

BÜTÜNLEŞİK ÜRETİM PLANLAMASININ HEDEF PROGRAMLAMAYLA OPTİMİZASYONU VE DENİZLİ İMALAT SANAYİİNDE UYGULANMASI

Arzu ORGAN*
İrfan ERTUĞRUL**
Seçil GÜLEÇ GÜREL***

ÖZ

Günümüzde, işletmeler açısından üretim planlama ve kontrol fonksiyonu hayati önem taşımaktadır. İş rekabetinin artan karmaşıklığı ve müşteri memnuniyeti işletmeleri yüksek kalite düzeyine ve maliyet minimizasyonuna yöneltmiştir. Böyle bir rekabet ortamında üretim planlama ve kontrol sistemlerine verilen değer günden güne artmaktadır. Bütünleşik üretim planlama, üretim planlama ve kontrol çalışmalarında kullanılan araçlardan biridir. Bütünleşik üretim planlama ile üretim hızları, işgücü düzeyleri, fazla mesai ve diğer kontrol edilebilir değişkenler ayarlanarak, öngörülmuş talep en iyi biçimde karşılanmaya çalışılır. Bütünleşik üretim planlamasında yer alan birden çok ve karmaşık amaçları çözümlmek için, hedef programlama yöntemi geliştirilmiştir. Bu çalışmada hedef programlama ile firmanın öncelikleri belirlenip, buna uygun matematiksel modeller geliştirilmiştir. Matematiksel modellerde kullanılan parametrelere ait veriler, uygulamanın yapıldığı firmadan elde edilmiştir. Firmanın kar ve maliyet hedeflerine ulaşabilmesi için, üretilmesi gereken ürün miktarları ve işgücü değerleri göz önünde bulundurularak model kurulmuş ve Winqsb programı kullanılarak optimum çözüme ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bütünleşik Üretim Planlama, Optimizasyon, Hedef programlama

JEL Sınıflaması: C02, C44, C60

OPTIMIZATION OF INTEGRATED PRODUCTION PLANNING WITH TARGET PROGRAMMING AND MANUFACTURING INDUSTRY APPLICATION OF DENİZLİ

ABSTRACT

Today, businesses are vital in terms of production planning and control function. The increasing complexity of business competition and customer satisfaction, firms are directed high quality levels and cost minimization. In such a competitive environment, the value of production planning and control systems is increasing day by day. Aggregate production planning, production planning and control is one of the tools used in the work. Aggregate production planning and production rates, workforce levels, overtime and other variables can be controlled by adjusting the best way to meet the prescribed demand tries. The aim of the process, reduce the cost expenses. Aggregate production planning and multiple objective programming methods have been developed to analyze complex objectives. In this study an integrated production planning in an enterprise, to achieve the goal programming method was used for multiple purposes. Goal programming with the business priorities identified by developing an appropriate mathematical models, the optimal solution has been reached. Mathematical models of the application data of the parameters used were obtained from the entity. Finding the results, conclusions were reached using Winqsb program.

Keywords : Integrated Production Planning, Optimization, Goal Programming

JEL Classification : C02, C44, C60

* Yrd. Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, İ.İ.B.F. İşletme Böl., aorgan@pau.edu.tr
** Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, İ.İ.B.F. İşletme Böl., iertugrul@pau.edu.tr
*** Pamukkale Üni. Sosyal Bil. Ens. Sayısal Yöntemler Yüksek Lisans Proğ.

GİRİŞ

Küresel pazarlarda rekabet edebilmek için; maliyetlerin düşürülmesi, kalitenin yükseltilmesi ve ürünlerin toplam üretim zamanlarının azaltılması gerekmektedir. Bu durumların yerine getirilebilmesi için üretim sistemlerindeki karar verme süreçlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bütünleşik üretim planlama süreci, her bir ürün için detaylandırılmış kapasite kaynakları ve malzeme ihtiyaçlarına gerek duymadan, üretimi toplu düzeyde ele alır. Bütünleşik planlama probleminin çözümü, belirlenen planlama döneminde beklenen maliyetin en aza indirilmesini içerir. Kullanılan metotlar ve yöntemler maliyet kalemlerinin en aza indirilmesi için gerekli çabayı göstermeye çalışır. Metotlar işletmeye yönelik amaç ve stratejilere dayanır. Bütünleşik üretim planlamada kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Çok amaçlı karar verme için kullanılan en yaygın yöntemlerden biri hedef programlamadır. Hedef programlama, doğrusal programlamanın daha fonksiyonel bir şeklidir. Hedef programlamanın en önemli özelliği, birbiri ile zıt yönetsel problemleri içeren çoklu hedefleri, hedeflerin önem derecelerine göre atayabilmesidir.

Bu çalışma, 3 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde bütünleşik üretim planlamadan bahsedilmiş, ikinci bölümde bütünleşik üretim planlama yöntemlerinden hedef programlama yöntemi anlatılmıştır. 3. bölümde ise uygulama bölümü yer almıştır. Uygulamada, ip üretimi yapan bir firmanın hedef verilerini kullanarak, hedeflerine ne derece ulaşabileceği hedef programlama yöntemiyle araştırılmış ve uygulama sonucu elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

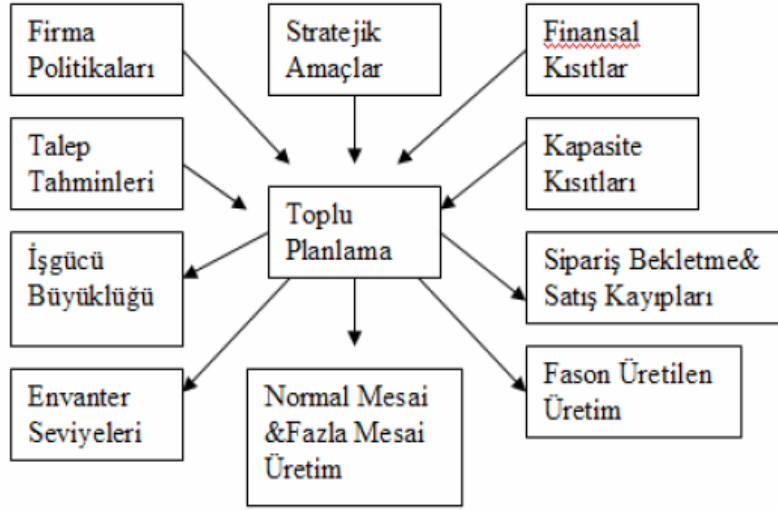
1. BÜTÜNLEŞİK ÜRETİM PLANLAMA

Bütünleşik Üretim Planlama (BÜP); talep tahminleri, envanter seviyeleri, sipariş miktarları, işgücü seviyeleri, üretim merkezlerinin kapasiteleri, malzeme temin edilebilirliği, üretim standartları, maliyet standartları ve yönetim politikaları gibi verilerden yararlanılarak uygun kaynakların bir araya getirilmesi sonucu envanter ve üretim maliyetlerinin beklenen değerini minimize eden üretim planının oluşturulması işlemidir (Yılman, 2007:4). BÜP, üç aydan bir yıla kadar yapılan üretim planlamasıdır. Kapasite sabit tutulup uzun dönem planlarına uygun olacak planlamalara gidilir. Dönemsel talep tahminleri, mevcut üretim kaynakları göz önüne alınarak bütünlüklü bir plan yapılır. Bütünsel planlamada kullanılan ölçütler ton, adım-saat, müşteri sayısı gibi somut ölçülerdir (Şengül, 2007 s:158). BÜP, üretimin envanter kararlılığı, envanter ve planlama döneminde değişen talep ihtiyaçlarının karşılanması için iş gücü düzeyleri ile ilgilenir (Gallego, 2001:1).

BÜP, 3 aydan 12 ay boyunca tahmin edilen talebi yerine getirebilecek uygun kapasiteyi ve müşteri siparişlerindeki dalgalanmaları içerir (Wang ve Liang, 2004:17-41).

BÜP sisteminin amacı, son talebin belirlenmesiyle bu talebi uygun imalat planlarına dönüştürerek, malzemenin detaylı planlamasını oluşturma, kapasiteyi belirleme ve bunların sonucunda çizelgeleme ve satın alma faaliyetlerini yürütecek biçimde, bütünleşik bir sistem kurmaktır. Bu işlemler sonucunda, envanter miktarının azalması, kapasite kullanım oranının artması ve imalat süresinin kısalması gibi faydalar sağlanmaktadır. Değişken talebe ve buna bağlı olarak değişken ürün tiplerine sahip olan bir işletmede imalat kaynaklarını etkin kullanacak bir biçimde bütünleştirilmesi gerekir. Taleple başlayan BÜP sistemi faaliyetleri atölyede çizelgeleme ve kontrolle sona erer. BÜP sistemi faaliyetlerinde en önemli nokta; müşteri isteklerinde veya talepteki değişimlere ilave olarak imalatta meydana gelebilecek tezgâh, donanım arızaları, dolayısıyla kapasite

kayıplarına karşı hızlı bir cevap verme sistemi kurmaktır (Torkul vd, 2005: 6). Bütünleşik üretim planlamasının yapısı Şekil 1.'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Bütünleşik Üretim Planlamasının Yapısı (Yılman, 2007:12)

BÜP, ürün çeşitliliğine göre toplam pazarı karşılamak için ihtiyaç duyulan üretim, stok ve iş gücü seviyelerinin belirlenmesi ile ilgilenmektedir. Benzer ürün maliyetleri ile ürün grupları ve talepteki mevsimsel değişim, bir ürün tipi halinde gruplandırılır. BÜP, üretim yönetimi sistemi içinde önemli düzeyde planlama faaliyetidir. Ana üretim planı, kapasite planı, ve malzeme ihtiyaç planını hiyerarşik bir şekilde BÜP'e bağlıdır (Fung vd, 2003:302).

BÜP'ün uygulanması çeşitli aşamalardan oluşmaktadır. Bu aşamaları şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Her mal için bir satış tahmini yapılması. Bu tahmin genellikle haftalık, aylık veya üç aylık dönemlerde ve orta dönemde satılacak mal miktarını içerir.
- Mal veya hizmetlerin hepsi için yapılan tahminler toplanarak bir işletme için tek bir toplam talep halinde değerlendirilmesi.
- Toplam talep her bir zaman periyodu için işçi, makine, malzeme vb. diğer elemanlar şeklinde üretim kapasitesine dönüştürülmesi,
- Toplam talebi karşılamak için gerekli olan üretim kapasitesini oluşturmak için alternatif kaynaklar aranması ve geliştirilmesi

Alternatif kapasite planları arasından, toplam talebi karşılayacak ve işletmenin amaçlarına uygun olan plan seçilir (Levin vd, 1989).

BÜP, şirketlerin insan ve ekipman kaynaklarını tahmin edilen müşteri taleplerini karşılamak üzere en iyi şekilde kullanmak için çalışır. BÜP hazırlamak için öncelikle ürünlerin sınıflandırılması gerekmektedir. Sınıflandırılmış ürünlerde BÜP'ün oluşturulması için birçok metot kullanılabilir (Vural, 2005). BÜP'ü çözmek için bir çok yöntem vardır. Bu yöntemlerden belli başlıcaları aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Demir ve Gümüšoğlu, 2003:462):

1-İnisiyatif Yaklaşımı

- 2-Grafiksel Yöntem ya da Çizelgeleme Yöntemi
- 3-Matematiksel Yaklaşımlar
 - a. Doğrusal programlama
 - b. Ulaştırma modeli
 - c. Hedef programlama, olarak sıralanabilir.

2. HEDEF PROGRAMLAMA

Yaşadığımız dünyada kaynakların kıtlığı ve eldeki bilgilerin yetersizliği nedeniyle, her zaman karar vericilerin tercihlerini temsil eden güvenilir matematiksel modelleri kurmak çoğu zaman olanaksızdır. Bazı şirket yönetimleri toplam karın maksimumu veya toplam maliyetin minimumu gibi tek amaçtan ziyade çok farklı amaçlar üzerinde odaklanır. İşte bu durumlarda çok kriterli karar verme yaklaşımı gereklidir. Çok ölçütlü karar vermede kayda değer sayıda teknikler geliştirilmiş olup bunlardan en ilgi çekenlerden birisi hedef programlamadır (Öztürk,2009:273).

Hedef programlama (HP), çok sayıda hedef veya amaçların olduğu doğrusal programlama (DP) problemlerine uygulanan bir yöntemdir. Doğrudan amaçları optimize eden doğrusal programlamanın aksine, HP, amaç değerlerini ve gerçekleşmiş sonuçlar arasındaki sapmaları minimize ederek, çelişen hedefleri sonuca ulaştırmak nedeniyle kullanılır (Gülenç ve Karabulut, 2005:57).

HP'nın amacı, hiyerarşik olarak sapmaları minimize etmektir. Bunun için birincil önemin amaçlarını ilk öncelikli durum olarak kabul eder; ikinci önemin amaçlarını ikinci öncelikli durum olarak kabul eder. Bu şekilde amaç önemine göre sıralanır. Daha sonra ilk önceliğin amaçları ilk evrede minimize edilir. Safha da elde edilen olası çözüm sonucu kullanılarak, ikinci önceliğin amaçları minimize edilir ve bu şekilde devam eder (Leung vd, 2003:428).

HP modeli, çok amaçlı programlama modellerinin bir türüdür. Optimizasyon düşüncesine dayanan çok amaçlı programlama modellerinde, birbiriyle çelişen amaçları kısıtlayıcı kümesine göre eşanlı olarak doyuran bir çözüm vektörünün belirlenmesi amaçlanır. HP modelinde, karar vericinin doyurucu bulduğu bir çözüm belirlenmeye çalışılır. Bu nedenle, HP modelinin optimizasyon düşüncesinden daha çok bir doyum düşüncesine dayandığı söylenebilir (Ertuğrul, 2005:51-52).

HP modeli, DP modeli gibi kısıtlayıcı kümesi ve amaç fonksiyonu şeklinde iki bölümde incelenebilir. Bir DP modelinde bulunan bütün fonksiyonlar HP modelinin sadece kısıtlayıcı kümesini oluşturur. HP modelinde, amaç fonksiyonları için ulaşılmak istenen hedef değerlerini karar vericinin belirlemesi gerekir. Doğal bir sonuç olarak, erişim değerli amaç fonksiyonları bir eşitlik halinde kısıtlayıcı kümesine eklenir. Bu işlem her bir hedef fonksiyonu için sapma değişkenlerinin belirlenmesinin gerektirir. Sapma değişkenleri, hedef fonksiyonlarının hedef düzeylerinden ne kadar uzaklaştığının ölçülmesini sağlar. Hedef programlama modelinde, hedefler için belirlenen erişim düzeylerinden oluşabilecek sapmalar minimize edilir (Ertuğrul, 2005:52-53).

HP modeli, hedeflerin önceliğine göre iki türde düşünülebilir. Bunlardan ilki, aynı tercih önceliğini içeren HP modelidir. Burada, hedeflerin görelî önemi birbirine eşittir ve bütün hedefler eşanlı olarak doyurulmaya çalışılır. İkincisi ise, hedeflerin farklı tercih özelliklerini içeren tercih öncelikli HP modelidir. Burada, hedeflere ilişkin hiyerarşik bir yapının karar verici tarafından ortaya konması ve söz konusu hedeflerin en önemliden daha az önemliye doğru sıralanması gerekir. Bu sıralama işlemi sözel olarak yapılabileceği gibi, ağırlık kavramının kullanılmasıyla, sayısal olarak da yapılabilir (Özkan, 2003:177). Bütün

hedeflerin aynı tercih önceliğinde yer aldığı HP problemleri ve ağırlıklı HP problemleri simpleks yöntemi ile çözülebilir. Öncelikli HP modellerinin çözümü sonucuna ise uyarlamalı simpleks yöntemleri veya ardışık optimizasyon yöntemiyle ulaşılır (Ertuğrul, 2005:52-53).

HP çok sayıda ve çelişkili hedeflerin bulunduğu karar problemlerinde başarıyla kullanılabilir. Aynı zamanda, HP amaç fonksiyonu homojen olmayan ölçü birimlerinden de oluşabilir. HP yaklaşımı, yöneylem araştırmasında karar analizi, pazarlama kararları, kurumsal planlama, akademik planlama ve hükümet kararları gibi alanlarda kullanılmıştır (Terzi vd, 2006:44).

2.1. Hedef Programlama Modelinin Genel Özellikleri

Hedef programlamada amaç fonksiyonu, öncelik sıralaması yapılabilen sapma değişkenlerinin toplamalarının minimize edilmesini sağlamaktır. Burada sapma değişkeninin değeri kendine denk düşen amacın hedef değerinden her birim sapma için göreceli bir “ceza” katsayısını yansıtır. Kar maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonu tipindeki doğrusal programlama modelleri de hedef programlama modellerine uygun duruma getirilmek istenirse alt veya üst limit verilmesi gerekmektedir. Her bir amaç için sapma değişkenleri negatif ve pozitif sapmayı içerir. Kaynaklar üzerindeki sınırlamaları yansıtan kısıtlamalar modele doğrusal programlamadaki gibi dâhil edilir (Koçak, 1998:97). Genel hedef programlama modeli aşağıdaki gibi formüle edilmiştir;

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } z = \sum_{k=1}^k \sum_{i=1}^I p_k (a_{ik}^+ d_i^+ + a_{ik}^- d_i^-) \quad (1)$$

Kısıtlayıcılar:

$$\sum_{j=1}^n t_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i \quad (2)$$

$$(i = 1, 2, \dots, I)$$

$$(j = 1, 2, \dots, n)$$

Pozitif kısıtlayıcılar:

$$x_j \geq 0, \quad d_i^- \geq 0, \quad d_i^+ \geq 0 \quad \text{olarak yazılabilir.}$$

Burada;

P_k : k'inci hedefin önceliği

a_{ik}^+, a_{ik}^- : k önceliğine sahip i'inci hedefe ilişkin negatif ve pozitif sapma değişkenleri

d_i^-, d_i^+ : i'inci hedefe ilişkin negatif ve pozitif sapma değişkenleri

t_{ij} : i'inci hedef ve x_j ile ilişkili teknoloji katsayısı

b_i : i'inci hedef düzeyini gösterir

Bu temel özelliklere ek olarak bazı HP modellerinde karşılaşılabilecek bir özel durum daha vardır. Bu durumda bazı modellerde hedefin tamamının karşılanması yerine g_k ile bir alt sınır hedefi veya üst sınır hedefi tanımlanabilmektedir. Eğer g_k alt sınır hedefi ise;

$$\sum_{j=1}^n t_{jk} \cdot x_j \geq g_k \quad (3)$$

Eşitsizliği kullanılır. Yani hedef g_k 'dan küçük olan tüm sapmalardan mümkün olduğunca sakınılmalıdır. Bu durumda, amaç fonksiyonunda yer alan d_k^+ 'ları çıkartmak gerekir. Çünkü sadece d_k^- sapma değişkeni en küçüklenmek istenmektedir. Ayrıca d_k^+ ve d_k^- 'lerin her ikisi de g_k hedefi kısıtlayıcılarında yer alacağından, her iki sapma değişkeni de değer alabilecektir.

Eğer g_k üst hedef sınırı ise;

$$\sum_{j=1}^n t_{jk} \cdot x_j \leq g_k \quad (4)$$

Burada ise hedef g_k 'dan daha küçük her değer kabul edilebilmesine karşın g_k 'dan daha büyük miktarlardan mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Bu amaçla amaç fonksiyonundan d_k^- sapma değişkenini çıkarmak gerekir. Çünkü burada sadece d_k^+ sapma değişkeni küçüklenecektir. Ayrıca d_k^+ ve d_k^- 'lerin her ikisi de g_k hedefi kısıtlayıcılarında yer alacağından, her iki sapma değişkeni de modelin tamamına bağlı olarak değer alabilecektir. Burada hedeften aynı anda iki yönlü sapma olamayacağı için sapma değişkenlerinden birinin değeri otomatik olarak sıfır olacaktır (Öztürk A. , 2009: 301-302).

2.2. Hedef Programlama Modelinin Bütünleşik Planlama Uygulamaları

HP uygulamalarının en önemli alanı üretim planlamadır. Bu alandaki çalışmaların çoğu bütünleşik planlama (BP) problemi olarak varsayılmaktadır (Durmuş, 2002:95). Aladağ ve Yılmaz (1998), süreç – içi stoklar ve iş istasyonu kayıp zamanlarına sebep olan darboğaz iş istasyonu üzerinde incelemeler yapmışlardır. Üründen ürüne geçiş anındaki hazırlık sürelerinin toplam üretim süresi içindeki payının önemli boyutlara ulaştığını görmüşlerdir. Bu nedenle, üründen ürüne geçiş sıklıklarının azaltılması ve uygun parti büyüklüklerinin saptanması hedefine yönelik bir BP modeli geliştirmişlerdir (Aladağ ve Yılmaz, 1998:3-8). J. G. Rickard tarafından 2000 yılında BP problemlerinin çözümü için iki paket programın birleştirilmesinden oluşan gBOSS++ adında ve UNIX işletim sisteminde çalışan bir ilk örnek sistem uygulamaya konulmuştur. Sistemin en önemli avantajı üretim değişikliklerine kolay adapte olabilmesidir (Durmuş, 2002:100). J. Reifman, E. E. Feldman (2002); fiziksel kapasite nedeniyle bazı kısıtlar ile sınırlandırılmış üretim planlama problemlerinin çözümleri grafik yöntemiyle yapıldığında, sonuçlar uygun bölgenin sınırlarında ise uygun olmayan çözümler kesinlikle kabul edilemiyorsa, bazı özel

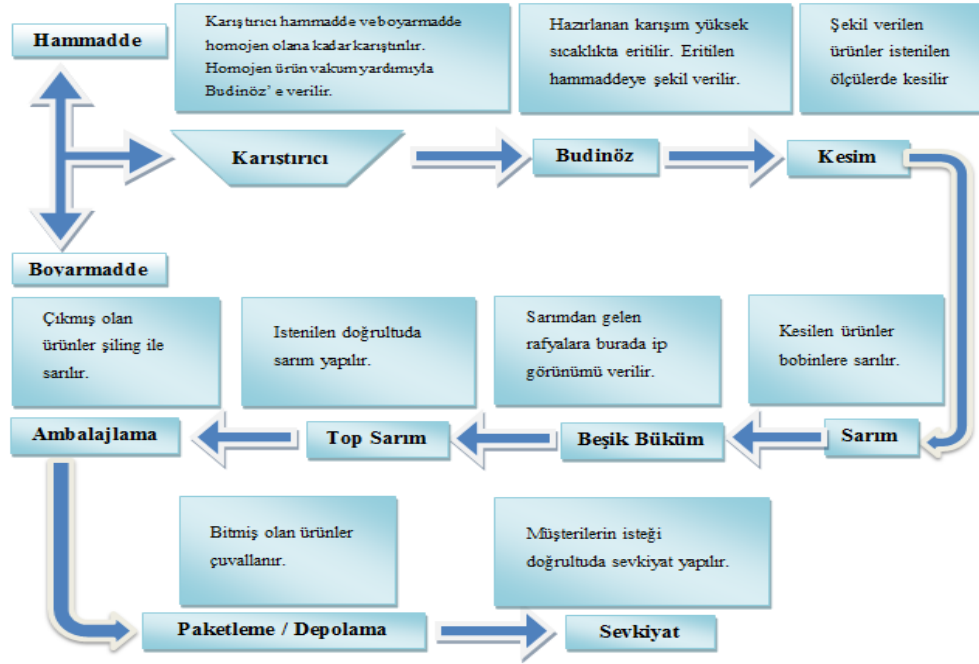
varsayımlar nedeniyle problemin formülasyonu karmaşıklaşıyor ise yeni bir yöntem olan ceza fonksiyonu metodunun HP problemlerinin çözümünde etkili olduğunu ortaya koymuşlardır (Durmuş, 2002:141).

3. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde*, Denizli’de faaliyet gösteren bir firmanın üretimini yaptığı rafya ip ve halat ip çeşitlerinin, 2010 yılı verilerini kullanarak 2011 yılı hedeflerine ne derece ulaşabileceği hedef programlama yöntemi ile araştırılmış, daha sonra araştırma sonucunda elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

3.1. İşletme Hakkında Genel Bilgi

Firma Denizli’de faaliyet göstermektedir. Kurulduğu yıllarda ip halat olarak üretimine başlamıştır. Aylık 80 ton kapasite ile başladığı ticari hayatını geliştirerek poşet naylon torba imalatına da başlayarak 250 ton ip halat, 200 ton naylon torba 250 ton poşet üretim kapasitesine ulaşmıştır. 2700 m²’lik kapalı alanı bulunan fabrikada 128 personel ile çalışmaktadır. İp üretimi yapan firmanın iş akış şeması Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. İp Üretimi Yapan X İşletmesinin İş Akış Şeması

Bu firma ip, halat, poşet ve naylon torba üretiminin genelini kapsayan plastik sektöründe faaliyet göstermektedir. Bu firmada yapılan uygulamanın amacı; ip ve halat üretiminde ihtiyaçlar doğrultusunda hedefler belirleyerek, ihtiyaçları karşılamak adına hedeflere ulaşmaktır.

* Çalışmanın uygulama bölümünde yer alan veriler, Seçil Güleç Gürel (2011),“Bütünleşik Üretim Planlaması İle Hedef Programa Uygulaması” başlıklı yayımlanmamış yüksek lisans tezinden alınmıştır.

Bu çalışmada firma yöneticileri temel olarak 4 hedef belirlemiştir. Bunlar; kar hedefi, üretim miktarı hedefi, fazla mesai hedefi ve işçi sayısı hedefidir. Bu çalışmada işletmenin amaçları doğrultusunda, bu hedeflere ulaşıp ulaşılamayacağı hedef programlama yaklaşımı ile hesaplanmaya çalışılmıştır.

3.2. Problemin Modellenmesine İlişkin Varsayımlar:

- Planlama Dönemi, 4'er aylık üç üretim döneminden oluşmaktadır. Bunlar:
1.dönem : Ocak-Şubat-Mart-Nisan,
2. dönem : Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos,
3.dönem : Eylül-Ekim-Kasım-Aralık aylarını kapsamaktadır. (Formülasyon da her dönemin başlangıç ayı 1 olarak gösterilmiştir).
- Modeldeki talep miktarı, hedeflenen üretim miktarıdır.
- Rafya ve halat ip üretiminde kullanılan hammadde sınırlıdır.
- Stoklama yapılmaktadır.

Bu varsayımlar ve verilere göre, firmanın üretim hedeflerini gerçekleştirebilmesi için, bir üretim döneminde rafya ve halat iplerine olan talep dikkate alınarak, üretim maliyetini en küçükleyerek üretmesi gereken miktarları, gerekli işgücü sayısını, makinelerin kapasitelerinin hangi oranlarda kullanıldığı firmanın hedeflerinde eşit önceliklere göre hedef programlama yöntemi ile bulunacaktır.

Makinelerin Aylık Maksimum Kapasitelerini Hesaplama Yöntemi:

Makine İçin (Budinöz):

Ocak Ayı Çalışma Günü : 26 gün

Net Operasyon Süresi : 23 saat

Budinöz Adedi : 4 adet

Nisan Ayı 1.Makine Maksimum Kapasitesi = $26 \cdot 23 \cdot 4 = 2392$ mak/saat.

Diğer tüm makinelerin kapasiteleri yukarıdaki şekilde hesaplanmıştır.

3.3. Hedef Programlama Modeli

Rafya ve halat ip üretiminde, ürünlere olan talebi karşılayacak üretim seçeneklerine ilişkin bütünlük üretim planlaması maliyetini minimize ederek, normal ve fazla mesaide üretilecek miktarlar, stok miktarı, işçi sayısının hesaplanması kısıtlar kullanılarak çözümlenmiştir. Aşağıda hedef programlamanın formülasyonunda kullanılan notasyonlar verilmiştir.

Notasyonlar:

i : ürün tipleri (i=1,2,...,10)

t : periyotlar- aylar (t=1,2,3,4)

a : Normal mesaide 1 kg. ürünün üretim maliyeti.

b : Fazla mesaide 1 kg. ürünün üretim maliyeti.

c : Bir periyotluk sürede (aylık) 1 kg. ürünün stok maliyeti.

f : Bir işçiyi işe alma maliyeti.

g : Bir işçiyi işten çıkarma maliyeti.

R_{it} : t. periyotta i. üründen normal mesaide üretilecek miktar.

O_{it} : t. periyotta i. üründen fazla mesaide üretilecek miktar.

$I_{i(t-1)}$: t periyodundan bir önceki ayda i. üründen stokta bulunan miktar.

I_{it} : t periyodunda i. üründen stokta bulunan miktar.

b_{im} : i. ürünün m. makinede 1 kg'nın makinede işlem süresi (makine-saat).

M_{mt} : t periyodunda m. makinenin normal mesai kapasitesi.

W_t : t periyodundaki işçi sayısı.

H_t : t periyodunda işe alınan işçi sayısı.

F_t : t periyodunda işten çıkarılan işçi sayısı.

S_i : i.ürünün satış fiyatı.

D_{it} : i.ürünün t periyodundaki (ayında) talebi.

3.3.1. Hedef Programlamada Kullanılan Sistem Kısıtları:

$$R_{it} + O_{it} + I_{i(t-1)} = D_{it} + I_{it} \quad \forall i, t \quad (1)$$

(Talep – Arz Kısıtı)

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{m=1}^7 \sum_{t=1}^{12} b_{im} R_{it} \leq M_{mt} \quad (2)$$

(Normal mesai üretim miktarına göre makinenin kapasite kısıtı)

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{m=1}^7 \sum_{t=1}^{12} b_{im} O_{it} \leq 0,5 M_{mt} \quad \forall i, t, m \quad (3)$$

(Fazla mesai üretim miktarına göre makinenin kapasite kısıtı)

$$W_0 = 60$$

(Dönem başı işçi sayısı kısıtı)

$$W_t - W_{t-1} = H_t - F_t \quad t=1, 2, 3, 4, \dots, 12 \quad (4)$$

(Dönem içinde işe alınan-çıkarılan işgücünün denge kısıtı)

$$W_t \geq W_0 \quad t=1, 2, 3, 4, \dots, 12 \quad (5)$$

(Her dönem sonu işgücü kısıtı)

$$I_t, O_t, H_t, F_t, W_t, \text{ tamsayı,} \\ I_t, O_t, S_t, H_t, F_t, W_t, \geq 0 \quad (6)$$

3.3.2.Kısıtlar

$$R_{it} + O_{it} + I_{t(t-1)} = D_{it} + I_{it} \quad \forall i, t$$

1. Dönem 1. Ay Arz-Talep Kısıtı

1. Ürün İçin:

$$R_{11} + O_{11} + I_{10} = D_{11} + I_{11} \quad (1. \text{ Ürün, 1. Ay Arz-Talep Kısıtı})$$

2. Ürün İçin:

$$R_{21} + O_{21} + I_{20} = D_{21} + I_{21} \quad (2. \text{ Ürün, 1. Ay Arz-Talep Kısıtı})$$

3. Ürün İçin:

$$R_{31} + O_{31} + I_{30} = D_{31} + I_{31} \quad (3. \text{ Ürün, 1. Ay Arz-Talep Kısıtı})$$

4. Ürün İçin:

$$R_{41} + O_{41} + I_{40} = D_{41} + I_{41} \quad (4. \text{ Ürün, 1. Ay Arz-Talep Kısıtı})$$

5. Ürün İçin:

$$R_{51} + O_{51} + I_{50} = D_{51} + I_{51} \quad (5. \text{ Ürün, 1. Ay Arz-Talep Kısıtı})$$

6. Ürün İçin:

$$R_{61} + O_{61} + I_{60} = D_{61} + I_{61} \quad (6. \text{ Ürün, 1. Ay Arz-Talep Kısıtı})$$

7. Ürün İçin:

$$R_{71} + O_{71} + I_{70} = D_{71} + I_{71} \quad (7. \text{ Ürün, 1. Ay Arz-Talep Kısıtı})$$

8. Ürün İçin:

$$R_{81} + O_{81} + I_{80} = D_{81} + I_{81} \quad (8. \text{ Ürün, 1. Ay Arz-Talep Kısıtı})$$

9. Ürün İçin:

$$R_{91} + O_{91} + I_{90} = D_{91} + I_{91} \quad (9. \text{ Ürün, 1. Ay Arz-Talep Kısıtı})$$

10. Ürün İçin:

$$R_{101} + O_{101} + I_{100} = D_{101} + I_{101} \quad (10. \text{ Ürün, 1. Ay Arz-Talep Kısıtı})$$

Tüm ürünlerin üç üretim dönemi boyunca kısıtları yazılmıştır..

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{m=1}^7 \sum_{t=1}^{12} b_{im} R_{it} \leq M_{mt} \quad \forall i, m, t$$

Normal mesaide 1. dönem 1. Ay Makine Kısıtı

1. Makine İçin: (Budinöz ile ilgili kısıt)

$$b_{11}R_{11} + b_{21}R_{21} + b_{31}R_{31} + b_{41}R_{41} + b_{51}R_{51} + b_{61}R_{61} + b_{71}R_{71} + b_{81}R_{81} + b_{91}R_{91} + b_{101}R_{101} \leq M_{11}$$

(1. makede 1. Periyotta tüm ürünler için normal mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,0033 R_{11} + 0,0033 R_{21} + 0,0033 R_{31} \leq 2392 \text{ Saat}$$

2. Makine İçin: (Beşik Büküm ile ilgili kısıt)

$$b_{12}R_{11} + b_{22}R_{21} + b_{32}R_{31} + b_{42}R_{41} + b_{52}R_{51} + b_{62}R_{61} + b_{72}R_{71} + b_{82}R_{81} + b_{92}R_{91} + b_{102}R_{101} \leq M_{21}$$

(2. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için normal mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,003 R_{11} + 0,003 R_{21} + 0,003 R_{41} + 0,003 R_{51} + 0,003 R_{61} + 0,0033 R_{91} \leq 48672$$

3. Makine İçin: (Tik tak ile ilgili kısıt)

$$b_{13}R_{11} + b_{23}R_{21} + b_{33}R_{31} + b_{43}R_{41} + b_{53}R_{51} + b_{63}R_{61} + b_{73}R_{71} + b_{83}R_{81} + b_{93}R_{91} + b_{103}R_{101} \leq M_{31}$$

(3. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için normal mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,008 R_{11} + 0,006 R_{21} + 0,0068 R_{41} + 0,004 R_{61} + 0,0027 R_{71} + 0,0048 R_{81} + 0,006 R_{91} + 0,008 R_{101} \leq 22464$$

4. Makine İçin: (Halat Büküm ile ilgili kısıt)

$$b_{14}R_{11} + b_{24}R_{21} + b_{34}R_{31} + b_{44}R_{41} + b_{54}R_{51} + b_{64}R_{61} + b_{74}R_{71} + b_{84}R_{81} + b_{94}R_{91} + b_{104}R_{101} \leq M_{41}$$

(4. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için normal mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,0044 R_{41} + 0,005 R_{51} \leq 6240$$

5. Makine İçin: (Çamaşır İpi ile ilgili kısıt)

$$b_{15}R_{11} + b_{25}R_{21} + b_{35}R_{31} + b_{45}R_{41} + b_{55}R_{51} + b_{65}R_{61} + b_{75}R_{71} + b_{85}R_{81} + b_{95}R_{91} + b_{105}R_{101} \leq M_{51}$$

(5. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için normal mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,0053 R_{31} + 0,0053 R_{41} \leq 12480$$

6. Makine İçin: (Flatör ile ilgili kısıt)

$$b_{16}R_{11} + b_{26}R_{21} + b_{36}R_{31} + b_{46}R_{41} + b_{56}R_{51} + b_{66}R_{61} + b_{76}R_{71} + b_{86}R_{81} + b_{96}R_{91} + b_{106}R_{101} \leq M_{61}$$

(6. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için normal mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,0075 R_{71} + 0,0075 R_{81} \leq 1248$$

7. Makine İçin: (Vakum ile ilgili kısıt)

$$b_{17}R_{11} + b_{27}R_{21} + b_{37}R_{31} + b_{47}R_{41} + b_{57}R_{51} + b_{67}R_{61} + b_{77}R_{71} + b_{87}R_{81} + b_{97}R_{91} + b_{107}R_{101} \leq M_{71}$$

(7. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için normal mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,003 R_{11} + 0,0024 R_{21} + 0,0016 R_{31} + 0,0015 R_{41} + 0,0015 R_{51} + 0,0018 R_{61} + 0,0024 R_{91} + 0,003 R_{101} \leq 156$$

Tüm ürünlerin üç üretim dönemi boyunca kısıtları yazılmıştır.

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{m=1}^7 \sum_{t=1}^{12} b_{im} O_{it} \leq 0,5 M_{mt} \quad \forall i, m, t$$

Fazla Meseide 1. Dönem 1. Ay Makine Kısıtı

1. Makine İçin: (Budinöz ile ilgili kısıt)

$$b_{11}O_{11}+ b_{21}O_{21}+ b_{31}O_{31}+ b_{41}O_{41}+ b_{51}O_{51}+ b_{61}O_{61}+ b_{71}O_{71}+ b_{81}O_{81}+ b_{91}O_{91}+ b_{101}O_{101} \leq 0,5 M_{11}$$

(1. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için fazla mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,0033 O_{11} + 0,0033 O_{21} + 0,0033 O_{31} \leq 1196$$

2. Makine İçin: (Beşik Büküm ile ilgili kısıt)

$$b_{12}O_{11}+ b_{22}O_{21}+ b_{32}O_{31}+ b_{42}O_{41}+ b_{52}O_{51}+ b_{62}O_{61}+ b_{72}O_{71}+ b_{82}O_{81}+ b_{92}O_{91}+ b_{102}O_{101} \leq 0,5 M_{21}$$

(2. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için fazla mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,003 O_{11} + 0,003 O_{21} + 0,003 O_{41} + 0,003 O_{51} + 0,003 O_{61} + 0,003 O_{91} \leq 24336$$

3. Makine İçin: (Tik tak ile ilgili kısıt)

$$b_{13}O_{11}+ b_{23}O_{21}+ b_{33}O_{31}+ b_{43}O_{41}+ b_{53}O_{51}+ b_{63}O_{61}+ b_{73}O_{71}+ b_{83}O_{81}+ b_{93}O_{91}+ b_{103}O_{101} \leq 0,5 M_{31}$$

(3. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için fazla mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,008 O_{11} + 0,006 O_{21} + 0,0068 O_{41} + 0,004 O_{61} + 0,0027 O_{71} + 0,0048 O_{81} + 0,006 O_{91} + 0,008 O_{101} \leq 11232$$

4. Makine İçin: (Halat Büküm ile ilgili kısıt)

$$b_{14}O_{11}+ b_{24}O_{21}+ b_{34}O_{31}+ b_{44}O_{41}+ b_{54}O_{51}+ b_{64}O_{61}+ b_{74}O_{71}+ b_{84}O_{81}+ b_{94}O_{91}+ b_{104}O_{101} \leq 0,5 x M_{41}$$

(4. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için fazla mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,0044 O_{41} + 0,005 O_{51} \leq 3120$$

5. Makine İçin: (Çamaşır İpi ile ilgili kısıt)

$$b_{15}O_{11}+ b_{25}O_{21}+ b_{35}O_{31}+ b_{45}O_{41}+ b_{55}O_{51}+ b_{65}O_{61}+ b_{75}O_{71}+ b_{85}O_{81}+ b_{95}O_{91}+ b_{105}O_{101} \leq 0,5 x M_{51}$$

(5. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için fazla mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,0053 O_{31} + 0,0053 O_{41} \leq 6240$$

6. Makine İçin: (Flatör ile ilgili kısıt)

$$b_{16}O_{11} + b_{26}O_{21} + b_{36}O_{31} + b_{46}O_{41} + b_{56}O_{51} + b_{66}O_{61} + b_{76}O_{71} + b_{86}O_{81} + b_{96}O_{91} + b_{106}O_{101} \leq 0,5 M_{61}$$

(6. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için fazla mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,0075 O_{71} + 0,0075 O_{81} \leq 624$$

7. Makine İçin: (Vakum ile ilgili kısıt)

$$b_{17}O_{11} + b_{27}O_{21} + b_{37}O_{31} + b_{47}O_{41} + b_{57}O_{51} + b_{67}O_{61} + b_{77}O_{71} + b_{87}O_{81} + b_{97}O_{91} + b_{107}O_{101} \leq 0,5 M_{71}$$

(7. makinede 1. Periyotta tüm ürünler için fazla mesai üretim miktarı ile makine kapasite kısıtı)

$$0,003 O_{11} + 0,0024 O_{21} + 0,0016 O_{31} + 0,0015 O_{41} + 0,0015 O_{51} + 0,0018 O_{61} + 0,0024 O_{91} + 0,003 O_{101} \leq 78$$

Tüm ürünlerin üç üretim dönemi boyunca kısıtları yazılmıştır.

$$W_0 = 60 \quad (\text{Dönem başı işgücü düzeyini gösterir})$$

$$W_t - W_{t-1} = H_t - F_t \quad t=1, 2, 3, 4, \dots, 12$$

(Dönem içinde işe alınan-çıkarılan işgücünün denge kısıtı)

$$W_1 - W_0 = H_1 - F_1$$

$$W_2 - W_1 = H_2 - F_2$$

$$W_3 - W_2 = H_3 - F_3$$

$$W_4 - W_3 = H_4 - F_4$$

$$W_t \geq W_0 \quad t=1, 2, 3, 4, \dots, 12$$

(Her dönem sonu işgücü kısıtı)

$$W_1 \geq 60, W_2 \geq 60, W_3 \geq 60, W_4 \geq 60$$

3.3.2.Hedeflerin Belirlenmesi

Firma yöneticilerinin belirlediği kar hedefi, üretim miktarı hedefi, fazla mesai hedefi ve işçi sayısı hedefleri aşağıdaki gibidir:

- **Kar Hedefi**
Önümüzdeki 2011 yılı karının, 2010 yılında elde ettiği karın (4.000.000 TL) her üç üretim döneminde; 1. Üretim Dönemin de %25.2, üretim döneminde %45.3, üretim döneminde %30 fazlasını elde etmeyi hedeflemektedir. (Her bir üretim dönemin için genel üretim maliyeti kar hedefleriyle aynı oranlarda kabul edilmiştir).
- **Üretim Miktarı Hedefi**
Rafya iplerinin (Çuval Ağzı İpi, Ambalaj Ağzı İpi, Paket İpi, Bağlama İpi, UV'li Çuval Ağzı İpi) üretim miktarının 1.440 ton olmasını istemektedir. Talepteki mevsimsel dalgalanmalardan dolayı rafya iplerinin üretim miktarının, 1. üretim döneminde %25.2, üretim döneminde %45.3, üretim döneminde %30 olmasını istemektedir.
- **Fazla Mesai Hedefi**
Fazla mesainin olabildiğince en aza indirilmesi istemektedir.

- İşçi Sayısı Hedefi
İşçi alımı ve çıkarılmasının en aza indirilmesi istemektedir.

Yukarıdaki hedefler doğrultusunda firmanın her bir üretim dönemi için tüm ürün gruplarından üretmesi gereken miktarlar, stokta bulundurması gereken miktarlar ve işçi sayıları hedef programlama yaklaşımı ile hesaplanmıştır.

Amaç Fonksiyonu:

Amaç fonksiyonu, hedeflerin eşit öncelik sırasına göre minimizasyonu denklemini göstermektedir.

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} S_i \times D_{it} - a \times R_{it} - b \times O_{it} - c \times I_{it} - 2400000 + d_1^- - d_1^+ = \text{Kar Hedefi} \quad (7)$$

Hedef 1 : Kar Hedefi

(8)

$$Z_{\min} = P_1 (d_1^-) + P_2 (d_2^- + d_2^+) + P_3 (d_3^+) + P_4 (d_4^- + d_4^+)$$

Burada sabit gider kalemi 2.400.000 TL olarak alınmıştır.

1. Dönem Kar Hedefi Kısıtı (Ocak-Şubat-Mart-Nisan) :

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^4 S_i \times D_{it} - a \times R_{it} - b \times O_{it} - c \times I_{it} - 600000 + d_1^- - d_1^+ = \text{Kar Hedefi}$$

2. Dönem Kar Hedefi Kısıtı (Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos) :

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^4 S_i \times D_{it} - a \times R_{it} - b \times O_{it} - c \times I_{it} - 1080000 + d_1^- - d_1^+ = \text{Kar Hedefi}$$

3. Dönem Kar Hedefi Kısıtı (Eylül-Ekim-Kasım-Aralık) :

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^4 S_i \times D_{it} - a \times R_{it} - b \times O_{it} - c \times I_{it} - 720000 + d_1^- - d_1^+ = \text{Kar Hedefi}$$

Hedef 2 : Rafya İplerinin Üretim Miktarı Hedefi

$$\sum_{i=1}^5 \sum_{t=1}^{12} D_{it} + d_2^- - d_2^+ = \text{Üretim Miktarı} \quad (9)$$

1. Dönem Üretim Hedefi Kısıtı (Ocak-Şubat-Mart-Nisan) :

$$\sum_{i=1}^5 \sum_{t=1}^4 D_{it} + d_2^- - d_2^+ = \text{Üretim Miktarı (360 Ton)}$$

2. Dönem Üretim Hedefi Kısıtı (Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos) :

$$\sum_{i=1}^5 \sum_{t=1}^4 D_{it} + d_2^- - d_2^+ = \text{Üretim Miktarı (648 Ton)}$$

3. Dönem Üretim Hedefi Kısıtı (Eylül-Ekim-Kasım-Aralık) :

$$\sum_{i=1}^5 \sum_{t=1}^4 D_{it} + d_2^- - d_2^+ = \text{Üretim Miktarı (432 Ton)}$$

Hedef 3 : Fazla Mesai ile İlgili Hedef

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} O_{it} + d_3^- - d_3^+ = \text{Fazla Mesai}$$

(10)

1. Dönem Fazla Mesai Hedef Kısıtı (Ocak-Şubat-Mart-Nisan) :

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^4 O_{it} + d_3^- - d_3^+ = \text{Fazla Mesai}$$

2. Dönem Fazla Mesai Hedef Kısıtı (Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos):

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^4 O_{it} + d_3^- - d_3^+ = \text{Fazla Mesai}$$

3. Dönem Fazla Mesai Hedef Kısıtı (Eylül-Ekim-Kasım-Aralık) :

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^4 O_{it} + d_3^- - d_3^+ = \text{Fazla Mesai}$$

Hedef 4 : İşçi Alımı-Çıkarılması ile ilgili kısıt

$$\sum_{t=1}^{12} (H_1 + F_1) + d_4^- - d_4^+ = \text{İşçi Dönüşümü}$$

(11)

1. Dönem İşçi Hedefi Kısıtı (Ocak-Şubat-Mart-Nisan):

$$\sum_{t=1}^4 (H_1 + F_1) + d_4^- - d_4^+ = \text{İşçi Dönüşümü}$$

2. Dönem İşçi Hedefi Kısıtı (Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos):

$$\sum_{t=1}^4 (H_1 + F_1) + d_4^- - d_4^+ = \text{İşçi Dönüşümü}$$

3. Dönem İşçi Hedefi Kısıtı (Eylül-Ekim-Kasım-Aralık):

$$\sum_{t=1}^4 (H_1 + F_1) + d_4^- - d_4^+ = \text{İşçi Dönüşümü}$$

Sistem Kısıtları:

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} S_i \times D_{it} - a \times R_{it} - b \times O_{it} - c \times I_{it} - 2400000 + d_1^- - d_1^+ = \text{Kar Hedefi}$$

$$\sum_{i=1}^5 \sum_{t=1}^{12} D_{it} + d_2^- - d_2^+ = \text{Üretim Miktarı}$$

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{t=1}^{12} O_{it} + d_3^- - d_3^+ = \text{Fazla Mesai}$$

$$\sum_{t=1}^{12} (H_1 + F_1) + d_4^- - d_4^+ = \text{İşçi Dönüşümü}$$

Kurulan hedef programlama modeli, Winqsb paket programı ile eşit öncelikli hedefler dikkate alınarak çözümlenmiştir. Modelde üç üretim dönemi için toplam değişken sayısı 453, kısıt sayısı 315 dikkate alınarak çözümlenmiştir. Çözümde negatif sapma “d⁻” 4, pozitif sapma “d⁺” 4’tür.

3.3.3. Hedef Programlama Modelinin Çözümüne İlişkin Değerlendirmeler

3.3.3.1. Birinci Üretim Dönemi Sonuçları

Hedefte yer alan sapma değişkenlerinin sıfır değerini almaları hedefin en iyi şekilde karşılanması için oldukça iyi bir göstergedir. İlk sırada yer alan 1. üretim dönemi kar hedefine göre, firmanın amacı olan 1.000.000 TL’ye ulaşmaya yönelik çözüm yapıldığında hedefte eşitlik oluşmuştur. Winqsb sonucuna bakıldığında, hedef 1 eşitlenmesine rağmen hedefte negatif yönde sapma meydana gelmiştir. Bu sapma, firmanın hedeflediği orana göre çok yüksek oranda bir sapma değeridir. Bu sapma, üretim maliyetleri düşürülerek giderilebilir.

Firma diğer ürün gruplarına göre rafya-halat ip çeşitlerinin (x₁, x₂, x₇, x₉, x₁₀) talebinin 360.000 kg. olmasını ikinci hedefi olarak belirlemiştir. Problemin çözümünden elde edilen veriler girildiğinde ikinci hedefte negatif yönde sapma olduğu görülmüştür (d₂⁻ = 9.000, d₂⁺ = 0). Hedefe ulaşmak ve sapmayı gidermek için, talebin yükselmesine bağlı olarak üretim miktarını 9000 kg. artırılabilir. Hedef-2 sonuçları incelendiğinde, firma ilk ayda çuval ağzı ipi talebini karşılamak için, üretim yapmak yerine stoktan kullanmıştır. Diğer aylarda ise normal mesainin yetersiz gelmesi nedeniyle fazla mesai yapılarak talep

karşılanmaya çalışılmıştır. Sapmayı gidermek için fazla mesai oranı düşürülüp normal mesai ile üretim miktarı artırılabilir. Makineler normal mesai süresi zarfında tam kapasite ile çalıştırılarak, talep giderilmeye çalışılabilir.

Hedef-3' e bakıldığında firmanın sadece birinci ürünü olan çuval ağzı ipi (x_1), haricindeki diğer ürünlerin talebi fazla mesai yapılmadan karşılanabilmiştir. Çuval ağzı ipinde talep normal mesai yapılarak karşılanamamıştır. Firmanın x_1 ürünü için 31.016 kg. fazla mesai de üretim yapılarak talep karşılanamamıştır. Hedefte istenmeyen sapma olan $d_3^- = 0$ olarak sonuçlanmıştır. Modele göre istenilen minimizasyon sağlanmıştır.

Firmanın son hedefi işe alım ve işten çıkarımın en aza indirilmesidir. Bu hedef dikkate alınıp, modele ilişkin kısıtlar veri olarak kullanılmıştır. Çözüm yapıldığında negatif ve pozitif yönde sapmanın olmadığı çözüm sonucunda görülmüştür ($d_4^- = 0, d_4^+ = 0$). Firmanın başlangıç işçi sayısı olan 60 kişi ile 1. üretim dönemini devam ettirmiştir. Firma işçi çıkarımı ve işçi alımına gitmemiştir.

3.3.3.2 İkinci Üretim Dönemi Sonuçları

Firma, 2. üretim dönemi kar hedefini 1.800.000 TL olarak belirlemiştir. 1. döneme göre kar hedefini yüksek belirlemesindeki bu dönemin talebinin diğer dönemlere göre daha fazla olmasıdır. 2. üretim döneminin başlangıç ayı olan Mayıs ayında talep yükselişe geçmektedir. Firmanın belirlediği kar hedefinde eşitlik sağlanmıştır. Bu eşitlikte birinci dönem gibi negatif yönde sapma oluşmuştur ($d_1^- = 3.131, d_1^+ = 0$). Bu oluşan negatif sapma, talepte meydana gelen mevsimsel artışa bağlı olarak yükselmiştir. Bu sapmayı azaltmaya çalışmak için firma, artan talebe göre belirlediği kar hedefini yükseltebilir yada azaltabilir.

Hedef-2 de firma rafya halat iplerinden 648.000 kg. üretilmesini istemektedir. Winqsb sonucuna bakıldığında, 2. hedef olan rafya halat ipleri üretiminin eşitlendiği görülmektedir. Modelde negatif yönde bir sapma oluşmaktadır ($d_2^- = 30800, d_2^+ = 0$). Firmada istenilen üretim miktarı, normal mesaide üretilip; sadece x_1, x_2, x_9, x_{10} ürünlerinden fazla mesai yapılarak karşılanmıştır. Ayrıca x_1, x_2 ve x_{10} ürünleri bir önceki dönemden devreden stok miktarı ile karşılanmıştır.

Hedef 3'te firma tarafından fazla mesainin minimum seviyede olması istenmiştir. Modelde negatif yöndeki sapma 0'a eşitlenmiştir ($d_3^- = 0, d_3^+ = 91.756$). Firmada, x_1, x_2, x_9, x_{10} ürünlerini fazla mesai yaparak karşılayabilmiştir. Talep artışından dolayı fazla mesai üretim miktarı da artmıştır. Talebi karşılayabilmek için firma stok miktarından kullanmasına rağmen fazla mesaiye ihtiyaç duymuştur.

Son hedef olan işçi dönüşümünde diğer üretim dönemlerinde olduğu gibi negatif ve pozitif yönde sapma olmamıştır. İşçi hedefi istenilen gibi eşitlenmiştir.

3.3.3.3. Üretim Dönemi Sonuçları

Son üretim dönemi olan Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında talepte tekrar azalma görülmektedir. Firma, azalan talep oranına göre kar hedefinin 1.200.000 TL olmasını istemiştir. İstenilen kar hedefinde eşitlik sağlanmıştır. Buna bağlı olarak negatif yönde sapma meydana gelmekte ve bu sapma 2. döneme göre azalmıştır ($d_1^- = 1672, d_1^+ = 0$).

Hedef-2 de firma rafya halat iplerinin üretim miktarının 432.000 kg. olmasını istemektedir. Firmanın istediği üretim miktarı hedefi eşitlik sağlamaktadır. Modelde negatif yönde sapma meydana gelmektedir ($d_2^- = 45.800, d_2^+ = 0$). Bu sapma istenilen üretim

miktarında normal mesainin yetersiz gelmesiyle kaynaklanmıştır. Dolayısıyla firmada fazla mesai üretimi arttırılmıştır.

Hedef-3'e göre firma fazla mesainin azaltılmasını istemektedir. Bu istenilen hedefte eşitlik sağlanmış; negatif yönde sapma oluşmamıştır ($d_3^- = 0$, $d_3^+ = 46.466$). Oluşan bu pozitif yönde sapma, x_1 ' in 2. ve 3. aylarında normal mesainin yetersiz kalmasıyla oluşmaktadır.

Firma, diğer dönemler gibi işçi hedefinde yine eşitlik sağlamaktadır. Çünkü firma işçi alım ve çıkarılmasına gitmemektedir. Başlangıç sayısı ile üretime devam etmektedir.

Firmada BÜP 'sı dört periyottan oluşan üç üretim dönemini kapsamaktadır. BÜP' sını da belirlenen dört farklı hedefte optimal çözümü gerçekleştirebilmek için HP yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemin çözümünde Winqs programı uygulanmıştır. Bir bütün olarak modelin sonucuna bakıldığında; BÜP' sının her üç üretim dönemi için hedefler eşitlenmekte, negatif ve pozitif yönde sapmalar oluşmaktadır. BÜP' sını da kullanılan on ürünün talebi daha çok normal mesaide üretilmiştir. Fakat talepte meydana gelen mevsimsel artıştan dolayı bazı aylarda talep, fazla mesai yapılarak ve stok kullanılarak karşılanmıştır. Firmanın üretim dönemlerindeki işçi sayısı, başlangıç işçi sayısı ile aynı kalmaktadır. Firma BÜP için belirlediği kar hedefine ulaşmıştır. Her üretim dönemi için belirlenen kar hedefinde negatif yönde sapmalar meydana gelmiştir. Bunun nedeni talebin 2. dönemde yükselişe geçip tekrar azalmasından kaynaklanabilir. Firmanın her bir dönem için kar hedefini yükseltmesi ya da azaltması bu negatif sapmaları azaltmaya yardımcı olabilir. Kullanılan makineler çoğunlukla kapasitenin altında çalışmıştır. Bu makinelerin çalışma kapasitelerini arttırılarak fazla mesai üretimi azaltılabilir. Oluşan sapmalara rağmen firmanın amaçları eşitlenmiş ve firma hedeflerine ulaşmıştır.

SONUÇ

Uygulamada, çok sayıda ürün çeşidinin üretildiği bir sanayi işletmesinin BÜP'ün, çok amaçlı karar verme yöntemlerinden olan hedef programlama yöntemi ile hedefleri aynı anda gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada, bir sanayi kuruluşunda çelişen dört hedef göz önüne alınarak bütünleşik plan hazırlanmıştır. BÜP üç üretim döneminden oluşmaktadır. Rafya ve halat ip grubuna giren ürün grubundan oluşan on ürün bütünleşik planlamada kullanılmıştır. Problemin çözümü için, her ürün grubunun üretimi aşamasında yapılan işlemler ele alınarak karar değişkenleri belirlenmiş ve hedef programlama modeli kurulmuştur. Çözüm aşamasında Winqs programı kullanılmıştır. Modelde 453 tane karar değişkeni, 315 tane sistem kısıtı bulunmaktadır. Bütünleşik planlama için firma, 4.000.000 TL olan kar hedefini her üç dönem için artan talebe göre oranlayarak optimal çözüme ulaşmıştır. Bir diğer hedef, rafya halat iplerinin 1.440 ton üretime ulaşmasıdır. Firma üretim hedefi içinde optimal çözüme ulaşmıştır. Firma, talebin karşılanmasında öncelikli olarak normal mesaide üretim yapmaktadır. Talep fazla mesai yapılarak, stok yapılarak da karşılanabilmiştir. İstenilen fazla mesai üretim miktarı minimizasyonu ve işçi alım-çıkarmı minimizasyonu hedefleri de istenilen düzeyde sağlanmaya çalışılmıştır.

Sonuç olarak görülmüştür ki; karar verme yöntemlerinden biri olan hedef programlama yöntemi ile bulunan üretim miktarları, işçi sayısı, işletmenin tüm hedeflerini uzlaşık olarak çözümlenmiştir. Bulunan bu üretim miktarlarından faydalanarak, çalışmanın yapıldığı üretim dönemlerine ait üretim programlarını en doğru şekilde hazırlayarak üretimi detaylandırmak mümkündür. Modelin çözümünden görüleceği üzere, sonuçlardan yola çıkarak hedef değerlerindeki pozitif ve negatif yönde sapma miktarları ile kapasite artırımı,

fazla mesai, üretim miktarı, işçi sayısı gibi kararları verebilmek mümkün olacaktır. Elde edilen sonuçların anlamlı olması hedef programlama yönteminin üretim planlama çalışmalarında uygulanabilir olması nedeniyle önem arz eder.

KAYNAKÇA

- ALADAĞ, Z. , YILMAZ, D. (1998), “Çok Ürünlü Tek Kanallı Üretim Hattında Darboğaz Sorununa Yönelik Kantitatif Analiz” , Endüstri Mühendisliği Dergisi, Cilt:9, Sayı:2, s:3-8
- DEMİR, H. , GÜMÜŞOĞLU Ş.(2003), Üretim Yönetimi, Beta Basım Yayın Dağıtım, İstanbul
- DOĞAN, Ü. (1997), “Üretim Planlama ve Kontrolü : Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama”, Üniversiteliler Ofset, İzmir
- DURMUŞ, T. , (2002), “Bütünleşik Planlama Ve Bir Endüstri İşletmesinde Uygulama” , Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, s:141
- ERTUĞRUL, İ. (2005), “Bulanık Hedef Programlama ve Bir Tekstil Firmasında Uygulama Örneği”, Osman Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:6, sayı:2, Eskişehir, s:45-75
- FUNG, R. Y. K., TANG, J., WANG, D. (2003), “Multiproduct Aggregate Production Planning With Fuzzy Demands And Fuzzy Capacities”, IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics Part A: Systems And Humans, Vol. 33, No. 3, s:302-313
- GALLEGO, PROF. G. (2001), “Aggregate Production Planning”, IEOB 4000: Production Management Lecture 5, pp:7
- GÜLEÇ GÜREL, S. (2011), “Bütünleşik Üretim Planlaması İle Hedef Programlama Uygulaması”, Yayımlanmamış yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üni. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli
- KOÇAK, M. (1998), “Hedef Programlaması Tekniği İle Üretim Planlaması Ve Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, s:97
- LEVİN, I. R. , RUBIN, S. D. , STINSON P. J. ve GARDNER S.E. (1989), “Quantitative Approaches to Management”, 7th Ed. , Mcgraw_Hill Publishing Company, New York
- ÖZTÜRK, A., (2009), Yöneylem Araştırması, Ekin Yayınevi, 12. Baskı, Bursa. s: 273-310
- ÖZTÜRK, M. U. (2007), “Üretim Planlamasında Çok Hedefli Doğrusal Hedef Programlama ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa, s:138
- ŞENGÜL, P. , (2007), “Aggregate Production Planning In A Turkish Furniture Company”, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, s:158

- TORKUL, O. ,ÖVER, T. , GÖKSU, A. , “ Bir İşletmenin Yeniden Yapılandırılmasında Kavramsal Bir Model”, Enformatik Bölüm Başkanlığı, Sakarya Üniversitesi, Adapazarı, s:6
- VURAL, M. , (2005), “Genetik Algoritma Yöntemi İle Toplu Üretim Planlama”, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s:103
- YILMAN, N. (2007), “Bir Toplu Üretim Planlama Modeli Ve Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s:131