verilen paçal oranlarının eklenmesi ve paketleme bölümünün eklenmesi sağlanabilir. Yapılmış olan çalışma deterministik bir yöntem olup, gelecekte stokastik yöntemler bu üretim planlama problemi için uygulanabilir.

KAYNAKÇA

- Alagöz A., Dündar A.O. ve Bezirci M. (2010) Üretim İşletmelerinde Kaynak Kısıtları Altında Maksimum Kârı Sağlayacak Mamul Karmasının Doğrusal Programlama Kullanılarak Belirlenmesine Ait Bir Model Örneği, *9. Ulusal İşletmecilik Kongresi Bildiriler Kitabı*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak, Mayıs 2010, s. 259-265.
- Alp S. (2008). Doğrusal Hedef Programlama Yönteminin Otobüsle Kent İçi Toplu Taşıma Sisteminde Kullanılması, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. Yıl: 7 Sayı:13 Bahar s. 73-91.*
- Arıkan S., Öztürk U., Öztürk A. Ve Kasap G(2008) Öncelikli Hedef Programlamanın Bir Tekstil İşletmesine Uygulanması, *Eastern Mediterranean University Faculty of Business and Economics Journal. Volume 10/11, Fall 2008-2009.*
- Atmaca E. (2002). Grup Teknolojisi Hücrelerinin Tasarımı Ve Amaç Programlama Yaklaşımı Uygulaması, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. C.7 S.2 s.285-298.*
- Bölat B ve Kuzucu A. (2006). Çok Amaçlı Karar Verme Problemlerine Etkileşimli Bir Yaklaşım, *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi d Mühendislik Serisi*, cilt 5 Sayı 1 s. 114-126.
- Bülbül S. Ve Köse A.(2009). Türk Gıda Şirketlerinin Finansal Performansının Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi, *10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu*, Erzurum.
- Dean B., Yu Y. ve Schniederjans M. (1990) A Goal Programming Approach to Production Planning for Flexible Manufacturing Systems, *Journal of Engineering and Technology Management*, 6, s. 207-220.
- Goodman D.(1974) A Goal Programming Approach To Aggregate Planning Of Production And Work Force, *Management Science* Vol. 20, No. 12, S. 1569-1575.
- Gülenç F. ve Karabulut B. (2005). Doğrusal Hedef Programlama İle Bir Üretim Planlama Probleminin Çözümü, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. C.9 N.1 s.55-68.*

- Hadi-Vencheh A. ve Aghajani M. (2010) Designing a Production Programming Model with Multiple Objectives in Textile Industry, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(9), s. 4390-4399.
- Ignizio J. ve Romero C. (2003) Goal Programming, *Encyclopedia of Information Systems*, Volume 2, s. 489-500.
- Jung H.(2011) A Fuzzy AHP–GP Approach For Integrated Production-Planning Considering Manufacturing Partners, *Expert Systems with Applications*, 38, s. 5833-5840.
- Keçek G. (2005) Bir Dişli Fabrikasında Tamsayılı Hedef Programlama Uygulama Denemesi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* Sayı:13 s. 111-129.
- Leung S. ve Chan S. (2009) A Goal Programming Model For Aggregate Production Planning With Resource Utilization Constraint, *Computers & Industrial Engineering*, 56, s. 1053–1064.
- Leung S. ve Ng W. (2007) A Goal Programming Model For Production Planning of Perishable Products With Postponement, *Computers & Industrial Engineering*, 53, s. 531-541.
- Leung S., Wu Y. ve Lai K. (2003). Multi-Site Aggregate Production Planning With Multiple Objectives: A Goal Programming Approach, *Production Planning & Control*, Vol. 14, No. 5, s. 425–436.
- Li L., Fonseca D., ve Chen D.(2006) Earliness–Tardiness Production Planning For Just-In-Time Manufacturing: A Unifying Approach By Goal Programming, *European Journal of Operational Research*, 175, s. 508-515.
- Mirzaoğlu, İ.(2008). PLC ve SCADA Kullanarak İrmik Üretim Sisteminin Otomasyonu(*Yüksek Lisans Tezi*), Ankara, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Nagarur N., Vrat P., ve Duongsuwan W. (1997) Production Planning And Scheduling For Injection Moulding Of Pipe Fittings A Case Study, *International Journal of Production Economics*, 53, s. 157-170.
- Özcan U. Ve Toklu B. (2009) Multiple-Criteria Decision-Making In Two-Sided Assembly Line Balancing: A Goal Programming And A Fuzzy Goal Programming Models, *Computers and Operations Research*, 36, s. 1955-1965.

Özkaya, H. ve Özkaya B. **Öğütme Teknolojisi**, Ankara, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:30, 2005.

Özyörük B ve Erol S. (2001) Tek Aşamalı Hazırlı Zamanlı Parti Büyüklüğü Problemlerinin Çözümü İçin Doğrusal Hedef Programlama Modeli, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. C.6 S.2 s.185-191.

Paksoy T. Ve Chang C.(2010). Revised Multi-Choice Goal Programming For Multi-Period, Multi-Stage Inventory Controlled Supply Chain Model With Popup Stores İn Guerrilla Marketing, *Applied Mathematical Modelling* 34 s.3586–3598

Sardana G. ve Vrat P. (1987) Productivity Measurement in a Large Organisation With Multi-Performance Objectives: A Case Study, *Engineering Management International*, 4, s. 105-125.

Seçme, G.(2003).Un Sanayiinde Faaliyet Gösteren İşletmelerin Üretim ve Kalite Sorunları: Nevşehir Örneği. İçinde R. Yıldız, Ş. Özgener, O. Çoban (Editörler), *Nevşehir Ekonomisinin Sorunları ve Çözüm Önerileri: Un Sanayii Örneği*(s. 57-80), Nevşehir: Nevşehir Ticaret Borsası.

Seçme, N. (2005). Klasik Doğrusal Programlama Ve Bulanık Doğrusal Programlamanın Karşılaştırmalı Bir Analizi: Üretim Planlama Örneği (*Yüksek Lisans Tezi*).Kayseri:*Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*

Tamiz M., Mirrazavi S. Ve Jones D. (1999). Extensions Of Pareto Efficiency Analysis To Integer Goal Programming, *The International Journal of Management Science*. 27 s. 179-188.

Wuttipornpun T., Yenradee P., Beullens P. Ve Oudheusden D. (2005) A Finite Capacity Material Requirement Planning System for a Multi-Stage Assembly Factory: Goal Programming Approach, *International Journal of Industrial Engineering and Management Systems*, Vol. 4, No. L, s. 23-35.

Zanakis S. Ve Maret M. (1981) A Markovian Goal Programming Approach to Aggregate Manpower Planning, *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 32, No. 1, s. 55-63.

<http://www.bahcesel.com> Erişim tarihi: 01.03.2011

<http://www.cinarziraat.com> Erişim tarihi: 01.03.2011