

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR TOPLU ÜRETİM PLANLAMA MODELİ
VE UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. NERMİN YILMAN**

**Anabilim Dalı: İşletme Mühendisliği
Programı: İşletme Mühendisliği**

EKİM 2007

**BİR TOPLU ÜRETİM PLANLAMA MODELİ VE
UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh.Nermin YILMAN
(507031028)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 14 Eylül 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 19 Ekim 2007**

**Tez Danışmanı : Yard.Doç.Dr. Bersam BOLAT
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Demet BAYRAKTAR
Doç.Dr. Y. İlker TOPÇU**

EKİM 2007

ÖNSÖZ

Bu çalışmada toplu üretim planlama konusu ele alınmış ve hedef programlama tekniği kullanılarak örnek bir model anlatılmıştır. Tez çalışmam boyunca bilgi, emek ve tecrübesiyle beni yönlendiren tez danışmanım, değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Bersam Bolat'a saygı ve minnetle teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak bana çalışmanın tüm aşamalarında destek olan ve yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarıma ve aileme teşekkür ederim.

Eylül 2007

Nermin Yılman

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR	v
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ	1
2. TOPLU ÜRETİM PLANLAMA	4
2.1. Toplu Üretim Planlamanın Literatürdeki Yeri	5
2.2. Toplu Üretim Planlamanın İşletme Planlarıyla İlişkisi	7
2.3. Toplu Üretim Planlarının Özellikleri	10
2.4. Toplu Üretim Planlamanın Yapısı	11
2.5. Toplu Üretim Planlama Oluşturma Prosesi	12
2.6. Toplu Üretim Planlama Stratejileri	14
2.6.1. İzleme stratejisi	14
2.6.2. Dengeleme stratejisi	15
2.6.3. Karma Strateji	16
2.7. Toplu Üretim Planlama Teknikleri	16
2.8. Toplu Üretim Planlama Yöntemleri	20
2.8.1. Grafik yöntemi	22
2.8.2. Matematiksel Teknikler	22
2.9. Toplu Üretim Planlama ve Talep Yönetimi	28
2.9.1. Talep Tahmin Teknikleri ve Yaygın Modeller	30
3. HEDEF PROGRAMLAMA	32
3.1. Tarihsel Gelişim	32
3.2. HP'nin Simgesel Gösterimi	33
3.3. DP ile HP Arasındaki Farklılıklar	33

3.4. HP’de Amaç Kısıtlarının Formülünün Kurulmasındaki Temel İlişkiler	34
3.4.1. HP’de sapma değişkenlerinin (d_i^- , d_i^+) kullanımı	34
3.4.2. Amaçların maksimizasyonu ya da minimizasyonu	35
3.5. Hedef Programlama Algoritmaları	36
3.5.1. Ağırlıklandırma Yöntemi	36
3.5.2. Simpleks Yöntemle Çözümü	36
3.6. Hedef Programlama ve Toplu Üretim Planlama	37
4. UYGULAMA	38
4.1. Goodyear Lastikleri T.A.Ş.	38
4.2. Lastik Üretim Süreci	40
4.2.1. Hazırlık bölümü	40
4.2.2. Lastik İmalat Bölümü	43
4.2.3. Lastik Pişim Bölümü	43
4.3. Sürekli İyileştirme	45
4.4. Toplu Üretim Planlama Probleminin Tanımı ve Özellikleri	46
4.5. TÜP Probleminde Hedeflerin Belirlenmesi	46
4.6. Toplu Üretim Planlama Probleminin Matematiksel Modellenmesi	46
4.6.1. Talep Tahminlerinin Yapılması	46
4.6.2. Çalışma Saatlerinin Bulunması	48
4.6.3. Stokların Hesaplanması	50
4.6.4. Matematiksel Modelin Oluşturulması	60
4.6.5. Problemin Çözülmesi	66
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	68
KAYNAKLAR	70
EKLER	73
ÖZGEÇMİŞ	121

KISALTMALAR

TÜP : Toplu Üretim planlama
DP : Doğrusal Programlama

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1	Toplu Üretim Planlama Modelinin Temel Özellikleri.....	10
Tablo 2.2	Toplu Planlama Seçenekleri: Avantajları ve Dezavantajları.....	19
Tablo 4.1	Exponensiyel Düzleştirme ile Talep Tahminleri.....	47
Tablo 4.2	Aylara Göre Talep Tahminleri.....	48
Tablo 4.3	Aylara Göre Takvim Zamanları.....	48
Tablo 4.4	Makinelere Göre Aylık Kayıp Zamanları.....	49
Tablo 4.5	Makinelere Göre Aylık Çalışma Saatleri.....	49
Tablo 4.6	Aylara Göre Kalıp Sayıları.....	50
Tablo 4.7	Aylara Göre Üretim Miktarları ve Talep Tahmin Miktarları.....	66
Tablo 4.8	Makinelerin Aylık Boş Zamanları ve Çalışma Zamanları.....	67

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	:Talep Eğrisi.....	5
Şekil 2.2	:Planlama Peryotları, Görev ve Sorumluluklar.....	8
Şekil 2.3	:Toplu Planın Diğer Planlarla İlişkisi.....	9
Şekil 2.4	:Toplu Planlama Yapısı	12
Şekil 2.5	:Talep Dalgalanmaları.....	15
Şekil 2.6	:Optimizasyon Teknikleri.....	21
Şekil 4.1	:Lastiği Oluşturan Malzemeler.....	41
Şekil 4.2	:Hazırlık Bölümü İmalat Makinaları.....	41
Şekil 4.3	:Lastik İmalat Bölümü Akış Şeması.....	43
Şekil 4.4	:Goodyear Sürekli Gelişim Yol Haritası.....	45

ÖZET

Toplu üretim planlama orta vadede genellikle 3 aydan 18 aya kadar değişen müşteri siparişleriyle tahmin edilen talebi kapasiteye eşleştirmeye ilgilidir. Toplu üretim planlama şunları hedefler:

- Her ürün kategorisi için yakın gelecekteki belirsiz veya değişken talebi karşılayan toplu üretim seviyelerini belirlemek
- İşe alma, işten çıkarma, fazla mesai, sipariş bekletme, fason yaptırma ve envanter seviyesi ile ilgili politikalar ve kararlar belirlemek, böylece kullanılacak yeterli kaynakları belirlemek

Planlama alanında, uzun vadeli planlamanın genel kararlarıyla çok özel ve detaylı kısa vadeli planlama kararları arasında kalır. Toplu üretim planlama, üretim ve operasyon yönetiminin en önemli fonksiyonlarından biridir. Dağıtım planlamanın diğer formları; master üretim çizelgelerini, kapasite ihtiyaç planlama, malzeme ihtiyaç planlamayı içerir, hepsi toplu üretim planlamaya sırasıyla bağlıdır

Çalışmada toplu üretim planlamanın literatürdeki yeri, özellikleri, diğer işletme planlarıyla ilişkisi, stratejileri, teknikleri anlatılmıştır. Ayrıca 5 ayrı ürün, 9 aylık bir dönem için talep tahminleri, kapasite ve stoklarla ilgili kısıtları olan bir model oluşturularak hedef programlama yöntemi ile çözülmüştür.

SUMMARY

Aggregate production planning deals with matching capacity to demand of forecasted, varying customer orders over the medium term, often from 3 to 18 months in advance. APP aims to

- to set overall production levels for each product category to meet fluctuating or uncertain demand in the near future,
- to set decisions and policies concerning hiring, layoffs, overtime, backorders,
- subcontracting and inventory level, and thus determining appropriate resources to be used .

In the field of planning, it falls between the broad decisions of long-range planning and the highly specific and detailed short-range planning decisions. APP is one of the most important functions in production and operations management. Other forms of family disaggregation planning involve a master production schedule, capacity requirements planning, material requirements planning, which all depend on APP in a hierarchical way.

In this study, literature research, nature, relations of other business plans, strategies and methods of aggregate planning were explained. Also a mathematical programming model is created with subjects related forecasts, capacity, and stocks for 5 product groups in 9 months periods and solved by goal programming.

1. GİRİŞ

Küresel pazarlarda rekabet edebilmek için; maliyetlerin azaltılması, kalitenin yükseltilmesi ve ürünlerin toplam üretim zamanlarının azaltılması gerekmektedir. Bu gerekliliklerin yerine getirilebilmesi için üretim sistemlerindeki karar verme süreçlerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir. Bir üretim sisteminde karar vermeyi gerektiren faaliyetler hiyerarşik olarak üç seviyede oluşmaktadır. Bunlar; stratejik, taktik ve kontrol seviyesidir. Stratejik seviyede, üretim planlarının pazar taleplerini karşılaması istenir. Taktik seviyede; planlanan üretim çizelgesi, stok, makine kapasitesi, bakım planı ve işçi verimliliği gibi bazı atölye kısıtları ile koordine edilir. Kontrol seviyesinde ise, planlanan üretim çizelgelerinin uygulanmasını gerçekleştirmek için işlerin akışı sürekli olarak düzenlenir ve beklenmedik olaylarla bozulan çizelgeler derhal güncelleştirilir.

İşletmelerde politika ve hedefler, stratejik planlar ile sağlanırken bunların somut kararlara indirgenmesi, daha kısa zaman dilimleri (genellikle 1 yıla kadar) için hazırlanan taktik planlarla sağlanmaktadır. Bu düzeydeki planlar, genellikle fonksiyonel yapıdadır ve toplu üretim planlama bunlardan birisidir. Toplu üretim planlama, firmanın uzun ve kısa vadeli problemleri arasında bağlantı kuran bir faaliyettir.

Firmaların ürünlerine olan talep zamana göre sabit ise üretimi planlama oldukça basitleşmektedir. Bu durumda planlama periyodunun başlangıcında belirlenen kaynak seviyeleri ile tüm süre içerisindeki talepler karşılanabilmektedir. Ancak genellikle üretim sistemlerinin ürüne olan talep düzeyleri zamana göre değişmektedir.

Kısaca üretim planlamanın amacı, belirlenen üretim hedeflerine ulaşabilmek ya da mevcut satış imkanlarından faydalanabilmek için kaynakların optimum kullanımını tespit etmeye çalışmaktır. Planlamanın değişen çevre koşullarında yer alan tüm kaynakların kullanımını optimum yapacak şekilde araştırmak için zamanını harcaması gerekmemektedir. Burada önemli olan konu ideal planın oluşturulması için zaman kaybetmektense yeterli bir planın oluşturulması için çalışılmasıdır.

İlk olarak Holt et al. (1955) bir boya fabrikasını örnek vererek toplu planlama modeli tanımladı. Toplu üretim planlamada temel görüş; en ekonomik çözümün iki temel üretim stratejisinin karışımını içermesidir. Bir dengeleme planı bütün yıl boyunca sabit bir üretim oranı belirler, üretim ve satış arasındaki farklılıkları karşılamak için son ürün stoklarını kullanır. İzleme stratejisinde beklenen aylık satışlar takip edilir, ve ilgili direkt işçilik gereksinimleri hesaplanır. Üretim kapasitesini yükseltmek veya düşürmek için ilgili alternatifler fazla veya az mesai, işgücü seviyelerini değiştirmek için işe alma veya işten çıkarma veya vardiya sayısını değiştirme ve işi fason yaptırmadır (Buxey, 2003).

Toplu üretim planlama yaklaşımı, mamul veya hizmetlere olan toplu talep değişimini orta dönemde karşılamak üzere üretim düzeyini değiştirme maliyetlerini minimize etme yaklaşımı olarak tanımlanabilir (Setyan, 1994).

1950'lerden beri toplu üretim planlamanın amacı, belirli bir zaman yapısında firmanın verimlilik ve işgücü seviyesini eşzamanlı olarak belirleme görevini içerir. Bu sürecin amacı bilinen sabit bir üretim kapasitesiyle toplam ilgili maliyetleri minimize etmektir (Buxey, 2005).

Bu amacı gerçekleştirecek yöntem hem optimum hem de optimum olmayan yöntemlerin çevresinde toplanmıştır. Son yıllarda, araştırmacılar klasik toplu planlama modellerinin bazı sınırlamalarını aşmayı başardılar. Eleştirmenler literatürde bulunan toplu üretim planlama modellerinin yöneticiler tarafından çok nadiren kullanıldığını tartıştılar ve doğruladılar. Örneğin işgücü seviyelerindeki değişikliklerle ilgili bazı toplu planlama modellerindeki varsayımlar kabul edilmek istenmez.

Bu özellikle tam zamanında üretim, toplam kalite yönetimi, ve sürekli kalite iyileştirme uygulamalarını destekleyen sabit iş gücünden yararlanmaya çalışan işletme organizasyonları için doğrudur. Ayrıca Avrupa ülkelerinde olduğu gibi işe alma ve işten çıkarma uygulamalarının kanunlarla sınırlandırıldığı işletme çevrelerindeki organizasyonlar için de doğrudur (Buxey, 2005).

Çalışmanın ikinci bölümünde toplu üretim üretim planlarının literatürdeki yerinden, özelliklerinden, diğer işletme planlarıyla olan ilişkisinden ve TÜP problemlerini çözmek için kullanılan yöntem ve tekniklerden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde hedef

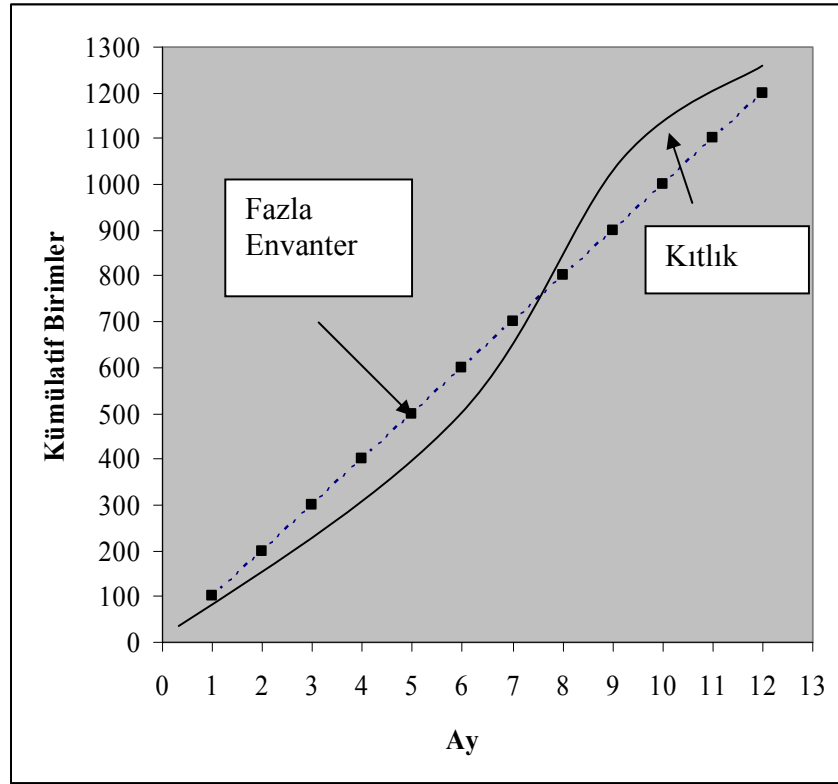
programlama anlatılarak dördüncü bölümde 9 aylık bir toplu üretim planlama modeli oluşturularak hedef programlamayla çözülmüştür.

Doğrudan doğruya amaçları optimize eden lineer programlamanın aksine hedef programlama hedef değerler ve gerçekleşen sonuçlar arasındaki sapmaları minimize ederek çatışan amaçlar grubunu yönetmek için kullanılır. Asıl amaçlar, hedef değerler ve iki yardımcı değişkenlerle kısıtlar grubu olarak tekrar formüle edilir. İki yardımcı değişkenler pozitif sapma d^+ ve negatif sapma d^- olarak adlandırılır ve hedef değerden uzaklığı gösterir. Hedef programlamanın amacı sapmaları sırayla minimize etmektir, bu yüzden ilk önem derecesine sahip hedef birinci önceliği alır, bundan sonra birinci önceliğin hedefleri ilk aşamada minimize edilir. Elde edilen mantıklı, uygun çözümün sonucunu kullanarak ikinci önceliğin hedefleri minimize edilir (Leung, S.C.H., Wu Y., Lai K.K., 2003).

2. TOPLU ÜRETİM PLANLAMA

Toplu üretim planlama; 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 (Erfan, S., 1994).

Toplu planlama orta vadede talebi karşılayacak en ekonomik seçeneği belirleme girişimidir. Problemin girdileri planlama periyodunda her ürün tipi için talepleri, üretim ve dağıtım maliyetlerini, kapasiteyi iyileştirme maliyetini ve işletme politikalarını içerir. Göz önüne alınan işletme politikaları genellikle envanter seviyelerini değiştirme, üretim seviyelerini değiştirme, geçici bir süre kıtlık yaşanmasına izin verme, kapasiteyi ayarlamak için yeni ekipmanlar alma veya işgücü seviyelerini değiştirmeyi içerir. Şekil 1.1’de gösterilen durumu inceleyelim. 12 aylık toplam talep çizilir. Eldeki kapasitenin toplam talebi karşılamak için yeterli olduğu varsayılarak şekilde de gösterilen bu alternatif seçilirse yılın ilk aylarında envanter seviyeleri arttırılır, yılın sonlarına doğru da siparişler geciktirilir. Diğer bir alternatif de talebi üretmeye başlama ve sonra üretim kapasitesini arttırmak için kapasite eklemektir. İki alternatif de çeşitli maliyetler içerir. Bu maliyetler somut (maaşlar ve faiz ödemeleri) ve soyut (müşteri memnuniyeti ve çalışan morali) olabilir. En iyi politika, maliyet yapısına bağlı olarak bu alternatifleri veya bu alternatiflerin çeşitli kombinasyonlarını kullanmaktır. Toplu planlamanın amacı en iyi politikayı bulmaktır (Askın R.G. and Goldberg J.B., 2002).



Şekil 2.1: Talep Eğrisi

2.1. Toplu Üretim Planlamanın Literatürdeki Yeri

Son 40 yılda değişen gelişmişlik dereceleriyle çeşitli toplu üretim planlama modelleri tanıtılmıştır. Holt vd. , genellikle Lineer Karar Kuralı olarak bilinen ilk toplu üretim planlama modellerinden birini geliştirmişlerdir. Bir boya fabrikasının gerçek operasyonel maliyetlerine kuadratik fonksiyonlar kullanarak bir üretim planı oluşturmak için uygulanmıştır (Silva C.G.,Figueira J., Lisboa J.,Barman S., 2006).

HMMS modeli, bütünleştirme seviyesindeki her bir planlama süreci boyunca stok, işgücü seviyeleri, üretim oranlarının planlanmasında kullanılan bir üretim tekniğidir. Aslında üretim oranları ve işgücü seviyesi birer karar değişkenidir. Bu modelde, stok otomatik olarak bu iki değişken değerlerince, üretim oranları işgücü düzeyleri ve stok arasında var olan bağlantıyla ve model dışında oluşan tahmini taleple belirlenir.

HMMS, işgücü ve üretim planlama mevcut maliyetlere en iyi yakınsamalar yapan ikinci derece fonksiyonlar bulmuştur. İkinci derecenin diferansiyeli, doğrusal fonksiyon olduğundan genelleştirilmiş karar kuralları doğrusal bir yapıya sahiptir. Bu modeller aynı zamanda Doğrusal Karar Kuralları olarak da bilinir.

Optimum karar kuralları ikinci derece maliyet fonksiyonlarını minimize ederken toplu üretim planlama oranı ve işgücü seviyelerini de belirler (Erfan S.,1994).

Toplu üretim planlama modelleri ve metodolojileri konusunda en detaylı ve güncel inceleme Nam ve Logendran (1992) tarafından yapılan 140 makale ve 14 kitabın kullandığı modellerin ve metodolojilerin optimal ve optimale yakın sonuçlar veren olarak sınıflandırıldığı çalışmasında bulunabilir (Leung, S.C.H., Wu Y., Lai K.K., 2003).

Masud ve Hwang (1980), toplu üretim planlama problemi için dört amaçlı, üç amaç kriterli karar verme yöntemlerini sunmuşlardır; hedef programlama, adım yöntemi (STEM) ve ardışık çok amaçlı problem çözme (SEMOPS). Dört amaç; karara katılımın maksimizasyonu, işgücü seviyelerindeki değişimin, envanter yatırımlarının ve sipariş bekletmelerin minimizasyonudur. İki ürünü içeren bilgi grubu, tek bir üretim alanı, 8 planlama periyodu sonuçlarını karşılaştırmak amacıyla oluşturulmuştur (Leung, S.C.H., Wu Y., 2004).

Hung ve Hu (1998), makine ayarlama kararlarını da içeren karma tamsayılı programlama modeli formüle etmişlerdir. Gelirlerin maksimizasyonu, envanter, sipariş bekletme ve ayarlama maliyetlerinin minimizasyonu amaçlarını çözmek için bir hıristik algoritma geliştirilmiştir (Leung, S.C.H., Wu Y., 2004).

Byrne ve Bakir (1999) çok periyotlu, çok ürünlü üretim planlama problemi için matematiksel programlama ve simülasyon modellerini içeren matematiksel optimallik ve uygulama pratikliği veren karma bir algoritma önermişlerdir (Leung, S.C.H., Wu Y., 2004).

Pratikteki üretim planlama sistemlerinde, toplu plana girdi gönderen pek çok fonksiyonel alanlar genellikle organizasyonun kaynaklarını kullanma konusunda çatışan amaçlarla harekete geçirilir. Karar verici bu çatışan amaçları eş zamanlı olarak belirsiz amaç seviyelerinde en iyi şekilde kullanmalıdır.

1978’de Zimmermann ilk olarak belirsiz doğrusal programlama yaklaşımını geleneksel çok amaçlı doğrusal programlama problemine genişletti. Bu problemdeki her bir amaç fonksiyonu için karar vericinin belirsiz bir amacının olduğu varsayıldı örneğin amaç fonksiyonunun belirli bir değere eşit veya bu değerden daha az olması gibi.

Bunu takiben, Leberling, Hannan, Luhandjula, Sakawa, Kuwano, ve Chen ve Tsai tarafından belirsiz hedef programlama konusunda çalışmalar yapıldı (Wang C.R., Liang T.F.,2004).

Wang ve Fang (2001a), Masud ve Hwang’ın yöntemini belirsiz talep, belirsiz makine kapasitesi, belirsiz makine zamanı ve belirsiz ilgili maliyetler gibi belirsiz parametreleri kullanarak çözen bir lineer programlama yöntemi geliştirmiştir. Önerilen belirsiz lineer programlama belirsiz sayıların kısmi sıralama yöntemini kullanarak belirli amaç fonksiyonları ve belirli kısıtları olan bir lineer programlamaya tekrar formüle edilmiştir. Planlama periyodunun ilk altı döneminde önerilen metodun uygulanabilirliğini göstermek için kullanılmıştır (Leung, S.C.H., Wu Y., Lai K.K., 2003).

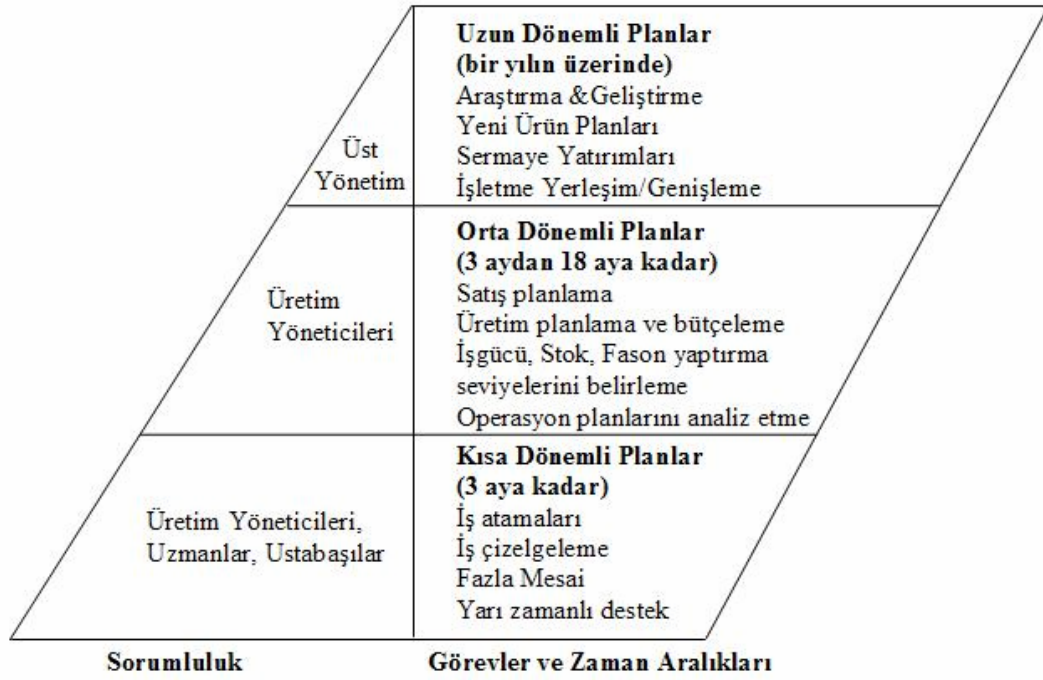
Wang ve Fang (2001b), ayrıca belirsiz amaç fonksiyonları ve belirsiz karar değişkenleri olan bir model önermişlerdir. Belirsiz sayılarla gösterilen çözümler belirsizlik ortamında karar vericiye daha fazla esneklik sağlar (Leung, S.C.H., Wu Y., Lai K.K., 2003).

Baykasoğlu (2001), Masud ve Hwang’ın modelini fason imalatçı seçimi, makine ayar kararları gibi ek kısıtlarla genişletmiştir. Çok amaçlı tabu araştırması algoritması önleyici hedef programlama modelini çözmek için tasarlanmıştır. C++ yazılımı kullanılarak amaç odaklı bir program geliştirilmiş ve Masud ve Hwang’ın modeliyle karşılaştırmak için kullanılmıştır (Leung, S.C.H., Wu Y., 2004).

2.2. Toplu Üretim Planlamanın İşletme Planlarıyla İlişkisi

Uzun dönemli tahminler yöneticilerin kapasite ve stratejik konularla ilgilenmesine yardım eder ve üst yönetimin sorumluluğundadır. Üst yönetim işletme politikalarıyla ilgili sorular üretir (işletme, yerleşim ve genişleme, yeni ürün geliştirme, araştırma fonu ve birkaç yıllık yatırımlar). Orta dönemli planlama uzun dönemli kapasite kararları alındığında başlar ve üretim yöneticisinin görevidir. Planlama kararları, verimliliğin dalgalanan taleplere eşleştirilmesi problemini çözer.

Bu planların üst yönetimin uzun dönemli stratejisiyle uyumlu olması gereklidir. Orta dönemli planlama bir toplu üretim planı oluşturularak başarıya ulaştırılır. Kısa dönemli planlama 1 yıla kadar uzatılabilir fakat genellikle 3 aydan daha kısadır. İlgili taktikler iş yükleme, sıralama, hızlandırmadır (Krajewski, L.J. and Ritzman L.P., 1993).



Şekil 2.2: Planlama Peryotları, Görev ve Sorumluluklar

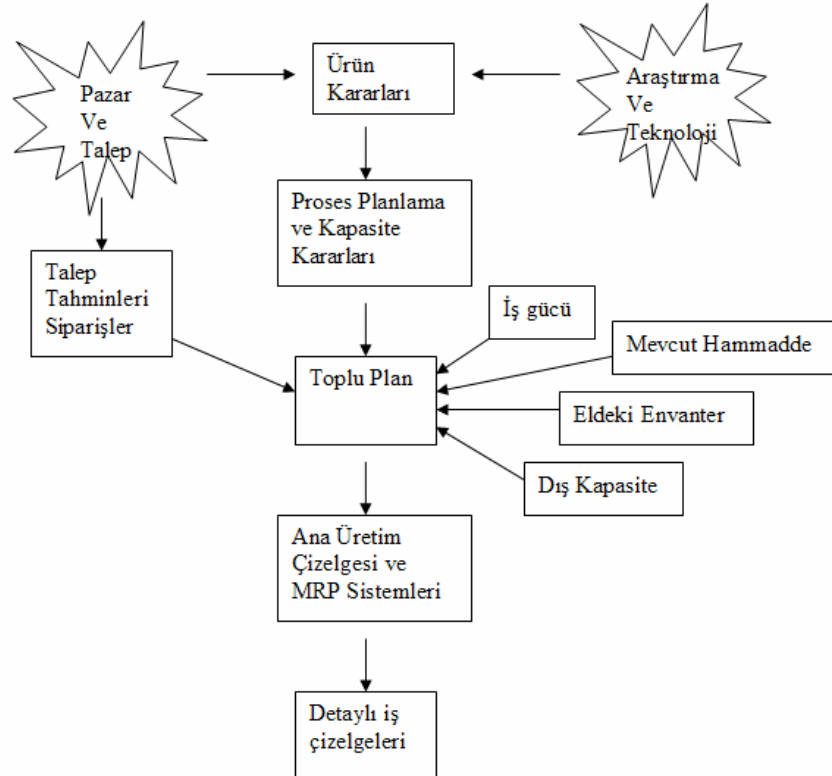
Geleneksel olarak herhangi bir üretim organizasyonunda üretim planları üç aşamada geliştirilir, toplu üretim planı, ana üretim çizelgesi ve kısa dönemli üretim çizelgesi. Toplu üretim planı bir yıllık dönemde aylık periyotlarda üretilecek ürünleri dağıtarak ve tüm kısıtları gözönüne alarak bir organizasyonun orta dönemli iş politikasını oluşturur. Ana üretim çizelgesi, toplu üretim planıyla oluşturulan bilgiyi yansıtarak aylık veya haftalık zaman aralıklarında ürün ailelerinin değişik alt gruplarının öngörülen talepleri temel alınarak bütün üretim planlarını oluşturur. Diğer yandan, kısa dönemli üretim çizelgesi, ana üretim çizelgesiyle oluşturulan bilgiyi temel alarak 1 haftadan 1 aya kadar kısa planlama dönemi boyunca son ürünlerin uygulanabilir üretim planını verir. Üretim planının bu üç aşaması yüksek derecede birbirine bağlıdır.

Örneğin, ana üretim çizelgesi satış, pazarlama, dağıtım, tedarikçiler ve üretim operasyonları arasında çok önemli bir bağ kurar. Kısa dönemli üretim çizelgesi beklenmedik olayları soğurmanın yanında son dakika değişikliklerini kolaylaştırmak için fabrika seviyesinde bir bağ kurar.

Bir iş organizasyonunu etkili bir şekilde çalıştırabilmek hem de sağlam bir müşteri güveni oluşturabilmek için üretim planlamanın bu üç aşaması planlama ve uygulama aşamalarında birbirleriyle haberleşmelidir.

Son yıllarda, uluslar arası üretim organizasyonlarının çoğu sistemlerini çeşitli şekillerde bu amaca doğru yönlendirmektedirler.

Toplu planlama aslında planlamaya büyük resim yaklaşımıdır. Planlama yapanlar genel olarak organizasyonun tek bir ürün veya hizmeti olmadığı sürece tek tek ürünlere veya hizmetlere odaklanmaktan kaçınırlar. Bunun yerine bütün veya toplu kapasite üzerine odaklanırlar (Das B.P., Rickard J.G., Shah N., Macchietto S. , 2000).



Şekil 2.3: Toplu Planın Diğer Planlarla İlişkisi

2.3. Toplu Üretim Planlarının Özellikleri

1950'lerin başlarından itibaren çok çeşitli toplu üretim planlama tekniklerinin geliştirilmesine rağmen, hala endüstrilerde yaygın bir kabul görmemiştir.

Bunun nedenlerinden biri, bu tekniklerin gerçek yaşamda toplu üretim planlama sürecini doğru olarak belirtmemesi ve toplu üretim planlamayı üst düzey bir kısıt olarak konumlandırmasıdır. Yöneticiler ise genellikle daha alt düzey bir yaklaşım olarak görürler. Diğer bir neden ise temelindeki bütün ürün ve ürün ailelerinin homojen olduğu ve birkaç genel ölçü içerisinde bütünleştirilebileceği varsayımdır.

Bu rahatsızlık işgücü birimlerine de yayılır. Onların eşit olduğu varsayımı bazı çalışanların diğerlerinden daha değerli olduğu böylece işe alma ve işten çıkarma maliyetlerinin eşit olmadığı gerçek yaşam koşullarıyla çelişir.(Leung, S.C.H., Wu Y., Lai K.K., 2003).

Tablo 2.1: Toplu Üretim Planlama Modelinin Temel Özellikleri

Özellikler	Masud ve Hwang (1980)	Wang ve Fang (2000)	Baykasoğlu (2001)	Önerilen Model
Ürün Sayısı	Birden çok	Tek	Birden çok	Birden çok
Periyot Sayısı	Birden çok	Birden çok	Birden çok	Birden çok
Aşama Sayısı	Tek (Birden çok aşama için de kullanılabilir)	Tek	Tek (Birden çok aşama için de kullanılabilir)	Tek (Birden çok aşama için de kullanılabilir)
Fason Yaptırma	İncelenmedi	Belirsiz fiyatla incelendi	İncelendi	Stokastik fiyatla incelendi
Satışlar	Alt ve üst limitler içerisinde değişken	Belirsiz Bilgi	Alt ve üst limitler içerisinde değişken	Stokastik bilgi
İşgücü	İncelendi	İncelendi	İncelendi	İncelendi
İşe alma	İzin verildi	İzin verildi	İzin verildi	Stokastik maliyetle incelendi
İşten çıkarma	İzin verildi	İzin verildi	İzin verildi	Stokastik maliyetle incelendi
Makine Kapasitesi	İncelendi	İncelenmedi	İncelendi	İncelendi (Stokastik olarak incelenebilir)
Sipariş Bekletme	İzin verildi	İzin verilmedi	İzin verildi	İzin verilmedi
Amaç maliyet(veya kar)	Kar	Maliyet	Kar	Maliyet
Stok	İncelendi	Maliyet amacı içine katıldı	İncelendi	Maliyet amacı içine katıldı
İşgücündeki değişiklikler	İncelendi	İncelendi	İncelendi	İncelendi
Fazla Mesai	Kar amacıyla işgücü için incelendi	Maliyet amacıyla işgücü için incelendi	Kar amacı ve kısıtlarında makine ve işgücü maliyet merkezleri için incelendi	Maliyet amacıyla işgücü için incelendi

Çalışanların katılımının ve takım çalışmasının yaygın olarak kabul edildiği günümüzün iş dünyasında, değişen taleple ilgili problemleri çözmek için işe alım veya işten çıkarma stratejilerini uygulamak iş güvenliği ve çalışanların morali üzerinde negatif etkisi olduğu için istenmez (Silva J.P, Lisboa J., Huang P.,2000).

Avrupada ve pek çok ülkede kanunlar işçi çıkarmayı önemli derecede sınırlar, ağır tazminat maliyetleri yükler.

Ayrıca, sık sık işçi çıkarma iş güvenliği problemlerine yol açar. Diğer işçiler arasında memnuniyetsizlik yaratır ve işçilerin verimliliği üzerinde nevgatif etki bırakır. Bu sebeple planlama periyodunda işgücü büyüklüğündeki değişikliği sınırlayan bir üretim planlama modeli geliştirmek daha uygulanabilir olur (Silva J.P, Lisboa J., Huang P.,2000).

2.4. Toplu Üretim Planlamanın Yapısı

Toplu planlama için 4 unsur gereklidir:

1. Satış ve verimi ölçmek için mantıksal bir birim,
2. Orta dönemde planlama periyotlarındaki talep tahminleri,
3. Maliyetleri belirleme yöntemi,
4. Planlama kararlarının alınabileceği talep tahminleri ve maliyetleri birleştiren bir model (Krajewski, L.J. and Ritzman L.P., 1993).

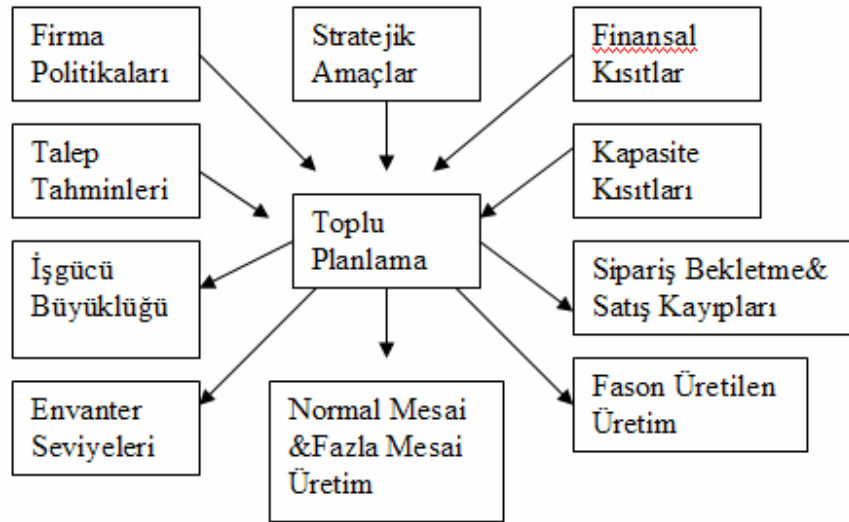
Toplu üretim planlama 3 aydan 18 aya kadar planlama periyodunda orta vadeli kapasite planlamadır. Ana fikir tahmin edilen satış taleplerini ve üretim kapasitesini ürün aileleri için gelecek üretim planlarına aktarmaktır. Toplu üretim planlama süreci tek tek ürünler için ayrıntılı malzeme ve kapasite kaynak gereklilikleri, ayrıntılı personel çizelgelerine ihtiyaç olmadan bütünleştirme seviyesinde gerçekleşir. Bütünleştirme tek tek ürünler veya hizmetler yerine toplam kapasite üzerine yoğunlaşma planını belirtir. Bütünleştirme ürünlere, işçiliğe ve zamana göre yapılabilir. Toplu üretim planlama, planlama sürecinde kullanılan bilgi miktarını azaltır ve bu yüzden planların daha sık güncellenebilmesini sağlar. Bu yüzden, talep, maliyet oranları, kapasite ve malzeme tedarigi gibi faktörlerde oluşan değişimler kolayca karşılanabilir. Ek olarak, toplu

planlar oluşturulduğunda, üretim kapasitesini sınırlayan kaynaklar üzerine yoğunlaşmak mümkündür (Baykasoğlu A., 2001).

Toplu planlamanın çıktıları; ürün veya hizmet ailesinin aylık veya dönemlik verimliliği, işgücü büyüklüğü, normal mesai, fazla mesai ve fason yaptırılan üretim ihtiyacının miktarıdır (Russell R.S., Taylor B.W. ,2006).

Çeşitli faktörler ve bakış açıları incelendiği için toplu plandan gelecek yıl için firmanın oyun planı olarak bahsedilir ve plandan sapmalar dikkatlice yönetilir. Aylık satış, pazarlama, satış, üretim, satın alma ve finans personelinin toplantıları talep ile tedarik ve yeni ürün planları arasındaki farklılıkları uzlaştırır (Russell R.S., Taylor B.W. ,2006).

Kapasiteyi ayarlayarak veya talebi yöneterek talebi karşılayacak ekonomik bir strateji elde edilir (Russell R.S., Taylor B.W. ,2006).



Şekil 2.4: Toplu Planlama Yapısı

2.5. Toplu Üretim Planlama Oluşturma Prosesi

Toplu üretim planlama prosesi bir karar verme prosesidir. Bu prosesin basamakları aşağıda açıklanmaktadır (Vural, M., 2005):

- Konu ile ilgili firma hedeflerinin ve planlama politikalarının (planlama periyodunun belirlenmesi gibi) tanımlanması:

Toplu üretim planlama süreci organizasyonun amaçlarının ve kısıtlarının belirlenmesi ile başlamaktadır. Bu amaçlar ve kısıtlar dikkate alınmadan hazırlanan üretim planları planlama amacının dışında kalır ve organizasyonun performansını kısıtlar.

Toplu üretim planlama karar verme prosesi başlıca zaman içerisinde değişkenlik gösteren iki farklı bilgiden etkilenir. Bunlardan biri gerçek talebin önceden yapılan talep tahminlerine göre farklılıklar göstermesi ve diğeri gelecek dönem için alınan kararların oluşturduğu gerçek maliyetlerin, karar anında belirlenen veya tahmin edilen maliyetlerden farklı olma durumudur. Bu nedenle toplu üretim planlamada esas alınan periyot, talep ve maliyetlerin planlama dönemlerine göre güvenilir tahminlerin yapılabildiği süreyi içermelidir.

- b) Belirlenen planlama periyodunun dönemleri için tahmini talep miktarlarının belirlenmesi: Talep tahminleri belirleme çalışması, geçmişte gerçekleşen satış değerlerine, çevre şartlarına ve tecrübeli yöneticilerin görüşlerine göre gelecekteki satış miktarlarının belirlenmesi işlemidir. Tahminler firma tarafından üretilecek tüm ürünler için ayrı ayrı yapılmalıdır. Değişkenliği az satış tahminlerinin yapılabileceği sistemlerin oluşturulması üretim planlama sürecindeki karışıklıkları azaltacaktır.
- c) Belirlenen planlama periyodunun dönemleri için üretim karakteristiklerinin belirlenmesi: Toplu üretim planlamada rasyonel karar verilebilmesi için üretim sisteminin üretim kapasitesi, işgücü seviyesi ve envanter düzeyi gibi karakteristiklerinin belirlenmesi gerekir.

Bunların dışında üretim prosesinin özellikleri, darboğaz durumunda olabilecek iş istasyonları, üretim kapasitesinin talep değişimlerine karşı çabuk ayarlanabilme özelliği ve fason imalat kuruluşları ile olan ilişkilerin durumu gibi birçok bilginin üretim planlama sürecinde kullanılması gerekmektedir.

- a) Maliyetlerin belirlenmesi veya tahmin edilmesi: Toplu üretim planlama probleminin çözümü için kullanılan stratejilerden kaynaklanabilecek maliyetler iki grupta toplanmaktadır:

- i) Üretim düzeyini değiştirme maliyetleri: Üretim hızını (fazla mesai, atıl kapasite), işgücü seviyesini, fason üretim düzeyini artırma ve azaltmadaki maliyetleri kapsar.
- ii) Envanter düzeyi değiştirme maliyetleri: Elde bulundurma maliyetlerini (kapital bağlama, sigorta, vergi, nakliye, ürünün muhafaza edilmesi) ve elde bulundurmama maliyetlerini (siparişlerin beklemesi, satış kaybı, müşteriler üzerindeki olumsuz etki) kapsar.
- b) Toplu üretim planlama probleminin çözümü: Bu problemi çözmek için geliştirilmiş yöntemlerin kullanılarak alternatif planların geliştirilmesi sürecidir.
- c) Hedefleri karşılayan optimum planın seçilmesi

2.6. Toplu Üretim Planlama Stratejileri

Toplu planları oluşturulurken üretim yöneticisi çeşitli sorulara cevap vermelidir.

1. Stoklar talepteki değişiklikleri karşılamak için kullanılmalı mıdır?
2. Değişiklikler işgücü büyüklüğünü değiştirerek karşılanmalı mıdır?
3. Yarı zamanlı çalışanlar kullanılmalı mıdır veya fazla mesai ve boş zamanlar ile talepteki dalgalanmalar karşılanmalı mıdır?
4. Sabit bir işgücü seviyesini korumak için fason imalatçılar kullanılmalı mıdır?
5. Talebi etkilemek için fiyatlar veya diğer faktörler değiştirilmeli midir?

Bütün bunlar mantıklı planlama stratejileridir. Stok, üretim oranları, işgücü seviyeleri, kapasite ve diğer kontrol edilebilir değişkenlerin ustalıkla yönetilmesini içerir (Krajewski, L.J. and Ritzman L.P., 1993).

2.6.1. İzleme stratejisi

İzleme stratejisi üretim planını talep yapısına eşleştirir ve talepteki değişiklikleri genellikle işe alım ve işten çıkarmalarla giderir. Talebin düşük olduğu dönemlerde üretim kesilir ve çalışanlar işten çıkarılır. Talebin yüksek olduğu dönemlerde üretim artırılır ve ek çalışanlar alınır. Bu stratejinin maliyeti işe alma ve işten çıkarma maliyetidir.

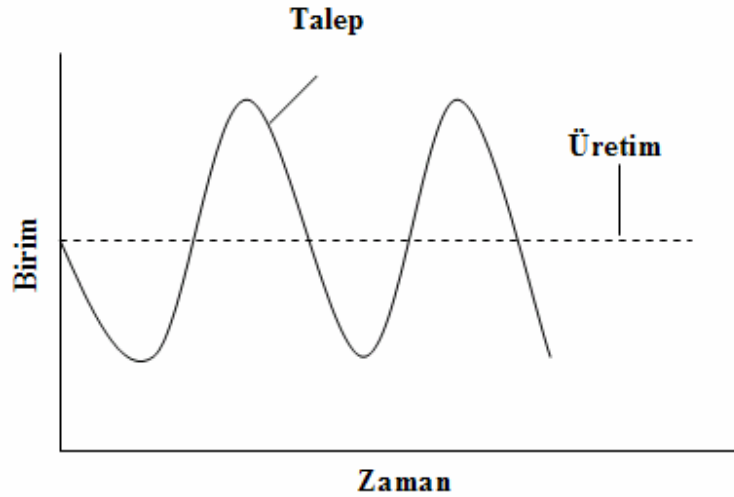
Bu yaklaşım nitelikli çalışanların az bulunduğu ve iş gücü rekabetinin yoğun olduğu endüstrilerde uygun değildir fakat niteliksiz çalışanlara ihtiyaç duyulan endüstrilerde çok sayıda kişinin işten çıkarıldığı dönemlerde maliyet etkili bir yöntemdir (Russell R.S., Taylor B.W. ,2006).

Bu strateji her periyot için talep tahminini karşılayan verimlilik oranlarını gerçekleştirmeye çalışır ve çeşitli yollarla başarıya ulaşır.

Örneğin üretim yöneticisi işe alım ve işten çıkarma ile işgücü seviyelerini değiştirebileceği gibi fazla mesai, boş zamanları değerlendirme, yarı zamanlı çalışanlar ve fason yaptırma ile üretim oranlarını değiştirebilir. Pek çok hizmet firmaları izleme stratejisini benimser çünkü dengeleme stratejisinin adapte edilmesi imkansızdır (Krajewski, L.J. and Ritzman L.P., 1993).

2.6.2. Dengeleme stratejisi

Dengeleme stratejisi sabit bir üretim oranı belirler (genellikle ortalama talebi karşılayacak orandır) ve talepteki değişiklikleri karşılamak için stokları kullanır. Talebin düşük olduğu dönemlerde fazla üretim yüksek olduğu dönemlerde tüketilmek üzere stoklanır. Bu stratejinin maliyeti, stok tutma maliyetidir, eskimiş ve bozulmuş ürünlerin maliyetini de içerir. (Russell R.S., Taylor B.W. ,2006)



Şekil 2.5: Talep Dalgalanmaları

Toyota ve Nissan gibi firmalar üretimi sabit seviyelerde tutarlar ve talep ve üretim arasındaki farklılıkları karşılamak için bitmiş ürün envanterlerinin artmasına veya azalmasına izin verebilirler, çalışanlar için alternatif işler bulabilirler. Onların felsefesine göre sabit bir işgücü, daha iyi kalitede ürün, daha az yeni alınan çalışan sayısı ve devamsızlık, ve firma hedeflerine daha fazla çalışan katılımına götürür.

Diğer gizli kazançlar daha tecrübeli çalışanlar, daha kolay çizelgeleme ve kontrol, ve daha az dramatik açılış ve kapanışlar örnek verilebilir. Dengeleme stratejisi talep makul bir seviyede sabit iken iyi çalışır. (Krajewski, L.J. and Ritzman L.P., 1993).

2.6.3. Karma Strateji

Toplu üretim planlama, yönetim tarafından göz önüne alınması gereken kaynak kullanım seçeneklerinin sayısını arttırmaktadır.

Gelecek planlanan periyot içerisinde oluşacak talep dalgalanmalarının karşılanması için ne kadar envanter kullanılacağı, bu dalgalanmaları sadece işgücü düzeyinde değişiklikler yapmak suretiyle karşılama imkanı, istikrarlı bir işgücü sağlanarak talepteki dalgalanmaların, iş saatlerinin veya üretim hızlarının değiştirilerek karşılanabilirliği ya da fason kullanılarak karşılanması seçeneklerini oluşturur. Bir çok durumda, bu tekniklerin birkaçının kombinasyonu yalnızca birinin kullanılmasından daha etkin olacaktır. Her stratejiye ilişkin oluşacak maliyetler vardır ve bu seçeneklerin akılcı bir bileşimi aranmalıdır (Vural, M., 2005).

2.7. Toplu Üretim Planlama Teknikleri

Toplu üretim planlama stokastik bir prosestir. Planlamayı amaçladığı olaylar yakın gelecekte gerçekleşmektedir. Planın yapıldığı ve planlanan olayların gerçekleştiği süre içerisinde farklı bir takım olaylar gerçekleşebilmektedir (Vural, M., 2005).

Toplu üretim planlama ile ürünlere olan talep değişimini orta dönemde karşılamak üzere üretim düzeyini ve envanter düzeyini değiştirme tekniklerine yöneticiler karar vermektedirler. Bu çerçevede, değişen talep düzeylerini karşılamak üzere bazı temel stratejiler uygulanmaktadır. Bu temel stratejiler toplu üretim planları için kullanılan genel stratejilerdir. Aslında, bu stratejiler her üretim sistemi için geçerli

olmayabilmektedir. Bu nedenle üretim sisteminin tipine göre yeni stratejilerin oluşturulması mümkündür. Aşağıda değişen talep düzeylerini karşılamak üzere uygulanabilecek temel teknikler tanımlanmıştır: (Vural, M., 2005)

a) İşgücü büyüklüğünü ayarlamak: Yeni işçi alma veya işçi çıkarma politikalarıyla işgücü seviyesi değişen talebin karşılanabileceği şekilde ayarlanmaktadır.

Yeni işçiler işe alındığında seçme, eğitime ve düşük verimlilik, gerektiğinde yeni vardiya eklenmesi nedenleriyle maliyetleri yükseltmektedir (Erfan, 1994).

İşçilerin işten çıkarılması durumunda firmanın sosyal imajının zedelenmesi, elde kalan işçilerdeki moralin bozulması nedeniyle verimlerinin düşmesi gibi elle tutulmayan maliyetlerinin yanısıra işsizlik sigortası ve tazminat gibi işten çıkarmanın diğer hesaplanabilir maliyetleri yükselmektedir (Erfan, 1994).

b) Üretim hızını fazla mesai veya boş zamanlar ile ayarlamak: Talebin düşük olduğu dönemlerde çalışma saatlerini azaltarak, yüksek olduğu dönemlerde arttırarak değişken çalışma saatleriyle sabit bir işgücü yakalamak mümkündür.

Talebin fazla olduğu dönemlerde çalışma saatleri arttırıldığında ne kadar fazla mesainin gerçekçi olduğu konusunda bir sınırlama vardır. Fazla mesai daha fazla para gerektirir ve sık sık fazla mesai yaptırma toplam verimliliği düşürmeye yöneltir. Fazla mesai ayrıca işletmeyi açık tutmak için gerekli olan daha fazla işletme giderlerini içerir. Diğer yandan talebin düştüğü dönemde firma işçilerin boş zamanlarını bir şekilde değerlendirmelidir, genellikle zor bir prosestir (Krajewski, L.J. and Ritzman L.P., 1993).

Talep dalgalanmaları üretim hızının değiştirilmesiyle karşılanıyor ise, artışlar halinde firmanın üretim olanaklarını zorlayacağı için makinelerin hızla aşınması, bakım gereklerinin yerine getirilmesi ve işçilere giderek artan fazla çalışma ücreti gibi fazla mesai maliyetleri yükselecektir; düşüşler halinde ise aylak işçilik maliyetleri yükselecektir (Vural, M., 2005).

c) Envanter düzeyini ayarlamak: Talep değişiminin stoklardan karşılanmasıdır. Yol açtığı maliyetler elde bulundurma ve elde bulundurmama maliyetleridir. Envanterde bulunan hammadde, yabancı madde veya ürünlere bağlanmış sermayenin maliyeti, muhafaza süresinde oluşabilecek bozulma maliyetleri, depolama ihtiyaçlarından oluşan

maliyetler, sigortalama maliyetleri ve vergi maliyetleri elde bulundurmadan dolayı katlanması gerekli maliyetlerdir. Envanter bulunmaması nedeniyle karşılanamayan müşteri siparişlerinin oluşturduğu kayıp kazançlar ve müşteri memnuniyetsizliğinden kaynaklanan müşterinin gelecek olumsuz tutumları gibi maliyetlere katlanılmaktadır (Vural, M., 2005).

d) Fason imalat düzeyini ayarlamak: Ürünlerin farklı firmalarda üretilmesiyle talep değişimleri karşılanır (Vural, M., 2005).

Fason imalatın çeşitli tehlikeleri vardır. İlk olarak maliyeti fazla olabilir, ikincisi müşterinizin kapısını bir rakibe açma riski taşır. Üçüncü her zaman kaliteli ürünleri zamanında teslim eden mükemmel bir tedarikçi bulmak zordur (Krajewski, L.J. and Ritzman L.P., 1993)

e) Geç teslim etme düzeyini ayarlamak: Yüksek olan dönemlerde müşteri siparişlerinin biriktirilerek geç teslim edilmesi şeklinde talep değişiklikleri sağlanır. Bu durumda müşteri memnuniyetsizliği ve sözleşmelere dayalı ceza maliyetleri oluşacaktır.

Bunun dışında müşterilerin taleplerinin rakip firmalardan karşılamalarından ve satış gelirlerinin azalmasından doğan maliyetler de bu tekniğin uygulama sürecindedir (Vural, M., 2005).

f) Talep miktarını değiştirmek: Reklam, fiyat indirimi, hediyeler gibi çeşitli kampanyaları uygulayan pazarlama stratejileri ile dönemlik talep miktarları değiştirilebilmektedir (Vural, M., 2005).

g) Yarı zamanlı çalışanlar kullanma: Özellikle hizmet sektöründe yarı zamanlı çalışanlar niteliksiz işgücü ihtiyacını karşılayabilir. Restoranlarda, süpermarketlerde, toptan satıcılarda bu uygulama yaygındır (Krajewski, L.J. and Ritzman L.P., 1993).

h) Sezonluk ürün veya hizmet karışımı: Üreticiler arasında yaygın olarak kullanılan dalgalanan üretim oranları eğrisini düzleştirme tekniği, farklı sezonlarda talebi olan ürünlerin karışımını üretmektir. Örneğin ısıtıcı ve klimaların ikisini de üreten firmalar. Bununla birlikte bu yaklaşımı izleyen firmalar kendilerini hedef pazarlarının veya uzmanlık alanlarının dışında bulabilirler (Krajewski, L.J. and Ritzman L.P., 1993).

Tablo 2.2: Toplu Planlama Seçenekleri: Avantajları ve Dezavantajları

SEÇENEK	AVANTAJ	DEZAVANTAJ	BAZI YORUMLAR
Stok Seviyelerini Değiştirme	İnsan kaynaklarındaki değişiklikler aşamalıdır veya yoktur, beklenmedik üretim değişiklikleri yoktur	Stok maliyetleri yükselebilir. Kıtık satış kaybıyla sonuçlanır	Temel olarak üretime uygulanır, hizmet operasyonlarına uygulanmaz
İşe alım ve işten çıkarmalarla değişen işgücü büyüklüğü	Diğer alternatiflerin maliyetlerinden sakınır	İşe alma, işten çıkarma ve eğitim maliyetleri önemlidir	İşgücü havuzunun büyük olduğu yerlerde kullanılır
Fazla mesai ve boş zamanlarla üretim oranlarını değiştirme	Mevsimsel dalgalanmaları işe alma ve eğitim maliyetleri olmadan karşılar	Fazla mesai ödüllendirilir, yorgun çalışanlar, talebi karşılayamayabilir	Toplu plan içerisinde esnekliğe izin verir
Fason yaptırma	Firmanın verimlilik eğrisini düzleştirme ve esnekliğe izin verir	Kalite kontrol kaybı; azaltılmış karlar; gelecekte muhtemel iş kaybı	Temel olarak üretim ortamlarına uygulanır
Yarı zamanlı çalışanları kullanma	Tam zamanlı çalışanlardan daha az maliyetli ve daha fazla esnektir	Yüksek seviyede yeni işe alım/eğitim maliyetleri, kalite düşüklüğü, planlama zordur	Büyük geçici işgücü havuzunun bulunduğu alanlarda nitelsiz işler için iyidir
Talebi Etkileme	Fazla kapasiteyi kullanmaya çalışır. İndirimler yeni müşterileri çeker	Talepte belirsizlik. Talep ve tedariki eşleştirmek zordur	Yeni pazarlama fikirleri yaratır
Yüksek talep periyotlarında siparişi bekletme	Fazla mesaiden sakınır, kapasiteyi sabit tutar	Müşteri bekleme istekli olmalıdır, prestij kaybı olur	Bir çok firma siparişi bekletir
Mevsimsel ürün ve hizmet karışımı	Kaynakları tam kullanır: sabit işgücüne izin verir	Firmanın uzmanlığının dışında beceri veya ekipman gerektirebilir.	Zıt talep yapılarında ürün veya hizmet bulmak risklidir

2.8. Toplu Üretim Planlama Yöntemleri

Toplu üretim planlama şirketlerin insan ve ekipman kaynaklarını tahmin edilen müşteri taleplerini karşılamak üzere en iyi şekilde kullanmak için çalışır.

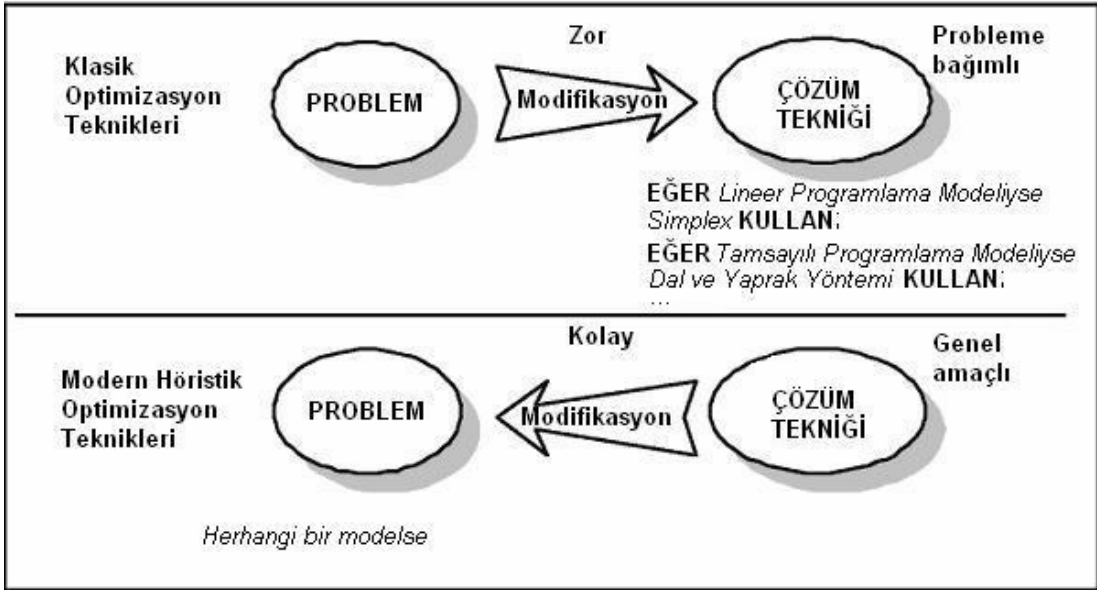
Aynı zamanda aynı kaynakları kullanan tüm ürünlere olan sınırlı bir dönemdeki toplam talebi karşılamak üzere optimum üretim, envanter ve işgücü seviyelerini belirler. Üretim planlama ve kontrol sistemlerinde toplu üretim planları aslında ana üretim çizelgeleri için bir kısıt niteliğindedir (Vural, M., 2005).

Toplu üretim planı hazırlamak için öncelikle ürünlerin gruplandırılması gerekmektedir. Gruplandırılmış ürünlerin toplu üretim planlarının oluşturulması için birçok yöntem kullanılabilir (Vural, M., 2005).

Literatürde bahsedilen birçok toplu üretim planlama teknikleri vardır. Foote ve Ravindran (1988) çeşitli toplu üretim planlama modellerini incelediler. Nam ve Logendran (1992) toplu üretim planlama tekniklerinde son zamanlarda yapılan bir araştırmayı sundu. En sık kullanılan teknikler şunlardır (Baykasoğlu A., 2001):

1. Grafik Yöntemi
2. Matematiksel Teknikler
 - Doğrusal Karar Kural
 - Arama Karar Kuralı
 - Yönetim Katsayıları Yöntemi
 - Parametrik Üretim Planlama
 - Doğrusal Programlama
 - Hedef Programlama
 - Karma Tamsayılı Programlama
 - Ulaştırma Metodu
 - Simülasyon Modelleri

Modern h ristik optimizasyon tekniklerinin (genetik algoritmalar vs.) kullanımı son yıllarda artmaktadır. Bu tekniklerin klasik tekniklerde karşılaşılan sınırlamaları yoktur. Daha önemli olarak, bu yöntemlerin bağımsız problem yapısı vardır, bu yüzden modifiye edilebilir ve başka problemlere adapte edilebilir (Baykasoğlu A., 2001). şekil 2.6 bu iki optimizasyon yaklaşımları arasındaki farkı gösterir.



şekil 2.6: Optimizasyon Teknikleri

Çeşitli araştırmacılar yukarıda listelenen yöntemlerin sınırlamalarını eleştirdiler. Stockton ve Quinn (1995) literatür araştırmasında bu sınırlamaları analiz etti.  z m teknikleriyle ilgili olarak araştırmacılar řu noktaya dikkat çektiler: toplu üretim planlama tekniklerinin hiçbiri bir dizi planlama değişkenleri içeren gerçek yaşam problemleri için optimal veya optimale yakın planlar vermez. Ayrıca optimal planı veren teknikler olarak belirtilenler sadece maliyetle ilişkili amaçları gerçekleştirirler, diğer maliyetle ilişkili olmayan amaçlar yöneticiler tarafından araştırılır (Baykasoğlu A., 2001)

2.8.1.Grafik yöntemi

Grafik yönteminde geliştirilen basit grafiklerle görsel olarak tahmini talep ihtiyaçlarıyla gelecek üretim kapasiteleri karşılaştırılabilir. Bu yöntemle oluşturulan planlar tahmini talep miktarlarıyla mevcut kapasitenin birkaç değişkene bağlı olarak karşılaştırılmasına olanak verir. Toplu üretim planı, garantili sonuç vermeyen ancak sınırlı hesaplamalarla ve deneme yanılma yöntemiyle elde edilir (Vural, M., 2005). Grafik yöntemler, basit oldukları ve alternatif planların geniş bir planlama dönemi içinde görülmesini sağladıkları için kullanımı yaygın bir yöntemdir. Ancak grafik modelin durgun özelliği ve hiçbir şekilde optimizasyonu sağlamaması bu yöntemin eksiklikleridir (Nam ve Logendran, 1992).

Grafik yöntemin 5 aşaması:

1. Her periyottaki talebi belirle
2. Her periyotta normal mesai, fazla mesai ve fason imalat kapasitelerini belirle.
3. İşgücü maliyetlerini, işe alma ve işten çıkarma maliyetlerini, stok tutma maliyetlerini bul
4. Çalışanlara veya stok seviyelerine uygulanacak firma politikasını göz önüne al.
5. Alternatif planlar geliştir ve toplam maliyetlerini incele (Krajewski, L.J. and Ritzman L.P., 1993).

2.8.2. Matematiksel Teknikler

2.8.2.1. Doğrusal karar kuralı

Doğrusal karar kuralı yöntemi, bütünleştirme seviyesindeki her bir planlama süreci boyunca stok, işgücü seviyeleri, üretim oranlarının planlanması kararlarını vermek için 1955'te Holt, Modigliani, Muth ve Simon tarafından geliştirilen bir kuadratik programlama yaklaşımıdır. Yöntem ayrıca HMMS olarak da adlandırılmaktadır ve yöntemde taleplerin deterministik olmadığı varsayılır (Vural, M., 2005).

Doğrusal karar kuralı yönteminde optimum işgücü ve üretim düzeylerini tanımlamak için ikinci derece fonksiyonlar oluşturulmaktadır. Bunun yanı sıra işçi alma ve çıkarma maliyeti arasındaki ilişkiler, mesai üretim, envanter bulundurma veya bulundurmama maliyetleri arasındaki ilişkiler oluşturulan maliyet eğrileriyle ortaya konulur.

Bu ikinci derece fonksiyonların türevi doğrusal fonksiyon olduğundan genelleştirilmiş karar kuralları doğrusal bir yapıya sahip olmaktadır. Optimum karar kuralları ikinci derece maliyet fonksiyonlarını minimize ederken, toplu üretim planlama oranını ve işgücü seviyesini de belirler (Vural, M., 2005).

Doğrusal karar kuralında eğrileri işçilerin çıkarılması veya alınması, mesai kullanılması, envanterlerin elde bulundurulması ve bulundurulmaması gibi nedenlerle yükselir. Bu maliyet eğrilerinin türevi alınarak işgücü maliyetleri ile ilişkilendirilir. Kamien ve Li (1990), doğrusal karar kuralı yöntemine fason üretim bileşenini katarak geliştirmiştir.

Ancak üçüncü karar kuralının yönteme eklenmesi yöntemin geliştirme sürecini zorlaştırmış ve birçok duruma da uymamıştır (Vural, M., 2005).

Bu yöntemin en önemli eksikliği başlangıç varsayımı olan beklenen maliyetlerin kuadratik olmasıdır. Kuadratik fonksiyon düşük işgücü değişikliklerinin gerçek maliyetlerinin daha az tahmin edilmesine neden olabilir. Ayrıca aylak işgücü maliyetleri için iki misli etki oluşturacaktır. Diğer bir dezavantajı doğrusal karar kuralı formülasyonu planlanan periyot içerisinde bir dönemden diğerine geçişteki üretim hızı ve işgücü seviyesi değişim maliyetlerine yeterince önem vermemektedir. Üretim hızında veya envanter düzeylerinde kısıtlar uygulanmasına izin vermez. Ayrıca doğrusal karar kuralı değişkenler veya kısıtlar için tamsayı değerleri bulunduramaz. Yöntem, talep tahminleri sürecinin doğasında bulunan hata miktarlarına karşı duyarlı değildir. Bu tip dezavantajlarına karşın doğrusal karar kuralı, optimize edici olması, iki karar kuralının bir kez türetildikten sonra uygulamasının basit olması, dinamik olması, gerçek endüstri koşullarını çok gerçekçi sergilediği için ve toplu üretim planlama tekniklerinden daha düşük maliyetli planlar oluşturabildiği için tercih edilebilmektedir (Nam ve Logendran, 1992).

2.8.2.2. Arama karar kuralı

Arama karar kuralı yöntemi 1967 yılında William H.Taubert tarafından geliştirilmiştir.Toplu üretim planlama probleminin çözümü için geliştirilen birçok yaklaşım problemin maliyet yapısının lineer, kuadratik veya başka bir formda olması gerektirmektedir. Bu nedenle araştırmacılar karmaşık endüstriyel yapının daha gerçekçi olarak değerlendirecekleri bir model arayışına gitmişlerdir.

Bu yöntemi temeli, amaç fonksiyonunun optimum değerinin bir bilgisayar arama prosedürü yardımıyla bulunması esasına dayanmaktadır (Nam ve Logendran 1992)

Arama karar kuralı yönteminde bilgisayar doğrudan arama yöntemiyle maliyet ölçütü bir nokta değerlendirmekte, elde edilen sonuç önceki deneme sonuçlarıyla karşılaştırılmakta ve sezgisel yöntemler dizisine dayanan bir hareket tarzı izlemektedir. Bu şekilde yeni bir nokta saptanmakta ve fonksiyonun daha iyi bir değeri bulununcaya kadar veya bilgisayar işleyiş zaman sınırı aşıncaya kadar işlem tekrarlanmaktadır (Erfan, 1994)

Bu yöntemin en önemli avantajı çözüm sürecinde periyodik olarak değişen kapasite düzeylerine bağlı olarak çok farklı maliyet fonksiyonlarına yer verebilmesidir.

Bu nedenle bu yöntem değişen operasyonel koşullara adapte olabilmektedir. Ancak yöntemin uygulanabilmesi için bilgisayar temini gibi bazı maliyetlere katlanması, yöntemin uzman kişilerce kullanılabilmesi ve çözülebilen problemin karmaşıklık düzeyinin bilgisayar kapasitesiyle sınırlandırılması gibi bazı dezavantajları mevcuttur. (Nam ve Logendran, 1992)

2.8.2.3. Yönetim katsayıları yöntemi

Bowman tarafından 1963 yılında geliştirilmiş bir modeldir.Sezgisel bir yaklaşımdır. Bu yöntemde belirli şartlar altında yöneticinin karar verme davranışını gösteren katsayılar belirlenmektedir. Yönetimin katsayıları yöntemi, tecrübeli bir karar vericinin karar verme prosesindeki tüm ölçütlerden oldukça haberdar olduğu ve bu kararları tüm ölçütleri değerlendirerek verdiği varsayımına dayanır. Bu varsayıma göre alınan tüm kararlar optimuma oldukça yakın olmaktadır (Nam ve Logendran, 1992).

Yönetim katsayıları yöntemi herhangi bir periyottaki üretim hızını aşağıdaki genel kuralına göre hesaplamaktadır (Nam ve Logendran, 1992);

$$V_t = aW_{t-1} - bI_{t-1} + cFD_{t+1} + K \quad (2.1)$$

V_t : t. Periyottaki üretim hızı

W_{t-1} : önceki periyottaki işgücü miktarı

I_{t-1} : önceki periyottaki bitiş envanter miktarı

FD_{t+1} : sonraki dönemin tahmini talep miktarı

a,b,c, ve K katsayı sabitleridir.

Yöntemde tüm katsayılar geçmişte yöntemin uygulandığı toplu üretim planı kararlarına çoklu regresyon analizi uygulanarak elde edilmektedir. Yöntem yöneticilerin karar verme prosesini tekrar etmesinden dolayı insan davranışlarının değişkenliğinden kaynaklanan yönetsel karar değişkenliklerini azaltır. Ancak regresyon modelinin belirli yönetici grubu tarafından verilen kararlara dayalı olmasından dolayı personel değişiklikleri modeli geçersiz kılmaktadır. Ayrıca kısa bir periyotta geçmiş kararların regresyonu yöntemi hatalı sonuçlara götürebilmektedir (Nam ve Logendran, 1992).

2.8.2.4. Parametrik Üretim Planlama

Dinamik iş dünyasında gelecek talep tahminlerinin kesinlikle gerçekleşeceği veya gelecek üretim planlarının yerine getirileceği şüphelidir. Verilen talep tahminlerini kullanarak bilgili bir yönetici ideal envanter ve işgücü seviyelerini belirleyebilir. Ne yazık ki bu envanter ve işgücü seviyeleri sadece gerçek ve geçerli değerlere uyar. Parametrik üretim planlama sürekli geçerli durum ile istenen durum arasındaki aralığı kapatmaya çalışır. α tek bir periyotta geçerli ve ideal seviyeler arasında kapatmaya çalıştığımız aralığın oranı olsun. I_t ve W_t t periyodundaki ideal envanter ve işgücü seviyeleridir. Bu değerler, ideal üretim seviyesi X_t de tahmin edilen talebi temel alarak belirlenmelidir. Bir sonraki t periyodunda işgücü ve üretim seviyeleri şöyle belirlenir:

$$W_t = W_{t-1} + \alpha (W_t - W_{t-1}) \quad (2.2)$$

$$X_t = \underline{W}_t + \alpha_2 [(X_t - \underline{W}_t) + \delta (I_t - I_{t-1})] \quad (2.3)$$

K herbir birim ürün için gerekli işçilik saatlerinin sayısıdır ve δ ($0 \leq \delta \leq 1$) istenildiğinde kullanılabilecek ek ağırlıklandırma faktörüdür. (Askın R.G., Goldberg J.B., 2002)

2.8.2.5. Doğrusal programlama yöntemleri

Doğrusal programlama yöntemi yöneylem araştırması tekniklerinden doğrusal programlamanın hem simplex hem de dağıtım modelleri kapsamında oluşturulmuştur. Bu yöntem üretim ve depolama maliyetlerinin minimizasyonu ve talebin mevcut kapasite kısıtları içerisinde karşılanmasını sağlayacak şekilde üretken kaynak birimlerine tahsis edilmesi prensibi üzerine geliştirilmiştir (Vural, M., 2005).

Lineer toplu üretim modelleri tüm planlanan dönemlerde üretimle ilişkili değişkenlere ihtiyaç duymaktadır. Farklı periyot dönemlerinde gerçek üretim miktarı, periyottaki değişkenlerin toplamına eşit olmaktadır. Eşit olmadığı dönemlerde eşitsizlik durumundaki model kısıtları (örneğin periyottaki mesai saat miktarı < herhangi bir miktar, vb.) uygulanmaktadır (Vural, M., 2005).

Toplu üretim planlama için kullanılan doğrusal programlama yöntemlerinde talep miktarlarının deterministik olması, üretim maliyetlerinin ve üretim hızı değiştirme maliyetlerinin belirlenen dönemlerde lineer olarak artması, siparişin gecikmeli olarak karşılanması ve satışların kaydedilmesi halinde maliyet yükünün olmaması, geri siparişlerin genellikle olmaması envanter düzeyinin planlanan dönemde sınırlandırılabilmesi gibi bazı kabuller mevcuttur. Özellikle taleplerin deterministik olması nedeniyle sektördeki planlamacılar gelecek tahminleri mutlak gerçek şekliyle tahmin edememektedirler. Ayrıca endüstride tüm maliyetlerin lineer olması söz konusu değildir. Bu yöntem işe alma ve işten çıkarma maliyetlerini dikkate almamaktadır (Nam ve Logendran, 1992).

2.8.2.6. Hedef programlama yöntemi

Amaç programlama yöntemi mevcut iş çevresinde toplu üretim planlarını etkileyecek üretim yöneticilerinin birden fazla amaçlarının dikkate alınması için geliştirilmiştir. Yöntemin genel amacı bütün yönetim amaçlarını kısıtlar altında birleştirebilmektir (Vural, M., 2005).

Yöntem doğrusal programlamayla benzerlikler göstermektedir. Lee ve Moore tarafından 1974 yılında geliştirilmiştir. Yöntemde öncelikle karar değişkenleri tanımlanır. Daha sonra yönetim amaçları belirlenerek öncelik sırası yapılır. Model öncelik sırasına göre çözülür. Çözüm yöntemi iterasyona dayanır. En büyük öneme sahip amaç öncelikle gerçekleştirilir ve diğerine geçilir (Nam ve Logendran, 1992).

Bu yöntem kullanılarak kapasite, sevkiyat çizelgesi, sabit işgücü düzeyi, üretim, envanter ve mesai üretim ile ilgili amaçlar arasında ödün verilebilir. Yöntem maliyetlerle ilgili geniş çaplı bir çalışma yapılmasını gerektirir (Nam ve Logendran, 1992).

Amaç programlama yöntemi de doğrusal programlama yöntemindeki gibi maliyetlerin doğrusal olduğu varsayımına sahiptir. Ancak yöntemin, yöneticilere amaçlarını formülasyon içerisine dahil etme imkanı vermesi, amaçların gerçekleşmesi için gerekli kaynak birleşimlerinin farklı çözümlerinin tanımlanması gibi güçlü yönleri mevcuttur. Doğrusal programlama modelinden daha zor formüle edilir (Nam ve Logendran, 1992).

2.8.2.7. Karma Tamsayılı Programlama

Karar değişkenlerinin bir kısmının tamsayı değerlerinin normal değişkenler olduğu modellerdir. Karar vericiler kimi zaman da karışık tipte karar değişkenlerinden oluşan karar problemleriyle uğraşmak zorunda kalırlar. Pek çok karar probleminde değişkenlerin aldığı değerlerden bağımsız olarak sabit maliyetlerle de karşılaşılır. Karar verici sabit maliyete katlanmasının anlamlı olup olmadığını bilmek isteyecektir (Ulucan A., 2004).

2.8.2.8. Ulaştırma Modelleri

Ulaştırma modelleri kaynaklardan hedeflere bir ürünün toplam taşıma maliyetini minimize etmek üzere tasarlanmış doğrusal programlama modelleridir. Standart taşıma problemlerinde kaynakların toplam arzı, hedeflerin toplam hedefine eşittir. Eğer tüm arz ve talep değerleri tamsayı olarak alınırsa, modelin çözümünde elde edilecek karar değişkenleri de tamsayı değerler olacaktır. Taşıma maliyetlerinin, taşınan ürünü miktarı ile doğrusal ilişkisi olduğu varsayılmaktadır (Ulucan A., 2004).

2.8.2.9. Simülasyon yaklaşımı

Simülasyon yaklaşımı, katı kuralları olan lineer veya kuadratik maliyet formüllerine sahip yöntemlere göre bir kademe daha gelişmiş bir toplu üretim planlama yöntemidir. Özellikle karmaşık maliyet yapılarında kullanılabilmektedir (Nam ve Logendran, 1992).

Bu yöntemde tecrübeler veya tesisin mevcut durumuna göre başlangıç bir plan oluşturulmaktadır. Amaç fonksiyonu hiçbir kısıt içermez ve oluşturulan planın performansını belirler. İşgücü düzeyi, mesai, envanterler, fason üretim ve birçok teknik ile ilgili değerler lokal minimum elde edilinceye kadar değiştirilir (Nam ve Logendran, 1992)

Bu yöntemin en önemli dezavantajı kısıtlı sayıda kural içerebilmektedir. Çünkü her kural ayrı bir simülasyon çalışması gerektirmektedir. Bu yöntemin uygulanması ve geliştirilmesi maliyetleri yüksektir. Çözüm için kullanılan bilgisayar prosedürleri optimuma yakın sonuçlar veren yöntemlerin optimum sonuçlarına benzer şekilde sonuçlar vermeyi garanti etmez (Nam ve Logendran, 1992)

2.9. Toplu Üretim Planlama ve Talep Yönetimi

Talep yönetimi, tamamlanmış ürünlere yönelik ihtiyaçları belirleyen tüm etkinlikleri kapsar. Bu ihtiyaçlar gerçek veya tahmini müşteri siparişlerinde, envanter veya servis gereksinimlerinden olabilir. Bunlar işletmeler bazında farklı önem derecelerinde yer alırlar (Setyan, H., 1994).

Talep yönetimi, üretimi yönlendiren değişik kaynaklardan gelen birçok talep arasında koordinasyonu sağlar. Bu da ayrıntılı müşteri siparişleri, üretim tahminlerinin hazırlanması, stoktaki envanterin planlanması gibi fonksiyonel alanlar arasında ilişki kurulmasıyla gerçekleştirilir. Bu koordinasyon bölümler arası haberleşme ile ayrıntılı veri tabanının hazırlanması ve bunu güncelleştirecek olan transferlerin hangi bölümler arasında ve ne şekilde yapılması gerektiğini açıklamalıdır (Setyan, H., 1994).

Talep yönetimi,

1. Talep tahminleri
2. Stokların yenilenmesi
3. Siparişler
4. İşletme içi mamul ihtiyaçları
5. Servis parça ihtiyaçları, konularının birlikte ele alınmasında oluşur (Setyan, H., 1994).

Toplu planlama ayrıca proaktif talep yönetimini de içerir. Talebi yönetme stratejileri:

1. Satış promosyonları, reklam kampanyaları ve indirimlerle talebi diğer periyotlara kaydırma
2. Farklı dönemlerde talep yapıları olan ürünler ve hizmetler sunma
3. Tedarikçilerle işbirliği yapma. (Russell R.S., Taylor B.W. ,2006).

Temmuz ayında kış montu indirimleri, akşam yemeğinde erken rezervasyon indirimleri, otellerde sezon dışında hafta sonu indirimleri gibi faaliyetler talebi değişik zaman periyotlarına kaydırmaya çalışır. Promosyonlar ayrıca talebin düşük olduğu dönemlerde talebi arttırmak için de kullanılır. Başarılı talep yönetimi doğru satışlar, promosyonlar,özel seçeneklerle talepteki değişikliklerin doğru tahmin edilmesine bağlıdır (Russell R.S., Taylor B.W. ,2006).

2.9.1. Talep Tahmin Teknikleri ve Yaygın Modeller

2.9.1.1. Sezgisel Yöntemler

Tahminlere ve kişilerin fikirlerine dayanır. Özneldir.

Pazar Araştırması

Pazar ile ilgili hipotezleri test etmek için çeşitli yollardan bilgi toplar (anketler, bireyler görüşmeler vs.) Genellikle uzun vadeli ve yeni ürün satışlarını tahmin etmek için kullanılır.

Geçmiş Bilgilerle Benzerlik Kurma

Benzer bir ürüne yapılan tahminlerle bağ kurar.Yeni ürünlerin planlanmasında önemlidir, benzer ürünlerin geçmiş bilgilerini kullanarak tahminler oluşturulur.

Delphi Yöntemi

Uzmanlardan oluşan bir grup bir ankete cevap verir.Sonuçlar derlenir ve yeni bir anket hazırlanarak gruba sunulur.Böylece grup için bir öğrenme süreci oluşurken yeni bilgiler elde edilir, grup baskısının etkisi veya bireyler üzerinde baskı yoktur.

2.9.1.2. Zaman Serileri Analizi Yöntemleri

Geçmişte olan olaylar geleceği tahmin etmek için kullanılabilir ana fikrini temel alır.

Basit Hareketli Ortalama

Birden çok değer noktalarını içeren bir zaman periyodunda değerlerin toplamının bu değer noktalarının toplam sayısına bölünmesiyle bir ortalama değer elde edilir. Herbir değer böylece eşit etkiye sahip olur.

Ağırlıklı Hareketli Ortalama

Belirli noktalar diğerlerinden daha fazla veya daha az ağırlıklandırılabilir.

Exponansiyel Düzgünleştirme

En son değerler daha fazla ağırlıklandırılır. Bütün talep tahmin tekniklerinin içerisinde en çok kullanılan yöntemdir.

Yaygın kabul görmesinin 6 ana sebebi:

1. Exponansiye modeller şaşırtıcı biçimde doğrudur.
2. Exponansiyel modeli formüle etmek daha kolaydır
3. Kullanıcı modelin nasıl çalıştığını anlayabilir.
4. Modeli kullanmak için çok az hesaplama gereklidir.
5. Geçmiş bilginin sınırlı kullanımıyla depolama ihtiyacı azdır.
6. Modelin ne kadar iyi çalıştığını anlamak için doğruluk testlerini gerçekleştirmek kolaydır.

Regresyon analizi

Geçmiş bilgiye bir doğru çizer bu genellikle bilgi zaman eksenleri arasındadır.

Box Jenkins Tekniği

Çok karmaşık fakat en doğru sonucu veren istatistiksel tekniktir.

Simulasyon Modelleri

Dinamik modellerdir, tahmin eden kişiye iç değişkenler ve modelin dış çevresiyle ilgili kabuller yapmaya izin verir. Modeldeki değişkenlere bağlı olarak tahmin eden şöyle sorular sorabilir; eğer fiyatlar %10 yükselirse tahminlerime ne olacak?

3. HEDEF PROGRAMLAMA

Hedef programlama, birden çok ve çatışan hedefleri olan problemlerin analizi, çözümü ve modellemesi için etkin ve güçlü bir metodolojidir. Pratikteki başarılı ve yaygın uygulamaları göz önüne alınarak çok amaçlı optimizasyon problemlerinin en etkili çözüm yöntemi olarak bahsedilir (Ignizio J.P., Romero C., 2003).

Gerçek yaşamdaki karar problemleri kitaplardan farklı olarak, birden çok, çatışan, kolay ve zor kısıtların memnun edilmesine bağlı hedefleri içerir. Kısaca tecrübeli uygulayıcılar bilincindedir ki gerçek yaşamdaki problemler büyük , karmaşık, değişken ve geleneksel yöntemlerle çözülemeyecek niteliktedir. Geleneksel yöntemlerin büyük çoğunluğu idealist ve gerçekçi olmayan bir yaklaşımla katı kısıtlar setine bağlı olarak tek amaçlı optimizasyonu kabul eder. Hedef programlama gerçek yaşamdaki problemlerle teorideki bu kopukluğu ortadan kaldırma en azından hafifletme çabası olarak ortaya çıkarılmıştır (Ignizio J.P., Romero C., 2003).

Bu yöntemin temeli doğrusal programlamaya dayanır. Bu yöntemde karar vericiden her bir amaç için erişilmesini arzu ettiği bir hedef değer belirlemesi istenir. Daha sonra tercih edilen çözüm bu hedef değerlerden sapmaları minimum kılan çözüm olarak belirlenir.

3.1. Tarihsel Gelişim

Hedef programlama Abraham Charnes ve William Cooper tarafından yarım yüzyıl önce tasarlandı. İlk olarak “kısıtlı regresyon” olarak adlandırılmıştır. Kısıtlı regresyon, regresyon fonksiyonlarının çözümü için parametrik olmayan güçlü bir yöntemdir. Charnes ve Cooper kısıtlı regresyonu ilk olarak 1950’lili yıllarda uyguladı (Ignizio J.P., Romero C., 2003)

Yöntemin daha genel problem sınıflarına, kolay ve zor kısıtları olan çok amaçlı problemlere uygulanabilirliği fark edildikten sonra Charnes ve Cooper 1961’de yayınlanan çalışmalarında modeli hedef programlama olarak adlandırdı. (Ignizio J.P., Romero C., 2003)

3.2. HP’nin Simgesel Gösterimi

Bir HP modeli simgesel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\text{Minimum } Z = \sum_{k=1}^q \sum_{i=1}^m P_k (d_i^- + d_i^+) \quad (3.1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + d_i^- + d_i^+ = b_i \quad (i=1, \dots, m) \quad (3.2)$$

$$x_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad (j=1, \dots, n), (i=1, \dots, m) \quad (3.3)$$

Burada

P_k : k. Amacın öncelik faktörü ($k=1, \dots, q$)

d_i^- : i. hedef değerinden (b_i) negatif sapma

d_i^+ : i. hedef değerinden (b_i) pozitif sapma

a_{ij} : karar değişkenlerinin teknolojik katsayıları

x_j : karar değişkenleri

b_i : i. hedef değeri

3.3. DP ile HP Arasındaki Farklılıklar

Hedef programlamayı geleneksel optimizasyon yöntemlerinden en iyi şekilde ayırmak için yeterli olan iki felsefi görüş, kısıt fonksiyonlarındaki esnekliği dahil etmesi ve optimizasyon yerine memnun etme felsefesine bağlı kalmasıdır.

Memnun etme, problemin çok basitleştirilmiş modelinin ütopik optimal çözümü yerine pratik, gerçek çözümünü bulma isteği olarak tanımlanır. (Ignizio J.P., Romero C., 2003)

Memnun etme prensibinin bir sonucu olarak, bir hedef programlama probleminin en iyi çözümü geleneksel optimizasyonun amaç fonksiyonu yerine başarı fonksiyonu ile gösterilir. Hedef programlama başarı fonksiyonu problem hedeflerini başaramamanın derecesini ölçer. Bu başaramamanın ölçüldüğü özel yöntem, hedef programlama yaklaşımının belirli alt tiplerini sınıflandırır (Ignizio J.P., Romero C., 2003).

DP ile HP arasındaki farklılıklar özet olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1) Amaçlar yönetim tarafından belirlenir ve P_k öncelik faktörü kullanılarak önceliklerine göre sıralanır.
- 2) Her bir kısıt denklemine sapma değişkenleri (d_i^- ve/veya d_i^+) eklenerek kısıt denklemleri eşitlik şeklinde ifade edilir.
- 3) Amaç fonksiyonu her amaca ilişkin sapma değişkeni/ değişkenleri içerir ve amaçlardan sapmayı minimum kılmaya çalışır.
- 4) Her bir amaca bir öncelik tayin edildiği için çözüm sürecinde öncelikle birinci amaçtan sapma minimum kılınır, daha sonra ikinci ve sonraki amaçlardan sapmalar minimum kılınır.
- 5) Amaç kısıtlarının boyutlarının farklı olması nedeniyle amaç fonksiyonunun kendisi çok boyutlu bir fonksiyondur.

3.4. HP’de Amaç Kısıtlarının Formülünün Kurulmasındaki Temel İlişkiler

3.4.1. HP’de sapma değişkenlerinin (d_i^- , d_i^+) kullanımı

1.Durum

Eşitlik Durumu: Amacın Tam Olarak Gerçeklenmesi

Bu durumda amaç kısıtı negatif (d_i^-) ve pozitif (d_i^+) sapma değişkenlerinin her ikisini birden içermelidir. Amaç kısıtı amaç fonksiyonunda $P_k (d_i^- + d_i^+)$ terimi ile temsil edilir. Bu durumda çözüm süreci aynı P_k seviyesinde her iki değişkeni birden minimum kılmaya çalışacaktır.

2.Durum

2A) Negatif Sapmaya Kayıtsız Kalınması ve Pozitif Sapmadan Kaçınılması

Bu durumda negatif sapmaya kayıtsız kalınır ve pozitif sapmadan kaçınılır. Bir başka deyişle, negatif sapma minimum kılınır. Bu durumda amaç kısıtı negatif (d_i^-) ve pozitif (d_i^+) sapma değişkenlerinin her ikisini birden içermelidir. Amaç kısıtı amaç fonksiyonunda sadece $P_k d_i^+$ terimi ile temsil edilmelidir.

2B) Pozitif Sapmaya Kayıtsız Kalınması ve Negatif Sapmadan Kaçınılması

Bu durumda pozitif sapmaya kayıtsız kalınır ve negatif sapmadan kaçınılır. Bir başka deyişle, negatif sapma minimum kılınır. Bu durumda amaç kısıtı negatif (d_i^-) ve pozitif (d_i^+) sapma değişkenlerinin her ikisini birden içermelidir. Amaç kısıtı amaç fonksiyonunda sadece $P_k d_i^-$ terimi ile temsil edilmelidir.

3.Durum

3A) Negatif Sapmanın Kabul Edilmemesi ve Pozitif Sapmadan Kaçınılması

Bu durumda negatif sapma kabul edilmez ve pozitif sapmadan kaçınılır. Negatif sapmanın “0” değerini almasıyla, pozitif sapma minimum kılınır. Bu durumda amaç kısıtı negatif sapma değişkeni içermez, sadece pozitif sapma değişkeni içerir. Amaç kısıtı amaç fonksiyonunda sadece $P_k d_i^-$ terimi ile temsil edilmelidir.

3B) Pozitif Sapmanın Kabul Edilmemesi ve Negatif Sapmadan Kaçınılması

Bu durumda pozitif sapma kabul edilmez ve negatif sapmadan kaçınılır. Pozitif sapmanın “0” değerini almasıyla, negatif sapma minimum kılınır. Bu durumda amaç kısıtı pozitif sapma değişkeni içermez, sadece negatif sapma değişkeni içerir. Amaç kısıtı amaç fonksiyonunda sadece $P_k d_i^-$ terimi ile temsil edilmelidir.

3.4.2. Amaçların maksimizasyonu ya da minimizasyonu

Bir amacın maksimum kılınması için aşağıdaki kısıt kullanılır:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + d_i^- = G \quad (3.4)$$

Burada G sabiti, sağ taraf sabitinden daha büyük bir değer almalıdır. Örneğin kar hedefinden daha büyük bir değer bir değer almalıdır. Bunun anlamı, G'ye mümkün olan en uygun büyüklükte bir değer atanmalı ve G'den negatif sapma mümkün olduğu kadar minimum kılınmalıdır. Bu amaç, amaç fonksiyonunda ($P_k d_i^-$) terimi ile temsil edilmelidir.

Bir amacın minimum kılınması için aşağıdaki kısıtın kullanılması gerekir.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ = 0 \quad (3.5)$$

Bu durumda sağ taraf sabiti olarak mümkün olan en düşük değer atanmalıdır (0- değeri). Daha sonra bu değere pozitif sapma mümkün olduğu kadar minimum kılınmalıdır. Bu amaç, amaç fonksiyonunda ($P_k d_i^+$) terimi ile temsil edilmelidir.

3.6. Hedef Programlama Algoritmaları

3.6.1. Ağırlıklandırma Yöntemi

Bu yöntemde belirlenen hedeflere önem düzeylerine göre ağırlık puanları atanarak hedefler tek bir amaç fonksiyonu olarak ifade edilir. n hedefli bir hedef programlama modelinin ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak oluşturulmuş amaç fonksiyonu;

$$\text{Min } Z = w_1 G_1 + w_2 G_2 + \dots + w_n G_n \quad (3.6)$$

şeklinde tanımlanır. Burada w_i , $i=1,2,\dots,n$, her bir hedefe karar vericinin verdiği önemi yansıtan pozitif ağırlıklardır. w_i değerleri çoğunlukla öznel yöntemlerle belirlenmektedir. Bu değerleri saptamakta kullanmak amacıyla geliştirilmiş analitik prosedürler de mevcut olup; bu prosedürlerde de öznel değerlendirmeler temel alınmıştır (Taha, Hamdy).

3.6.2. Simpleks Yöntemle Çözümü

Lineer hedef programlamanın çözümünde kullanılan simpleks yöntem, klasik lineer programlamada kullanılan simpleksin geliştirilmiş halidir. Bilindiği gibi simpleks yöntem iteratif bir süreç kullanarak optimum çözüme götüren algoritmik bir metottur.

Çünkü simpleks yöntem noktasal bir çözüm verir. Yani uzlaşık çözüm noktalarından sadece birini alır (Taha, Hamdy).

3.6.3. Önceliği Koruma Yöntemi

Hedeflerin karşılaştırılması sonunda göreceliği bir önem sırası ortaya çıktığında “Öncelikli Hedef Programlama” dan söz edilmektedir. Bu tür problemlerde hedefler karar vericinin değerlendirilmesine göre önem sırasına konur. i. hedefin (i+1). hedefe göre mutlak bir üstünlüğü vardır. Bu yöntemle problem çözümünde öncelikle 1. hedefin optimum çözümü bulunur. Daha sonra diğer hedeflerin optimum çözümü bulunur fakat bu çözümler bulunurken bir önceki hedefin çözümünün kötüleştirilmesine izin verilmez. n sayıdaki hedefin genel ifadesi şu şekilde tanımlanır (Taha, Hamdy).

$$\text{Min } G_1 = P_1 \quad (\text{en yüksek öncelikli}) \quad (3.7)$$

$$\text{Min } G_n = P_n \quad (\text{en düşük öncelik}) \quad (3.8)$$
$$P_1 \gg \gg P_{i+1}$$

3.7. Hedef Programlama ve Toplu Üretim Planlama

Geleneksel olarak toplu üretim planlamanın amacı karı maksimize etmek veya maliyeti minimize etmek değildir ve genellikle tek amaçlı lineer programlama fonksiyonuyla formüle edilmiştir. Fakat son yıllarda bir çok araştırmacılar ve profesyoneller gerçek yaşamın problemlerinde birden çok amaçların var olduğunu farkındadırlar. Örneğin Baykasoğlu (2001) toplu üretim planlamanın maliyeti, envanter seviyelerini, işgücü seviyelerindeki değişiklikleri, fazla mesaideki üretimi, fason yaptırmayı, üretim oranlarındaki değişiklikleri, makine ayar değişikliklerinin sayısını, fabrika veya personel boş zamanını minimize etmeyi, karları ve müşteri hizmetlerini maksimize etmeyi hesaba kattığına dikkat çekmiştir.

Karar vericiler her zaman çok amaçlı, gerçek hayattaki durumu inceleyen bir model geliştirme çabasındadırlar. Bunu başarmak için hedef programlama modeli oluşturulur (Leung, S.C.H., Wu Y., Lai K.K., 2003).

4. UYGULAMA

4.1. Goodyear Lastikleri T.A.Ş.

Eylül 1961 tarihinde resmen kurulan Goodyear Lastikleri TAŞ. İzmit'in Köseköy mevkiinde fabrika tesislerinin yapılması için faaliyete geçmiş ve 27 Mart 1962 tarihinde Goodyear Lastik fabrikasının temeli atılmıştır. 2 Ocak 1963 günü Türk Malı Goodyear Lastiğini imal ederek fiili olarak çalışmaya başlamıştır. İlk lastiğin imal edildiği 2 Ocak 1963 gününü takip eden 6 aylık bir hazırlık devresinden sonra, Goodyear ilkelerine uyularak fabrikanın tam üretime geçmesi beklenmiş ve 15 Haziran 1963 tarihinde Goodyear Lastikleri TAŞ. İzmit fabrikası resmen açılmıştır.

Kuruluşunu takip eden yıllarda Goodyear Lastikleri TAŞ. giderek gelişmiş ve büyük aşamalar kaydetmiştir. 1967 yılında yani kuruluşundan tam beş yıl sonra ilk Türk lastikleri olarak yurt dışına, Avrupaya ihraç edilmiştir. İhracattaki pazar payı sürekli artış göstermiş ve özellikle son yıllarda büyük gelişme kaydedilmiştir.

Goodyear Lastikleri TA.Ş., merkezi Amerikanın Ohio eyalinte olan “The Goodyear Tire and Rubber Company”nin dünya üzerinde 28 ülkede faaliyet 85’den fazla tesiste mevcut çok sayıda kuruluşundan birisidir. Ana şirket ve en büyük ortak olan The Goodyear Tire and Rubber Company 1898 yılında Akron kentinde küçük bir çiftlik evinde 13500 dolarlık bir yatırım ve 13 personel ile kurulmuştur. Bisiklet, at arabası ve fayton lastikleri ile çeşitli kauçuk ürünleri üretimi ile Goodyear, 18 yıl sonra dünyanın en büyük lastik şirketi ünvanını elde etmiştir. Dünyanın en büyük lastik ve kauçuk üreticisi Goodyear, bugün dünya çapında Dunlop ile olan ortaklıkları da dahil olmak üzere 86.000 kişiyi istihdam etmektedir.

Dünya tüketicisi için “en iyi”lastiği geliştirebilmek amacıyla yapmakta olduğu araştırma ve geliştirme çalışmaları ve bu konudaki sürekli yatırımlar, Goodyear’ın lastik teknolojisinde dünya liderliğini kanıtlamasının ve devam ettirebilmesinin en önemli nedenidir.

Araştırma ve geliştirme çalışmalarına her yıl milyonlarca dolarlık yatırım yapan Goodyear, kalite ve yaratıcılığa olan inancı ve bu konudaki kesin kararlılığı ile başarıdan başarıya koşmaktadır. Yepyeni ürünler yaratılmasının yanısıra, yepyeni pazarlama stratejileri ve yöntemleri de teknolojik tecrübe ve bilgi birikimini yüksek satışlara dönüştürmektedir.

1986 yılında Uniroyal Endüstri TAŞ. ile birleşmesinden sonra Goodyear Lastikleri TA.Ş. bünyesine Adapazarı’ndaki lastik kapasitesini de katmıştır.

Her zaman olduğu gibi Goodyear, lastik pazarında yeniliklerin öncüsü olmuş ve bu özelliği ile ülkemizde ilk kez radyal dört mevsim lastik ailesini ve çelik gövdeli radyal kamyonet lastiğini piyasaya sunmuştur. Goodyear Lastikleri TAŞ. geliştirmeye ve büyümeye devam ederek. 2000’li yıllarda mevcut talebi karşılamayı ve hem yerli hemde yabancı pazarlarda rekabeti sürdürmektedir.

Türkiye de merkez ofis İstanbul’da olmak üzere İzmit ve Adapazarı fabrikalarında üretim fiilen sürmektedir. Goodyear İzmit fabrikasında 550 kişi çalışmaktadır.

Fabrika faaliyetlerini Çevre, Kalite ve İş Güvenliği konularını kapsayan tek bir Yönetim Sistemine uygun olarak düzenlemektedir.

Her türlü lastik tasarım ve araştırma çalışmaları Akron’da ve 1957 yılında Lüksemburg’da faaliyete geçen teknik merkezler tarafından yürütülmektedir.

Goodyear’ın İzmit ve Adapazarı fabrikalarında çeşitli cins ve ebatla binek, minibüs, kamyon, kamyonet, otobüs ve traktör lastikleri imal edilmektedir.

Goodyear Lastikleri TAŞ. İzmit Fabrikasında ana üretim üniteleri iki kısma ayrılır. Lastik Üretim Şeması ekte verilmiştir. Bu şema doğrultusunda ana üretim ünitelerini tek tek incelersek:

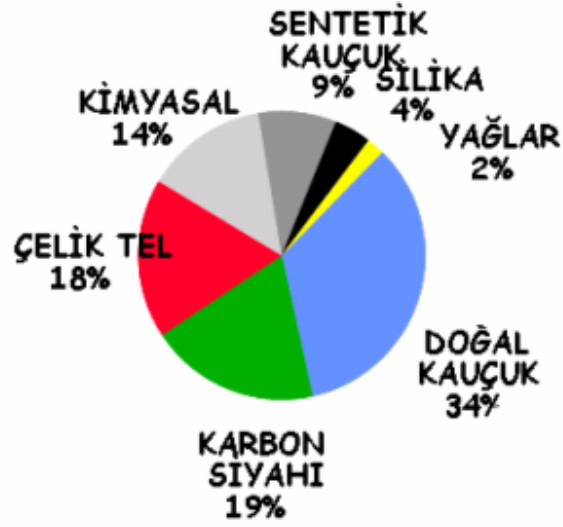
4.2. Lastik Üretim Süreci

4.2.1. Hazırlık bölümü

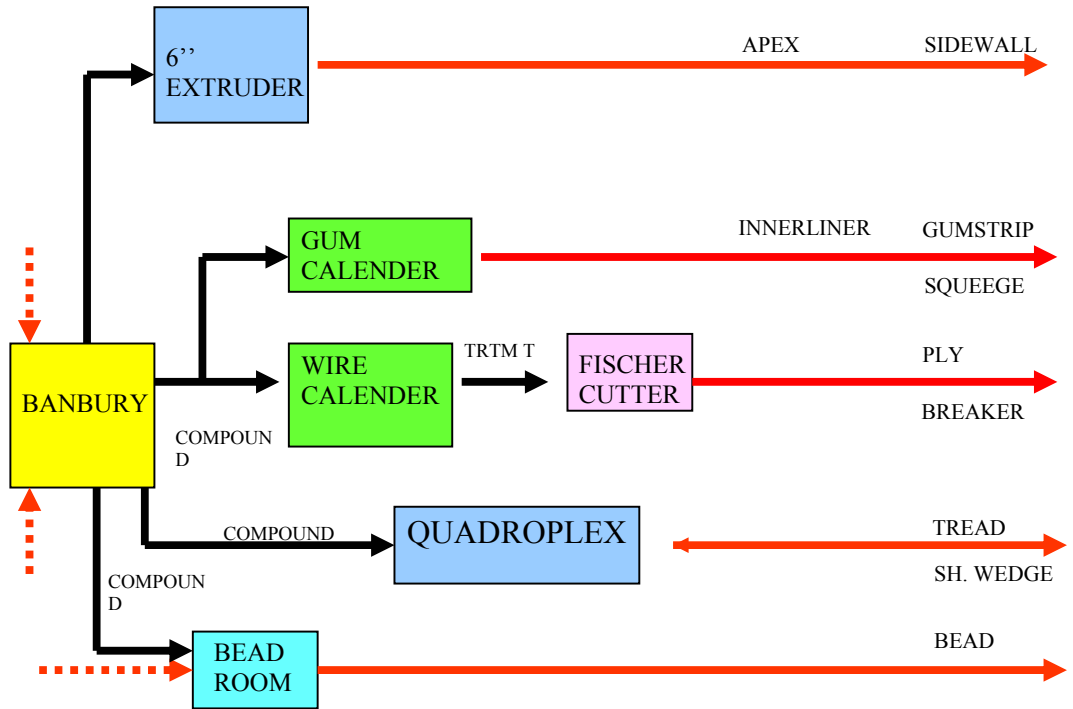
Lastik imalatında kullanılan hammaddeler şunlardır:

1. Fabrik
2. Çelik tel
3. Solvent
4. Siment
5. Kauçuk (sentetik,doğal kauçuk,esneklik verici maddeler)
6. Karbon
7. Kükürt (pişirici maddeler)
8. Yağlar
9. Waxlar
9. Reçineler (maddelerin birbirine yapışmasını sağlayan maddeler)
10. Antioxdant (lastiğı oksijen gibi dış etkenlerden koruyan maddeler)
11. Antiozonant (lastiğı ozon gibi dış etkenlerden koruyan maddeler)
12. Özel dolgu maddesi (lastiğı güç ve dayanıklılık veren maddeler)
13. Akseleratör
14. Geciktirici/hızlandırıcı (pişirmeyi hızlandıran /geciktiren maddeler)
15. Özel amaçlı maddeler (sızdırmazlık sağlayan maddeler)

Hazırlık bölümünde, lastik imalat bölümünde kullanılacak malzemeler hazırlanır. Bunlar steelastik şeridi, band, bead, komponent ve simenttir. Hammaddeler ilgili ambarlarda stoklanır. Her bir maddenin kimyasal ve ticari isimleriyle Goodyear kodları mevcuttur. Malzeme proses bölümü tarafından da formüller hazırlanmıştır. Bu formüller doğrultusunda karışımları hazırlayabilmek için Goodyear kodları kullanılarak yazılmış ilaç ve karışım kartları vardır. Bu kartlar operatörlerin çalışmasında onlara yol gösterir.



Şekil 4.1: Lastiği Oluşturan Malzemeler



Şekil 4.2: Hazırlık Bölümü İmalat Makineleri

1. BANBURY : Kauçuk, karbon, ilaç ve yağların karıştırıldığı makinadır. Banbury ; üst boğaz, gövde, rotorlar, alt kapak ile ısıtma sistemleri olan, karışımı basınç ile sağlayan bir makinadır. Yaklaşık 250 kg'ı bir defada karıştırabilir.

Bu karışım “harman” denir. Kauçuk ve ilaç tartılarak konveyörle banbury’e getirilir. Daha sonra karbon ve yağ ilave edilir. Bu kimyasallar bir piston vasıtasıyla karışım ünitesinde sıkıştırılırlar. Karışım ünitesi kapalı bir gövdeden, karıştırıcı rotorlardan ve karışımın dışarı atılabilmesi için gerekli olan bir kapaktan oluşur. Rotorlar birbirine ters yönde ve genellikle farklı hızlarda hareket ederler. Böylece sürekli bir kayma hareketi sağlarlar. Yüksek karışım hızı ve hassas ısı kontroluyla yüksek kaliteli karışımların kısa zamanda meydana gelmesini sağlar. Bu karışım sonucu kauçuk moleküllerinin içine fiziksel emme ile karbon molekülleri girer. Yağ ve wax bu işlemin kolaylaşmasını sağlar. Alt kapağın açılmasıyla alınan kampaund bir mile gelir. Milde kırılıp soğutma konveyörüne iletilir

2. TUBER (Extruder) : Tuberler mil, kafa ve soğutma sistemi olmak üzere üç bölümden oluşmuştur. Her mil soğutma sistemlidir. Kırıcı, orta ve besleme mili grupları vardır.

Kafa bölümünde kalıplar istenilen konturde ürün elde etmek için özel dizayn edilmiştir. Ayrıca kalıp tutma üniteleri vardır.

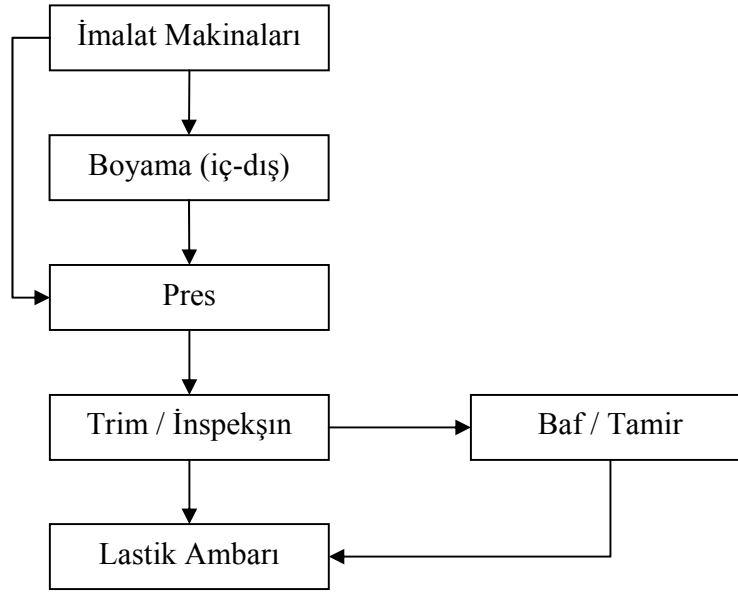
Soğutma bölümünde ise milden çıkan sıcak kampaundlar soğutularak diğer bölümlere iletilirler. Tuberde sırt, yanak, apex gibi sırf lastik hamurundan oluşan ve belli bir kesiti olan komponentler çekilir.

3. GUM KALENDER : Gum strip vb. gibi lastikte kullanılan komponentlerin çekiminde kullanılır. Çekim şartları özel kartlarda belirtilmiştir. Kırıcı miller; soğutma sistemi ve roll-up ünitelerinden oluşmuştur.

4. WIRE KALENDER : Tellerin iki tarafının kampaund ile kaplandığı makinedir. Burdan çıkan malzemeler Fischer makinasında istenen boy ve açıda kesilir.

5.BEAD MAKİNALARI: Beadroom’da beadler; Hexbead makinesinde imal edilir. Çelik teller fabrikada özel odada saklanır. Bu odanın sıcaklık ve nem oranı sabit tutulmaktadır. Teller makinaya belli bir gerginlikte gelerek bir kalıptan geçerken ,üzeri banbury’den alınan kampaundla kaplanır. Daha sonra bir bilgisayar programı yardımıyla belli bir düzende sarılarak bead denilen lastiğin topuk kısmında bulunan komponent üretilir. Bead üzerine destek malzemeleri sarılır. Bu üretilen malzeme lastik yapımında birleştirilmek üzere lastik imalat bölümüne verilir.

4.2.2. Lastik İmalat Bölümü



Şekil 4.3: Lastik İmalat Bölümü Akış Şeması

U/S lastikleri iki ayrı imalat aşamasında yapılır:

İlk aşama: Bir sonraki makinada kullanılan band imal edilir. Band imalatında kullanılan tüm lastik parçaları ışıklar yardımıyla merkezlenerek sarılır.

İkinci aşama: Hazırlanmış olan banda başka malzemeler eklenerek karkas yapılır.

Karkasa kuşak ve ilk kısımdan gelen sırt çeşitli eziciler yardımıyla monte edilir. Lastik bu haliyle ham lastik adını alır.

Ezme işlemi biten ham lastikler yere temas ettirilmeden özel arabalarla boya sahasına gelir. Ham lastik stok ve boyama sahasında sıcaklık sabittir. Burada lastiğin iç yüzeyi boyanır. Boyamanın amacı ise; lastik pişmek üzere preslere geldiğinde kalıba yapışmasını engellemektir.

4.2.3. Lastik Pişim Bölümü

PRES: Ham lastiğin pişirildiği makinadır. Pişirme üretimdeki son aşamadır. Prese giren ham lastik 5 dakika sıvılaşıp kadar ısıtılıp kalıbı doldurması sağlanır.

Sonra belirli bir süre buhar ve nitrojenle pişirilip, lastik ebadının ve çeşidinin gereklerini sağlamak üzere tasarlanmış olan kalıbın şeklini alır.

Ham lastiğin içine bladder denilen şişirilmiş ince bir lastiğe benzeyen hava torbası yerleştirilir. Bunun amacı basınç uygulaması sonucu preste lastiğin iç şekline yardımcı olmasıdır. Lastik gerekli basınç ve sıcaklıkta preslerde pişirilir. Preslerde gerçekleşen bu işlem vulkanizasyondur. Önemli olan nokta, lastiğin yanmadan her noktasının pişebilmesidir. Bu yüzden içten pişirilme daha fazla yapılmaktadır. Presten sonra lastiğin içine konmuş olan bladder çıkartılır.

Goodyear'da malzeme taşınması konveyörler, forkliftler, çekiciler ve özel arabalar tarafından yapılmaktadır. Makinalar arasındaki aktarma işlemleri konveyörlerle yapılır. Konveyörler kayışlı, rol halinde olan ve askılı olmak üzere üç şekilde bulunur. Makineler arası kampaund akışı, tübere giriş, millere ulaşım, band makinesine gidiş kayışlı konveyörlerle sağlanır. Askılı konveyörler makineye malzeme yüklenmesinde, preslere ham lastik yüklenmesinde, bitmiş ürünün çıkartılmasında, lastiğin iç ve dışının boyanması sırasında kullanılır.

İç lastikte lastiğin kontrole getirilmesi ya da ambara götürülmesinde, bazı malzemelerin kaldırılması ve taşınmasında vinç / caraskallardan yararlanılır. Hammadde ambarından üretim sahasındaki gerekli yerlere kauçuk, karbon, fabrik, çelik tel, kimyasal ilaçlar gibi malzemelerin taşınmasında forkliftler kullanılır. Bölümler arası kampaund akışında, özel amaçlı kapların taşınmasında yine forkliftlerden yararlanılır. Kampaund, sırt, yanak, gibi komponentlerin konulduğu özel amaçlı sepetler, sandık, tava, tel ve paletler mevcuttur. Bu komponentlerin ilgili yerlere aktarılması özel arabalar ve çekicilerle sağlanır.

4.3.Sürekli İyileştirme

SÜREKLİ GELİŞİM (CI) YOL HARİTASI									
Vizyon	Lastik Endüstrisi içinde üretimde ve tedarikte en iyi ortak olarak algılan								
Amaç	Müşterinin talebi hızında 6 sigma kalitesinde üretim yap								
Hedef	Yüksek Güvenlik ve Moral		Sıfır Hata		Talebe uyarlanabilen tam zamanında üretim		Değer katmayan herşeyi ortadan kaldır		
Strateji	İnsanlar		Kalite		Dağıtım		Maliyet		
	Güvenli Davranış	Ergonomi	6 Sigma	Kaite Kaizen	Hızlı Kod Değişimi	Çekme Kanban	İsrafı yoket	5S	
	Yedekleme Planı		Yüksek Verimli Proses		Hızlı Ürün Geliştirme		Yalın Yönetim		
	İnsanları Yetiştir	TDMS	Standart İş	PCP	İstikrar	Üretim Dengelenmesi	Görsel Fabrika	Yalın Bakım	
	IBP	Eğitim ve Öğretim	Problem Çözme Yöntemleri	Poke-Yoke	Küçük Parti Üretim	Otobüs/Taksi	Tedarikçi Ortaklığı	Verimlilik Kaizen	
Kuruluş	Müşteri odaklılığı ile Tamamen prosese yönelmiş								
	Hurdaya tolerans göstermeden değeri enfazlaya çıkar								
	Sürekli gelişimi yürütmeye liderlik göster								

Şekil 4.4: Goodyear Sürekli Gelişim Yol haritası

İçinde bulunduğumuz gelişen ve değişen dünyada çalıştığımız işi yaşatabilmek ; eski tip organizasyon fikrinden ve yeni proplemlere uygulanacak eski çözümlerden kurtulup,daha esnek ve daha uygun yeni çözümler gerektirir.

Yalın Düşünce, sisteme yük getiren tüm israflardan (yağlardan) arınmayı hedef alan bir yaklaşımdır.

Hedef : Rekabet arttıkça yalınlaşmak zorunludur

- 1 Sadece müşterinin istediği ürünleri
- 2 Müşterinin istediği zamanda
- 3 Daha az kaynak harcayarak üretebilmek
- 4 Müşteri için bir değer teşkil eden faaliyetlere odaklanabilmek

4.4. Toplu Üretim Planlama Probleminin Tanımı ve Özellikleri

Bu çalışmada 5 ürün grubu için 9 aylık periyotta TÜP oluşturulması istenmektedir.

Optimum veya optimuma yakın çözümü aranan toplu üretim planı probleminin genel özellikleri aşağıdaki gibidir :

1. Toplu üretim planlama için planlanan 9 aylık periyodun başlangıç dönemi nisan ayının ilk günüdür, bitiş dönemi ise aralık ayının son günüdür.
2. TÜP probleminde planlanan her dönem için tahmini talep miktarları hesaplanmıştır.
3. Başlangıç stok miktarları bilinmektedir.
4. İşletmenin 9000.000 \$ lık bütçesi bulunmaktadır.
5. İşgücü düzeyi sabit kabul edilmekte ve problemde işgücü düzeyini etkileyecek işçi alma veya çıkarma gibi stratejiler uygulanmamaktadır.

4.5. TÜP Problemde Hedeflerin Belirlenmesi

İşletme 9 aylık periyotta aşağıdaki önem sıralarına göre sıralanan hedefleri gerçekleştirmek istemektedir:

1. Talep tahminlerinin altında üretim yapmamak istemektedir.
2. Kapasiteyi tam kullanmak istemektedir.
3. İş istasyonları arasında hesaplanan stoklardan daha fazla stok tutmamak istemektedir.

4.6. Toplu Üretim Planlama Probleminin Matematiksel Modellenmesi

4.6.1. Talep Tahminlerinin Yapılması

Talep tahminleri iyileştirilmiş exponansiyel düzleştirme yöntemi kullanılarak $\alpha=0,3$, $\beta=0,5$ değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.1: Exponensiyel Düzleştirme ile Talep Tahminleri

	$\alpha=0,3$	$\beta=0,5$			$\alpha=0,3$				$\alpha=0,3$	
	x_1	Adjusted Exp.Smoot.	x_2	Adjusted Exp.Smoot.	x_3	Adjusted Exp.Smoot. t.	x_4	Adjusted Exp.Smoot.	x_5	Adjusted Exp.Smoot .
Ocak2006	7896		12123		7803		3780		14280	
Şubat2006	9384	7896	9153	12123	8640	7803	2646	3780	17424	14280
Mart2006	10032	8566	9801	10787	13284	8180	5076	3270	9624	15695
Nisan2006	9600	9214	2565	10365	13824	10470	2862	4091	9048	12939
Mayıs2006	18096	9370	6048	6877	10989	11937	7263	3530	9000	11218
Haziran2006	15024	13282	14364	6577	3240	11458	5508	5214	8424	10269
Temmuz2006	8784	13991	16875	10134	3942	7733	2430	5321	12552	9487
Ağustos2006	9504	11586	13500	13144	4239	6071	5373	4001	15192	10912
Eylül2006	20904	10648	4428	13238	8721	5304	5265	4628	10008	12844
Ekim2006	17736	15278	10341	9228	6696	6892	3348	4911	8112	11540
Kasım2006	19536	16317	13932	9765	11259	6811	2862	4200	10176	10001
Aralık2006	20256	17703	9450	11656	8694	8819	135	3605	16752	10107
Ocak2007	15912	18787	5913	10642	10881	8733	4104	2058	17280	13114
Şubat2007	20448	17432	5859	8517	3186	9682	2349	3014	17472	14950
Mart2007	24504	18771	5832	7358	4077	6731	4752	2722	19344	16028
Nisan2007	21317	21317	6715	6715	5567	5567	3646	3646	17465	17465
Mayıs2007	21251	21251	6756	6756	5607	5607	3637	3637	17404	17404
Haziran2007	21209	21209	6782	6782	5633	5633	3631	3631	17364	17364
Temmuz2007	21181	21181	6799	6799	5650	5650	3628	3628	17338	17338
Ağustos2007	21163	21163	6810	6810	5661	5661	3625	3625	17321	17321
Eylül2007	21152	21152	6817	6817	5668	5668	3624	3624	17310	17310
Ekim2007	21144	21144	6821	6821	5672	5672	3623	3623	17303	17303
Kasım2007	21139	21139	6824	6824	5675	5675	3622	3622	17299	17299
Aralık2007	21136	21136	6826	6826	5677	5677	3622	3622	17296	17296

Tablo 4.2: Aylara Göre Talep Tahminleri

TALEP TAHMİNLERİ									
	Nisan2007	Mayıs2007	Haziran2007	Temmuz2007	Ağustos2007	Eylül2007	Ekim2007	Kasım2007	Aralık2007
x₁	21317	21251	21209	21181	21163	21152	21144	21139	21136
x₂	6715	6756	6782	6799	6810	6817	6821	6824	6826
x₃	5567	5607	5633	5650	5661	5668	5672	5675	5677
x₄	3646	3637	3631	3628	3625	3624	3623	3622	3622
x₅	17465	17404	17364	17338	17321	17310	17303	17299	17296
Toplam Talep	54710	54654	54618	54595	54580	54570	54564	54560	54557

4.6.2. Çalışma Saatlerinin Bulunması**Tablo 4.3: Aylara Göre Takvim Zamanları**

	Günlük Çalışma Süresi	Nisan 2007	Mayıs 2007	Haziran 2007	Temmuz 2007	Ağustos 2007	Eylül 2007	Ekim 2007	Kasım 2007	Aralık 2007
Gum Calender	1224	35496	36720	36720	37944	36720	36720	30600	36720	30600
Quadruplex Extruder	1440	41760	43200	43200	44640	43200	43200	36000	43200	36000
6" Extruder	822,8	23861,2	24684	24684	25506,8	24684	24684	20570	24684	20570
Fisher I	1440	41760	43200	43200	44640	43200	43200	36000	43200	36000
Fisher II	1260	36540	37800	37800	39060	37800	37800	31500	37800	31500
Hex Bead	3*1440	125280	129600	129600	133920	129600	129600	108000	129600	108000
NG	6*1440	250560	259200	259200	267840	259200	259200	216000	259200	216000
Pres	48*1440	4008960	4147200	4147200	4285440	4147200	4147200	3456000	4147200	3456000

Tablo 4.4: Makinelere Göre Aylık Kayıp Zamanları

	ARIZA ve KOD DÖNÜŞÜ %	BAKIM SAATLERİ
Gum Calender	1,5	8
Quadruplex Extruder	2,5	12
6" Extruder	1	12
Fisher I	1,8	12
Fisher II	2,1	8
Hex Bead	1,2	8
NG	3	24
Pres	2,27	96

Tablo 4.5: Makinelere Göre Aylık Çalışma Saatleri

	Nisan 2007	Mayıs 2007	Haziran 2007	Temmuz 2007	Ağustos 2007	Eylül 2007	Ekim 2007	Kasım 2007	Aralık 2007
Gum Calender	34484	35689	35689	36895	35689	35689	29661	35689	29661
Quadruplex Extruder	39996	41400	41400	42804	41400	41400	34380	41400	34380
6" Extruder	22903	21002	23964	24787	23964	23964	19850	23964	19850
Fisher I	35162	32544	37080	38340	37080	37080	30780	37080	30780
Fisher II	40403	41813	41813	43223	41813	41813	34764	41813	34764
Hex Bead	123297	127565	127565	131833	127565	127565	106224	127565	106224
NG	241603	249984	249984	258365	249984	249984	208080	249984	208080
Pres	3912197	4047299	4047299	4182401	4047299	4047299 9	3371789	4047299	3371789

4.6.3. Stokların Hesaplanması

İşletmede süreç içi stoklar çok yüksektir. Stokların kontrol altına alınması amacıyla yönetim stokların sonraki istasyonun günlük talebinin %10'unun temin süresindeki talebini geçmemesini istemektedir.

X_1 ve X_5 ürünlerinden 1 kalıp bir günde (3 vardiya ,7 saat), $1260 / 52,5 = 24$ adet pişirmektedir. X_2 , X_3 , X_4 ürünlerinden $1260 / 46,5 = 27$ adet pişirilmektedir.

Tablo 4.6: Aylara Göre Kalıp Sayıları

	Nisan 2007	Mayıs 2007	Haziran 2007	Temmuz 2007	Ağustos 2007	Eylül 2007	Ekim 2007	Kasım 2007	Aralık 2007
x_1	31	30	29	28	29	29	35	29	35
x_2	9	8	8	8	8	8	10	8	10
x_3	7	7	7	7	7	7	8	7	8
x_4	5	4	4	4	4	4	5	4	5
x_5	25	24	24	23	24	24	29	24	29
Toplam Kalıp	76	73	73	71	73	73	88	73	88

Aylara Göre Pişmemiş Lastik Stokları:

Nisan Ayı:

X_1 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(31*24) / 10 = 74$ lastik,

Pres üretim hızı: $(31*24)/1260=0,57$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $74*3,5 + 15 + 12 = 286$ dk,

Presin talebi: $286*0,57 = 163$ lastik.

X_2 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(9*27) / 10 = 24$ lastik,

Pres üretim hızı: $(9*27) / 1260 = 0,19$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $24*3,5 + 15 + 12 = 111$ dk,

Presin talebi: $111*0,19 = 21$ lastik.

X_3 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(7*27) / 10 = 19$ lastik,

Pres üretim hızı: $(7*27) / 1260 = 0,15$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $19*3,5 + 15 + 12 = 94$ dk,

Presin talebi: $94 \cdot 0,15 = 14$ lastik.

X₄ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(5 \cdot 24) / 10 = 12$ lastik,

Pres üretim hızı: $(5 \cdot 24) / 1260 = 0,09$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $12 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 69$ dk,

Presin talebi: $69 \cdot 0,09 = 6$ lastik.

X₅ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(25 \cdot 24) / 10 = 60$ lastik,

Pres üretim hızı: $(25 \cdot 24) / 1260 = 0,47$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $60 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 237$ dk,

Presin talebi: $237 \cdot 0,47 = 111$ lastik.

Toplam stok miktarı: 315 adet.

Mayıs Ayı:

X₁ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(30 \cdot 24) / 10 = 72$ lastik,

Pres üretim hızı: $(30 \cdot 24) / 1260 = 0,57$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $72 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 279$ dk,

Presin talebi: $279 \cdot 0,57 = 159$ lastik.

X₂ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(8 \cdot 27) / 10 = 21$ lastik,

Pres üretim hızı: $(8 \cdot 27) / 1260 = 0,17$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $21 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 101$ dk,

Presin talebi: $101 \cdot 0,17 = 17$ lastik

X₃ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(7 \cdot 27) / 10 = 19$ lastik,

Pres üretim hızı: $(7 \cdot 27) / 1260 = 0,15$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $19 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 94$ dk,

Presin talebi: $286 \cdot 0,15 = 14$ lastik.

X₄ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(4 \cdot 24) / 10 = 10$ lastik,

Pres üretim hızı: $(4 \cdot 24) / 1260 = 0,07$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $10 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 62$ dk,

Presin talebi: $62 \cdot 0,07 = 5$ lastik.

X_5 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(24 \cdot 24) / 10 = 56$ lastik,

Pres üretim hızı: $(24 \cdot 24) / 1260 = 0,45$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $56 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 223$ dk,

Presin talebi: $223 \cdot 0,45 = 100$ lastik.

Toplam stok miktarı: 295 adet.

Haziran Ayı:

X_1 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(29 \cdot 24) / 10 = 70$ lastik,

Pres üretim hızı: $(29 \cdot 24) / 1260 = 0,55$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $70 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 272$ dk.,

Presin talebi: $272 \cdot 0,55 = 150$ lastik.

X_2 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(8 \cdot 27) / 10 = 21$ lastik,

Pres üretim hızı: $(8 \cdot 27) / 1260 = 0,17$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $21 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 101$ dk.,

Presin talebi: $101 \cdot 0,17 = 17$ lastik.

X_3 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(7 \cdot 27) / 10 = 19$ lastik,

Pres üretim hızı: $(7 \cdot 27) / 1260 = 0,15$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $19 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 94$ dk.,

Presin talebi: $94 \cdot 0,15 = 14$ lastik.

X_4 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(4 \cdot 24) / 10 = 10$ lastik,

Pres üretim hızı: $(4 \cdot 24) / 1260 = 0,07$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $10 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 62$ dk,

Presin talebi: $62 \cdot 0,07 = 5$ lastik.

X₅ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(24 \cdot 24) / 10 = 56$ lastik,

Pres üretim hızı: $(24 \cdot 24) / 1260 = 0,45$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $56 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 223$ dk,

Presin talebi: $223 \cdot 0,45 = 100$ lastik.

Toplam stok miktarı: 286 adet.

Temmuz Ayı:

X₁ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(28 \cdot 24) / 10 = 68$ lastik,

Pres üretim hızı: $(28 \cdot 24) / 1260 = 0,53$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $68 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 265$ dk,

Presin talebi: $265 \cdot 0,53 = 140$ lastik.

X₂ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(8 \cdot 27) / 10 = 21$ lastik,

Pres üretim hızı: $(8 \cdot 27) / 1260 = 0,17$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $21 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 101$ dk,

Presin talebi: $101 \cdot 0,17 = 17$ lastik.

X₃ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(7 \cdot 27) / 10 = 19$ lastik,

Pres üretim hızı: $(7 \cdot 27) / 1260 = 0,15$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $19 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 94$ dk,

Presin talebi: $94 \cdot 0,15 = 14$ lastik

X₄ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(4 \cdot 24) / 10 = 10$ lastik,

Pres üretim hızı: $(4 \cdot 24) / 1260 = 0,07$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $10 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 62$ dk,

Presin talebi: $62 \cdot 0,07 = 5$ lastik.

X₅ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(23 \cdot 24) / 10 = 56$ lastik,

Pres üretim hızı: $(23 \cdot 24) / 1260 = 0,43$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $56*3,5 + 15 + 12 = 223$ dk,

Presin talebi: $223*0,43 = 96$ lastik.

Toplam stok miktarı :272 adet.

Ağustos ayı:

X_1 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(29*24) / 10 = 70$ lastik,

Pres üretim hızı: $(29*24)/1260=0,55$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $70*3,5 + 15 + 12 = 272$ dk,

Presin talebi: $272*0,55 = 150$ lastik.

X_2 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(8*27) / 10 = 21$ lastik,

Pres üretim hızı: $(8*27) / 1260 = 0,17$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $21*3,5 + 15 + 12 = 101$ dk,

Presin talebi: $101*0,17 = 17$ lastik.

X_3 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(7*27) / 10 = 19$ lastik,

Pres üretim hızı: $(7*27) / 1260 = 0,15$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $19*3,5 + 15 + 12 = 94$ dk.

Presin talebi: $94*0,15 = 14$ lastik.

X_4 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(4*24) / 10 = 10$ lastik,

Pres üretim hızı: $(4*24) / 1260 = 0,07$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $10*3,5 + 15 + 12 = 62$ dk,

Presin talebi: $62*0,07 = 5$ lastik.

X_5 ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(24*24) / 10 = 56$ lastik,

Pres üretim hızı: $(24*24) / 1260 = 0,45$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $56*3,5 + 15 + 12 = 223$

Presin talebi: $223*0,45 = 100$ lastik.

Toplam stok miktarı :286 adet.

Eylül Ayı:

X₁ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(29 \cdot 24) / 10 = 70$ lastik,

Pres üretim hızı: $(29 \cdot 24) / 1260 = 0,55$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $70 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 272$ dk.

Presin talebi: $272 \cdot 0,55 = 150$ lastik.

X₂ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(8 \cdot 27) / 10 = 21$ lastik,

Pres üretim hızı: $(8 \cdot 27) / 1260 = 0,17$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $21 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 101$ dk,

Presin talebi: $101 \cdot 0,17 = 17$ lastik.

X₃ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(7 \cdot 27) / 10 = 19$ lastik,

Pres üretim hızı: $(7 \cdot 27) / 1260 = 0,15$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $19 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 94$ dk,

Presin talebi: $94 \cdot 0,15 = 14$ lastik.

X₄ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(4 \cdot 24) / 10 = 10$ lastik,

Pres üretim hızı: $(4 \cdot 24) / 1260 = 0,07$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $10 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 62$ dk,

Presin talebi: $62 \cdot 0,07 = 5$ lastik.

X₅ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(24 \cdot 24) / 10 = 56$ lastik,

Pres üretim hızı: $(24 \cdot 24) / 1260 = 0,45$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $56 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 223$ dk,

Presin talebi: $223 \cdot 0,45 = 100$ lastik.

Toplam stok miktarı :286 adet.

Ekim Ayı:

X₁ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(35 \cdot 24) / 10 = 84$ lastik,

Pres üretim hızı: $(35 \cdot 24) / 1260 = 0,66$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $84 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 321$ dk,

Presin talebi: $321 \cdot 0,66 = 212$ lastik.

X₂ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(10 \cdot 27) / 10 = 27$ lastik,

Pres üretim hızı: $(10 \cdot 27) / 1260 = 0,21$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $27 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 122$ dk,

Presin talebi: $122 \cdot 0,21 = 26$ lastik.

X₃ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(8 \cdot 27) / 10 = 22$ lastik,

Pres üretim hızı: $(8 \cdot 27) / 1260 = 0,17$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $22 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 104$ dk,

Presin talebi: $104 \cdot 0,17 = 18$ lastik.

X₄ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(5 \cdot 24) / 10 = 12$ lastik,

Pres üretim hızı: $(5 \cdot 24) / 1260 = 0,09$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $12 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 69$ dk,

Presin talebi: $69 \cdot 0,09 = 6$ lastik.

X₅ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(29 \cdot 24) / 10 = 70$ lastik,

Pres üretim hızı: $(29 \cdot 24) / 1260 = 0,55$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $70 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 272$ dk,

Presin talebi: $272 \cdot 0,55 = 150$ lastik.

Toplam stok miktarı :315 adet.

Kasım Ayı:

X₁ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(29 \cdot 24) / 10 = 70$ lastik,

Pres üretim hızı: $(29 \cdot 24) / 1260 = 0,55$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $70 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 272$ dk,

Presin talebi: $272 \cdot 0,55 = 150$ lastik.

X₂ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(8*27) / 10 = 21$ lastik,

Pres üretim hızı: $(8*27) / 1260 = 0,17$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $21*3,5 + 15 + 12 = 101$ dk.

Presin talebi: $101*0,17 = 17$ lastik.

X₃ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(7*27) / 10 = 19$ lastik,

Pres üretim hızı: $(7*27) / 1260 = 0,15$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $19*3,5 + 15 + 12 = 94$ dk.

Presin talebi: $94*0,15 = 14$ lastik.

X₄ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(4*24) / 10 = 10$ lastik,

Pres üretim hızı: $(4*24) / 1260 = 0,07$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $10*3,5 + 15 + 12 = 62$ dk,

Presin talebi: $62*0,07 = 5$ lastik.

X₅ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(24*24) / 10 = 56$ lastik,

Pres üretim hızı: $(24*24) / 1260 = 0,45$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $56*3,5 + 15 + 12 = 223$ dk,

Presin talebi: $223*0,45 = 100$ lastik.

Toplam stok miktarı: 286 adet.

Aralık Ayı:

X₁ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(35*24) / 10 = 84$ lastik,

Pres üretim hızı: $(35*24) / 1260 = 0,66$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $84*3,5 + 15 + 12 = 321$ dk,

Presin talebi: $321*0,66 = 212$ lastik.

X₂ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(10*27) / 10 = 27$ lastik,

Pres üretim hızı: $(10*27) / 1260 = 0,21$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $27*3,5 + 15 + 12 = 122$ dk,

Presin talebi: $122*0,21 = 26$ lastik.

X₃ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(8 \cdot 27) / 10 = 22$ lastik,

Pres üretim hızı: $(8 \cdot 27) / 1260 = 0,17$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $22 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 104$ dk,

Presin talebi: $104 \cdot 0,17 = 18$ lastik.

X₄ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(5 \cdot 24) / 10 = 12$ lastik,

Pres üretim hızı: $(5 \cdot 24) / 1260 = 0,09$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $12 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 69$ dk

Presin talebi: $69 \cdot 0,09 = 6$ lastik.

X₅ ürünü:

Günlük talebin %10'u: $(29 \cdot 24) / 10 = 70$ lastik,

Pres üretim hızı: $(29 \cdot 24) / 1260 = 0,55$ lastik / dk,

Lastik imalat makinesi temin süresi: $70 \cdot 3,5 + 15 + 12 = 272$ dk,

Presin talebi: $272 \cdot 0,55 = 150$ lastik.

Toplam stok miktarı: 315 adet.

Lastiği Oluşturan Malzemelerin Stokları:

Lastik imalat makinalarından 9 ay boyunca günlük talep tahmini ile hesaplanan ara stokların toplamı kadar lastik imal etmesi istenecektir. Bu makineler ve lastiği oluşturan malzemelerin üretildiği makineler arasındaki stokların hesaplanması için günlük talep göz önüne alınmıştır. Günlük talep 2196 lastik için, %10'u 220 lastik, üretim hızı $2196 / 1260 = 1,74$ lastik/dakika, transfer süreleri 5 dk, bekleme süreleri dikkate alınmamıştır.

Monocomponent:

Temin süresi: $220 \cdot 12 / 60 + 25 + 100 = 169$ dk.

169 dakikada ng nin talebi $169 \cdot 1,74 = 295$ lastik

Stok 295 lastiklik yani $1,691 \cdot 295 = 400$ m.

Triplex:

Temin süresi: $220 \cdot 2,48 / 60 + 25 + 100 = 134$ dk.

134 dakikada ng nin talebi $134 \cdot 1,74 = 234$ lastik

Stok 234 lastiklik yani $1,712 \cdot 234 = 400$ m.

Chipper

Temin süresi: $220 \times 3/60 + 25 + 100 = 136$ dk.

136 dakikada ng nin talebi $136 \times 1,74 = 236$ lastik

Stok 236 lastiklik yani $1,700 \times 236 = 400$ m.

Ply

Temin süresi: $220 \times 9/60 + 25 + 100 = 158$ dk.

158 dakikada ng nin talebi $158 \times 1,74 = 275$ lastik

Stok 275 lastiklik yani $1,724 \times 275 = 475$ m

Flipper

Temin süresi: $220 \times 1,3/60 + 25 + 100 = 130$ dk.

130 dakikada ng nin talebi $130 \times 1,74 = 227$ lastik

Stok 227 lastiklik yani $1,800 \times 227 \times 2 = 820$ m

Bead

Temin süresi: $220 \times 2 + 25 + 30 = 495$ dk /3 makine , 165 dk./makine

165 dakikada ng nin talebi $165 \times 1,74 = 288$ lastik

Stok 576 adet bead olmalıdır.

Apex

Temin süresi: $220 \times 3,18/60 + 25 + 100 = 136$ dk.

136 dakikada ng nin talebi $136 \times 1,74 = 236$ lastik

Stok 236 lastiklik yani 472 adet olmalıdır.

Shoulder wedge

Temin süresi: $220 \times 6/60 + 25 + 75 = 122$ dk.

122 dakikada ng nin talebi $122 \times 1,74 = 212$ lastik

Stok 212 lastiklik yani $3.040 \times 212 \times 2 = 1275$ m

Breaker wedge

Temin süresi: $71 \times 4,99/60 + 25 + 15 = 55$ dk.

55 dakikada ng nin talebi $55 \times 1,74 = 95$ lastik

Stok 95 lastiklik yani $3,505 \times 95 = 335$ m

Breaker1

Temin süresi: $220 \times 8,25/60 + 25 + 25 = 80$ dk.

80 dakikada ng nin talebi $80 \cdot 1,74 = 139$ lastik

Stok 139 lastiklik yani $3.088 \cdot 139 = 430$ m

Breaker2

Temin süresi: $220 \cdot 6.2/60 + 25 + 25 = 72$ dk.

72 dakikada ng nin talebi $72 \cdot 1,74 = 125$ lastik

Stok 125 lastiklik yani $3,1 \cdot 125 = 387$

Breaker 3

Temin süresi: $220 \cdot 6.2/60 + 25 + 25 = 72$ dk.

72 dakikada ng nin talebi $72 \cdot 1,74 = 125$ lastik

Stok 125 lastiklik yani $3,1 \cdot 125 = 387$

Breaker 4

Temin süresi: $220 \cdot 8,25/60 + 25 + 25 = 80$ dk.

80 dakikada ng nin talebi $80 \cdot 1,74 = 139$ lastik

Stok 139 lastiklik yani $3.088 \cdot 139 = 430$ m

Tread

Temin süresi: $220 \cdot 8,81/60 + 25 + 100 = 157$ dk.

157 dakikada ng nin talebi $157 \cdot 1,74 = 274$ lastik

Stok 274 lastiklik yani 274 adet

4.6.4. Matematiksel Modelin Oluşturulması

Model önceliği koruma yöntemine göre kurulmuş hedef programlama problemidir. Amaç fonksiyonu $Q+W+X$ 'in minimize edilmesidir. Q daha önce bahsedilen, talep tahminlerinin altında üretim yapmak istememe hedefi ile ilgili negatif sapmaları minimize eder. W kapasitenin tam kullanılması hedefiyle ilgili negatif sapmaları minimize eder. X iş istasyonuları arasında belirlenen stoklardan daha fazla stok tutulmaması hedefi ile pozitif sapmaları minimize eder.

Modelde,

S_{ipk}^- : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait talep tahmininden negatif sapma miktarını gösterir.

X_{ipk} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastik (son ürün) miktarını adet cinsinden gösterir.

X_{igk} : k. dönem i.çeşit pişmemiş lastik miktarını adet cinsinden gösterir.

T_{ipk} : k. dönem i. çeşit pişmiş lastiğe ait talep tahminlerini adet cinsinden gösterir.

S_{lk}^+ : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait I.çeşit parçasının envanterinin öngörülen envanterden pozitif sapma miktarını gösterir.

G_{lk} : k. Dönem I.çeşit parçasının envanterinin öngörülen envanter miktarını gösterir.

I: green,monokomponent, tripleks, çipır, play, flipır, apeks, bid, şoldır veyc, 1.breykır, 2. breykır, 3. breykır, 4. breykır, breykır veyc, tred.

X_{imk} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait monokomponent (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını metre cinsinden gösterir.

X_{iuk} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait tripleks (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını metre cinsinden gösterir.

X_{ick} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait çipır (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını metre cinsinden gösterir.

X_{ikk} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait play (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını metre cinsinden gösterir.

X_{ifk} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait flipır (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını metre cinsinden gösterir.

X_{iak} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait apeks (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını adet cinsinden gösterir.

X_{izk} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait bidi (lastiği oluşturan yarı mamul) adet cinsinden gösterir.

X_{isk} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait şoldır veyc (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını metre cinsinden gösterir.

X_{ib1k} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait 1.breykır (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını metre cinsinden gösterir.

X_{ib2k} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait 2.breykır (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını metre cinsinden gösterir.

X_{ib3k} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait 3.breykır (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını metre cinsinden gösterir.

X_{ib4k} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait 4.breykır (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını metre cinsinden gösterir.

X_{idk} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait breykır veyc (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını metre cinsinden gösterir.

X_{itk} : k. dönem i.çeşit pişmiş lastiğe ait tred (lastiği oluşturan yarı mamul) miktarını adet cinsinden gösterir.

C_{jk} : k. dönemde j makinesine ait kapasiteyi (zaman) dakika cinsinden gösterir.

S_{jk}^- : k. dönemde j makinesine ait kapasiteden negatif sapma miktarını gösterir.

J:pres, lastik imalat, gum kalender, quadruplex extruder, 6''extruder, fisherI, fisher II, hex bead.

MIN $Q+W+X$

Subject to:

$$\sum S_{ipk}^- - Q = 0 \quad i=1,...,5, k=1,...,9 \quad (4.1)$$

$$\sum S_{jk}^- - X = 0 \quad j = \text{pres, lastik imalat, gum kalender, quadruplex extruder, 6''extruder, fisherI, fisher II, hex bead, } k=1,...,9 \quad (4.2)$$

$$\sum S_{ilk}^+ - W = 0 \quad i = 1,...,5, l = \text{monokomponent, tripleks, çipır, play, flipır, apeks, bid, şoldır veyc, 1.breykır, 2. breykır, 3. breykır, 4. breykır, breykır veyc, tred, } k=1,...,9 \quad (4.3)$$

Talep ile ilgili kısıtlar:

$$X_{ipk} + S_{ipk}^- = T_{ipk} \quad i=1...5, k=1,...,9 \quad (4.4)$$

Bütçe ile ilgili eşitlik:

$$203x_{1pk} + 190x_{2pk} + 173x_{3pk} + 182x_{4pk} + 220x_{5pk} \leq 13000000 \quad k=1,...,9 \quad (4.5)$$

Kapasite ile ilgili kısıtlar:

$$52.5x_{1pk} + 46.5x_{2pk} + 46.5x_{3pk} + 46.5x_{4pk} + 52.5x_{5pk} + S_{presk}^- = C_{presk} \quad \text{pres, } k=1,...,9 \quad (4.6)$$

$$X_{ipk} - X_{igk} \leq 0 \quad i=1,...,5, k=1,...,9 \quad (4.7)$$

$$3.5 \sum_{i=1}^5 X_{igk} + S_{lastikimalat}^- = C_{lastikimalat,k} \quad k=1,...,9 \quad (4.8)$$

$$X_{igk} - 0.62 X_{imk} \leq 0 \quad i=1,...,4 \quad k=1,...,9 \quad (4.9)$$

$$X_{igk} - 0.62 X_{iuk} \leq 0 \quad i=1,...,4 \quad k=1,...,9 \quad (4.10)$$

$$X_{igk} - 0.62 X_{ick} \leq 0 \quad i=1,...,4 \quad k=1,...,9 \quad (4.11)$$

$$X_{igk} - 0.58 X_{ikk} \leq 0 \quad i=1,...,5 \quad k=1,...,9 \quad (4.12)$$

$$X_{igk} - 0.29 X_{ifk} \leq 0 \quad i=1,...,4 \quad k=1,...,9 \quad (4.13)$$

$$X_{igk} - 0.5 X_{iak} \leq 0 \quad i=1,...,5 \quad k=1,...,9 \quad (4.14)$$

$$X_{igk} - 0.5 X_{izk} \leq 0 \quad i=1, \dots, 5 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.15)$$

$$X_{igk} - 0.16 X_{isk} \leq 0 \quad i=1, 2 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.16)$$

$$X_{igk} - 0.33 X_{ib1k} \leq 0 \quad i=1, 2 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.17)$$

$$X_{igk} - 0.33 X_{ib2k} \leq 0 \quad i=1, 2 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.18)$$

$$X_{igk} - 0.33 X_{ib3k} \leq 0 \quad i=1, 2 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.19)$$

$$X_{igk} - 0.33 X_{ib4k} \leq 0 \quad i=1, 2 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.20)$$

$$X_{igk} - X_{itk} \leq 0 \quad i=1, \dots, 5 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.21)$$

$$X_{igk} - 0.17 X_{isk} \leq 0 \quad i=3, 4 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.22)$$

$$X_{igk} - 0.34 X_{ib1k} \leq 0 \quad i=3, 4 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.23)$$

$$X_{igk} - 0.34 X_{ib2k} \leq 0 \quad i=3, 4 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.24)$$

$$X_{igk} - 0.34 X_{ib3k} \leq 0 \quad i=3, 4 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.25)$$

$$X_{igk} - 0.34 X_{ib4k} \leq 0 \quad i=3, 4 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.25)$$

$$X_{igk} - 0.58 X_{imk} \leq 0 \quad i=5 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.26)$$

$$X_{igk} - 0.55 X_{iuk} \leq 0 \quad i=5 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.27)$$

$$X_{igk} - 0.55 X_{ick} \leq 0 \quad i=5 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.28)$$

$$X_{igk} - 0.27 X_{ifk} \leq 0 \quad i=5 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.29)$$

$$X_{igk} - 0.14 X_{isk} \leq 0 \quad i=5 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.30)$$

$$X_{igk} - 0.29 X_{ib1k} \leq 0 \quad i=5 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.31)$$

$$X_{igk} - 0.29 X_{ib2k} \leq 0 \quad i=5 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.32)$$

$$X_{igk} - 0.29 X_{ib3k} \leq 0 \quad i=5 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.33)$$

$$X_{igk} - 0.29 X_{ib4k} \leq 0 \quad i=5 \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.34)$$

$$0.006 \sum_{i=1}^5 X_{itk} + 0.11 \sum_{i=1}^5 X_{imk} + s_{\text{gum kalender},k} = C_{\text{gum kalender},k} \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.35)$$

$$0.007 \sum_{i=1}^5 X_{itk} + 0.025 \sum_{i=1}^5 X_{iuk} + 0.053 \sum_{i=1}^5 X_{iak} + s_{\text{quad ext},k} = C_{\text{quad ext},k} \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.36)$$

$$0.023 \sum_{i=1}^5 X_{5dk} + 0.03 \sum_{i=1}^5 X_{isk} + s_{6'' \text{ extruder},k} = C_{6'' \text{ extruder},k} \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.37)$$

$$0.03 \sum_{i=1}^5 X_{ib2k} + 0.03 \sum_{i=1}^5 X_{ib3k} + 0.88 \sum_{i=1}^5 X_{ick} + S_{fisher I,k} = C_{fisher I,k} \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.38)$$

$$0.045 \sum_{i=1}^5 X_{ib2k} + 0.045 \sum_{i=1}^5 X_{ib3k} + 0.088 \sum_{i=1}^5 X_{ick} + S_{fisher II,k} = C_{fisher II,k} \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.39)$$

$$\sum_{i=1}^5 X_{izk} + S_{beadroom,k} = C_{beadroom,k} \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.40)$$

Stok ile ilgili kısıtlar:

$$I_{k-1} + \sum_{i=1}^5 X_{igk} - \sum_{i=1}^5 X_{ipk} - I_k = 0 \quad (4.41)$$

$$I_k - s_{g,k}^+ = G_{g,k} \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.42)$$

$$I_{k-1} + \sum_{i=1}^5 X_{imk} - \sum_{i=1}^5 1.6X_{igk} - I_k = 0 \quad (4.43)$$

$$I_k - s_{m,k}^+ = G_{m,k} \quad k=1, \dots, 9 \quad (4.44)$$

$$I_{k-1} + \sum_{i=1}^5 X_{iuk} - \sum_{i=1}^5 1.6X_{igk} - I_k = 0 \quad (4.45)$$

$$I_k - s_{u,k}^+ = S_{u,k} \quad k=1 \dots 9 \quad (4.46)$$

$$I_{k-1} + \sum_{i=1}^5 X_{ick} - \sum_{i=1}^5 1.6X_{igk} - I_k = 0 \quad (4.47)$$

$$I_k - s_{c,k}^+ = S_{c,k} \quad k=1 \dots 9 \quad (4.48)$$

$$I_{k-1} + \sum_{i=1}^5 X_{ikk} - \sum_{i=1}^5 1.7X_{igk} - I_k = 0 \quad (4.49)$$

$$I_k - s_{k,k}^+ = S_{k,k} \quad k=1 \dots 9 \quad (4.50)$$

$$I_{k-1} + \sum_{\dot{i}=1}^5 X_{i\dot{i}fk} - \sum_{\dot{i}=1}^5 3.4 X_{igk} - I_k = 0 \quad (4.51)$$

$$I_k - s_{f,k}^+ = S_{f,k} \quad k=1 \dots 90 \quad (4.52)$$

$$I_{k-1} + \sum_{\dot{i}=1}^5 X_{iak} - \sum_{\dot{i}=1}^5 2 X_{igk} - I_k = 0 \quad (4.53)$$

$$I_k - s_{a,k}^+ = S_{a,k} \quad k=1 \dots 9 \quad (4.54)$$

$$I_{k-1} + \sum_{\dot{i}=1}^5 X_{izk} - \sum_{\dot{i}=1}^5 2 X_{igk} - I_k = 0 \quad (4.55)$$

$$I_k + s_{z,k}^+ = S_{z,k} \quad k=1 \dots 9 \quad (4.56)$$

$$I_{k-1} + \sum_{\dot{i}=1}^5 X_{isk} - \sum_{\dot{i}=1}^5 6 X_{igk} - I_k = 0 \quad (4.57)$$

$$I_k - s_{s,k}^+ = S_{s,k} \quad k=1 \dots 9 \quad (4.58)$$

$$I_{k-1} + \sum_{\dot{i}=1}^5 X_{ib1k} - \sum_{\dot{i}=1}^5 3 X_{igk} - I_k = 0 \quad (4.59)$$

$$I_k - s_{b1,k}^+ = S_{b1,k} \quad k=1 \dots 9 \quad (4.60)$$

$$I_{k-1} + \sum_{\dot{i}=1}^5 X_{ib2k} - \sum_{\dot{i}=1}^5 3 X_{igk} - I_k = 0 \quad (4.61)$$

$$I_k - s_{b2,k}^+ = S_{b2,k} \quad k=1 \dots 9 \quad (4.62)$$

$$I_{k-1} + \sum_{\dot{i}=1}^5 X_{ib3k} - \sum_{\dot{i}=1}^5 3 X_{igk} - I_k = 0 \quad (4.63)$$

$$I_k - s_{b3,k}^+ = S_{b3,k} \quad k=1 \dots 9 \quad (4.64)$$

$$I_{k-1} + \sum_{i=1}^5 X_{ib4k} - \sum_{i=1}^5 X_{igk} - I_k = 0 \quad (4,65)$$

$$I_k - s_{b4,k}^+ = S_{b4,k} \quad k=1 \dots 9 \quad (4,66)$$

$$I_{k-1} + \sum_{i=1}^5 X_{itk} - \sum_{i=1}^5 X_{igk} - I_k = 0 \quad (4,67)$$

$$I_k - s_{t,k}^+ = S_{t,k} \quad k=1 \dots 9 \quad (4,68)$$

$$I_{k-1} + \sum_{i=1}^5 X_{idk} - \sum_{i=1}^5 6X_{igk} - I_k = 0 \quad (4,69)$$

$$I_k - s_{d,k}^+ = S_{d,k} \quad k=1 \dots 9 \quad (4,70)$$

4.6.5. Problemin Çözülmesi

Hedef programlama tekniği kullanılarak model oluşturulan problem Lindo 6.1 programında çözülmüştür. Çözümünden 40 iterasyon sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 4.7: Aylara Göre Üretim Miktarları ve Talep Tahmin Miktarları

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_1	21317	21251	21209	21181	21163	21152	21144	21139	21136
Tahmin edilen x_1 talep miktarları	21317	21251	21209	21181	21163	21152	21144	21139	21136
x_2	6715	6756	6782	6799	6810	6817	6821	6824	6826
Tahmin edilen x_2 talep miktarları	6715	6756	6782	6799	6810	6817	6821	6824	6826
x_3	5567	5607	5633	5650	5661	5668	5672	5675	5677
Tahmin edilen x_3 talep miktarları	5567	5607	5633	5650	5661	5668	5672	5675	5677
x_4	3646	3637	3631	3628	3625	3624	3623	3622	3622
Tahmin edilen x_4 talep miktarları	3646	3637	3631	3628	3625	3624	3623	3622	3622
x_5	17465	17404	17364	17338	17321	17310	15852	17299	15851
Tahmin edilen x_5 talep miktarları	17465	17404	17364	17338	17321	17310	17303	17299	17296
Toplam Talep	54710	54655	54619	54595	54580	54571	53112	54560	53112
Tahmin edilen toplam talep miktarları	54710	54654	54618	54595	54580	54570	54564	54560	54557

Sonuçlar daha önceden tahmin edilen taleplerle karşılaştırıldığında sadece x₅ ürününün 7. ve 9. aylarında talebi karşılayamadığı görülmektedir. Ayrıca iterasyonlar incelendiğinde çoğunlukla kapasitenin altında kaldığı ve stokların da hedeflerden fazla olduğu görülür.

Tablo 4.8: Makinelerin Aylık Boş Zamanları ve Çalışma Zamanları (Dakika)

	Nis.07	May.07	Haz.07	Tem.07	Ağu.07	Eyl.07	Eki.07	Kas.07	Ara.07
Gum Calender, Boş zaman	22503	23720	23729	24940	23738	23740	18046	23743	18046
Gum Calender, Çalışma Zamanı	34484	35689	35689	36895	35689	35689	29661	35689	29661
Quadruplex Extruder, Boş Zaman	18760	20211	20226	21640	20243	20246	13836	20252	13836
Quadruplex Extruder, Çalışma Zamanı	39996	41400	41400	42804	41400	41400	34380	41400	34380
6" Extruder, Boş Zaman	17989	16097	19065	19891	19071	19072	15177	19074	15177
6" Extruder, Çalışma Zamanı	22903	21002	23964	24787	23964	23964	19850	23964	19850
Fisher I, Boş Zaman	19297	20547	20563	21800	20571	20574	14860	20578	0
Fisher I, Çalışma Zamanı	35162	32544	37080	38340	37080	37080	30780	37080	30780
Fisher II, Boş Zaman	21039	18436	22983	24249	22994	22996	17107	23000	17107
Fisher II, Çalışma Zamanı	40403	41813	41813	43223	41813	41813	34764	41813	34764
Hex Bead, Boş Zaman	13877	18255	18327	22641	18405	18421	0	18447	0
Hex Bead, Çalışma Zamanı	123297	127565	127565	131833	127565	127565	106224	127565	106224
NG, Boş Zaman	50118	58691	58817	67279	58954	58982	22188	59027	22188
NG, Çalışma Zamanı	241603	249984	249984	258365	249984	249984	208080	249984	208080
Pres, Boş Zaman	0	0	0	0	0	0	690105	0	680159
Pres, Çalışma Zamanı	3912197	4047299	4047299	4182401	4047299	4047299	3371789	4047299	3371789

İşletme 3 vardiya çalışmaktadır, boş zamanlar incelendiğinde bütün malzeme hazırlık makinelerinde, lastik imalat makinelerinde ve pişim makinelerinde ekim ve aralık aylarında bir vardiya azaltılabileceği görülmektedir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Günümüzde mevcut çok farklı üretim planlama yöntemleri mevcuttur. Bu yöntemler basit grafik yöntemlerden kompleks bilgisayar tabanlı araştırma prosedürlerine kadar değişkenlik göstermektedir. Yöntemlerin kullanılabildiği durumlar kısıtlıdır ve yöntemlerin pratikte kullanılabilirliklerinde de bazı kısıtlar mevcuttur. Bu nedenle planlamacılar kendi firmalarının içinde bulunduğu duruma göre en uygun yöntemi seçmelidirler.

Çok sayıda mamul çeşidinin üretildiği sanayi işletmelerinde, üretim planlaması çalışmaları için, birden çok amacın olabileceği günümüzde çok amaçlı karar verme yöntemlerinden birisi olan Hedef Programlama Yönteminden yararlanmak yerinde bir davranış olacaktır. Çünkü klasik karar verme yöntemleriyle yapılan üretim planlama çalışmalarında sadece maliyet minimizasyonu veya kâr maksimizasyonu gibi tek bir hedef gerçekleştirilebilirken, Hedef Programlama Yöntemi ile kapasitenin tam kullanılması, boş bekleme sürelerinin en az seviyede tutulması, fazla mesainin mümkün olduğunca azaltılması, stokların belirli bir seviyede tutulması, kârın maksimize edilmesi gibi pek çok amaç aynı anda gerçekleştirilebilmektedir.

Bu nedenle bu çalışmada, çok amaçlı karar verme yöntemlerinden birisi olan Hedef Programlama Yöntemi ile çok sayıda mamul çeşidinin üretildiği bir sanayi işletmesi olan Goodyear Lastikleri T.A.Ş.'de 5 grup lastiklere ilişkin gerçekleştirilen üretim planlaması sonucunda; Goodyear Lastikleri T.A.Ş.'nin dokuz aylık üretim döneminde her bir grup lastikten üretmesi gereken miktarlar, işletme hedefleri çerçevesinde optimum değerlerle belirlenmiştir.

Sonuç olarak görülmüştür ki; Hedef Programlama Yöntemi ile bulunan üretim miktarları, işletmenin tüm hedeflerini optimum düzeyde gerçekleştirecek miktarlardır. Bulunan bu üretim miktarlarından yararlanarak, çalışmanın yapıldığı üretim dönemine

ait üretim programlarını en doğru şekilde hazırlayarak üretimi detaylandırmak mümkündür.

Ayrıca görüleceği üzere, modelin çözümünden elde edilen sonuçlardan yararlanarak, kısıt ve hedef değerlerindeki (+) ve (–) yöndeki sapma miktarları ile kapasite arttırımı, fazla mesai veya vardiya eksiltme gibi kararları verebilmek mümkün olacaktır.

Çıkan sonuçların anlamlı olması Hedef Programlama Yönteminin, Üretim Planlama çalışmalarına uygulanabilirliğini göstermesi açısından bu tür uygulamalar için yol gösterici niteliktedir ve Goodyear T. A.Ş. için, üretim planları hazırlanırken kullanılacak bir yöntem olarak önerilir.

KAYNAKLAR

- Askin R.G. and Goldberg J.B.**, 2002. Design and analysis of lean production systems, Wiley, New York.
- Baykasoglu A.**, 2001. MOAPPS 1.0: aggregate production planning using the multiple objective tabu search, *International. Journal of Production Research.*, **39**, 3685-3702.
- Buxey G.**, 2003. Strategy not tactics drives aggregate planning, *International Journal of Production Economics*, **85**, 331-346.
- Buxey G.**, 2005. Aggregate planning for seasonal demand: reconciling theory with practice, *International Journal of Operations & Production Management*, **25** (11), 1083-1100.
- Das B.P., Rickard J.G., Shah N., Macchietto S.**, 2000, An investigation on integration of aggregate production planning, master production scheduling and short-term production scheduling of batch process operations through a common data model, *Computers and Chemical Engineering*, **24**.
- Daştan, M.**, 2007. OBT Manuel, Operatör Eğitim Notları, *Goodyear Lastikleri T.A.Ş.*, Kocaeli.
- Erfan, S.**, 1994 Toplu üretim planlama ve bilgisayar destekli bir uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Fraizer G., Gaither N.**, 2002. Operation Management, South-Western/Thomson Learning, Australia.
- Ignizio J.P., Romero C.**, 2003. Goal Programming, *Encyclopedia of Information Systems*, **2**, 489-500.

- Jentil, D.**, 2007. Kanban Examples, Eğitim Notları, *Goodyear Tyre&Rubber*, Withlish, Germany.
- Krajewski, L.J. and Ritzman L.P.**, 1993. Operations Management: strategy and analysis, Addison-Wesley Pub. Co.
- Leung, S.C.H., Wu Y., Lai K.K.**, 2003. Multi-site aggregate production planning with multiple objectives: a goal programming approach, *Production Planning&Control*, **14**, 425-43.
- Leung S. C. H., Wu Y.**, 2004. A robust optimization model for stochastic aggregate production planning, *Production Planning & Control*, **15** (5), 502–514.
- Russell R.S., Taylor B.W.**, 2006. Operations Management: quality and competitiveness in a global environment.
- Setyan, H.**, 1994. Toplu üretim planlamadan ana üretim programlamaya geçiş ve bilgisayar destekli bir uygulama, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Silva J.P., Lisboa J., Huang P.**, 2000. A labour-constrained model for aggregate production planning, *International Journal of Production Research*, **38** (9), 2143-2152.
- Silva C.G., Figueira J., Lisboa J., Barman S.**, 2006. An interactive decision support system for an aggregate production planning model based on multiple criteria mixed integer linear programming, *Omega*, 167-177.
- Taha, Hamdy**, 2000. Yöneylem Araştırması. Çeviren Ş. Alp Baray ve Şakir Esnaf. 6 Baskı, İstanbul, Literatür Yayıncılık.
- Vural, M.**, 2005. Genetik algoritma yöntemi ile toplu üretim planlama, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Wang R., Liang T.**, 2004. Application of Fuzzy Multi Objective linear Programming to Aggregate Production planning, *Computers & Industrial Engineering*, **46**, 17–41.

Wang R.-C.,Liang T.-F., 2005. Aggregate production planning with multiple fuzzy goals, *International Journal of Advanced. Manufacturing Technology.*, **25**, 589–597.

Wang R.-C.,Liang T.-F., 2005. Applying possibilistic linear programming to aggregate production planning, *International Journal of Production Economics*, **98**, 328–341.

EKLER

Matematiksel Model

MIN $Q+W+X$

SUBJECT TO:

$$s_1+s_3+s_5+s_7+s_9+s_{11}+s_{13}+s_{15}+s_{17}+s_{19}+s_{21}+s_{23}+s_{25}+s_{27}+s_{29}+s_{31}+s_{33}+s_{35}+s_{37}+s_{39}+s_{41}+s_{43}+s_{45}+s_{47}+s_{49}+s_{51}+s_{53}+s_{55}+s_{57}+s_{59}+s_{61}+s_{63}+s_{65}+s_{67}+s_{69}+s_{71}+s_{73}+s_{75}+s_{77}+s_{79}+s_{81}+s_{83}+s_{85}+s_{87}+s_{89}-Q=0$$

$$s_{109}+s_{111}+s_{113}+s_{115}+s_{117}+s_{119}+s_{121}+s_{123}+s_{125}+s_{127}+s_{129}+s_{131}+s_{133}+s_{135}+s_{137}+s_{139}+s_{141}+s_{143}+s_{145}+s_{147}+s_{149}+s_{151}+s_{153}+s_{155}+s_{157}+s_{159}+s_{161}+s_{163}+s_{165}+s_{167}+s_{169}+s_{171}+s_{173}+s_{175}+s_{177}+s_{179}+s_{181}+s_{183}+s_{185}+s_{187}+s_{189}+s_{201}+s_{203}+s_{205}+s_{207}+s_{209}+s_{211}+s_{213}+s_{215}+s_{217}+s_{219}+s_{221}+s_{223}+s_{225}+s_{227}+s_{229}+s_{231}+s_{233}+s_{235}+s_{237}+s_{239}+s_{241}+s_{243}+s_{245}+s_{247}+s_{249}+s_{251}+s_{254}-X=0$$

$$s_{256}+s_{258}+s_{260}+s_{262}+s_{264}+s_{266}+s_{268}+s_{270}+s_{272}+s_{274}+s_{276}+s_{278}+s_{280}+s_{282}+s_{284}+s_{286}+s_{288}+s_{290}+s_{292}+s_{294}+s_{296}+s_{298}+s_{300}+s_{302}+s_{304}+s_{306}+s_{308}+s_{310}+s_{312}+s_{314}+s_{316}+s_{318}+s_{320}+s_{322}+s_{324}+s_{326}+s_{328}+s_{330}+s_{332}+s_{334}+s_{336}+s_{338}+s_{340}+s_{342}+s_{344}+s_{346}+s_{348}+s_{350}+s_{352}+s_{354}+s_{356}+s_{358}+s_{360}+s_{362}+s_{364}+s_{366}+s_{368}+s_{370}+s_{372}+s_{374}+s_{376}+s_{378}+s_{380}+s_{382}+s_{384}+s_{386}+s_{388}+s_{390}+s_{392}+s_{394}+s_{396}+s_{398}+s_{400}+s_{402}+s_{404}+s_{406}+s_{408}+s_{410}+s_{412}+s_{414}+s_{416}+s_{418}+s_{420}+s_{422}+s_{424}+s_{426}+s_{428}+s_{430}+s_{432}+s_{434}+s_{436}+s_{438}+s_{440}+s_{442}+s_{444}+s_{446}+s_{448}+s_{450}+s_{452}+s_{454}+s_{456}+s_{458}+s_{460}+s_{462}+s_{464}+s_{466}+s_{468}+s_{470}+s_{472}+s_{474}+s_{476}+s_{478}+s_{480}+s_{482}+s_{484}+s_{486}+s_{488}+s_{490}+s_{492}+s_{494}+s_{496}+s_{498}+s_{500}+s_{502}+s_{504}-W=0$$

$$x_{1p1}+s_1-s_2=21317$$

$$x_{1p2}+s_3-s_4=21251$$

$$x_{1p3}+s_5-s_6=21209$$

$$x_{1p4}+s_7-s_8=21181$$

$$x_{1p5}+s_9-s_{10}=21163$$

$$x_{1p6}+s_{11}-s_{12}=21152$$

$x1p7+s13-s14=21144$
 $x1p8+s15-s16=21139$
 $x1p9+s17-s18=21136$
 $x2p1+s19-s20=6715$
 $x2p2+s21-s22=6756$
 $x2p3+s23-s24=6782$
 $x2p4+s25-s26=6799$
 $x2p5+s27-s28=6810$
 $x2p6+s29-s30=6817$
 $x2p7+s31-s32=6821$
 $x2p8+s33-s34=6824$
 $x2p9+s35-s36=6826$
 $x3p1+s37-s38=5567$
 $x3p2+s39-s40=5607$
 $x3p3+s41-s42=5633$
 $x3p4+s43-s44=5650$
 $x3p5+s45-s46=5661$
 $x3p6+s47-s48=5668$
 $x3p7+s49-s50=5672$
 $x3p8+s51-s52=5675$
 $x3p9+s53-s54=5677$
 $x4p1+s55-s56=3646$
 $x4p2+s57-s58=3637$
 $x4p3+s59-s60=3631$
 $x4p4+s61-s62=3628$
 $x4p5+s63-s64=3625$
 $x4p6+s65-s66=3624$
 $x4p7+s67-s68=3623$
 $x4p8+s69-s70=3622$
 $x4p9+s71-s72=3622$
 $x5p1+s73-s74=17465$

$x5p2+s75-s76=17404$
 $x5p3+s77-s78=17364$
 $x5p4+s79-s80=17338$
 $x5p5+s81-s82=17321$
 $x5p6+s83-s84=17310$
 $x5p7+s85-s86=17303$
 $x5p8+s87-s88=17299$
 $x5p9+s89-s90=17296$
 $203x1p1+190x2p1+173x3p1+182x4p1+220x5p1\leq 13000000$
 $203x1p2+190x2p2+173x3p2+182x4p2+220x5p2\leq 13000000$
 $203x1p3+190x2p3+173x3p3+182x4p3+220x5p3\leq 13000000$
 $203x1p4+190x2p4+173x3p4+182x4p4+220x5p4\leq 13000000$
 $203x1p5+190x2p5+173x3p5+182x4p5+220x5p5\leq 13000000$
 $203x1p6+190x2p6+173x3p6+182x4p6+220x5p6\leq 13000000$
 $203x1p7+190x2p7+173x3p7+182x4p7+220x5p7\leq 13000000$
 $203x1p8+190x2p8+173x3p8+182x4p8+220x5p8\leq 13000000$
 $203x1p9+190x2p9+173x3p9+182x4p9+220x5p9\leq 13000000$
 $52.5x1p1+46.5x2p1+46.5x3p1+46.5x4p1+52.5x5p1+s109=3912197$
 $52.5x1p2+46.5x2p2+46.5x3p2+46.5x4p2+52.5x5p2+s111=4047299$
 $52.5x1p3+46.5x2p3+46.5x3p3+46.5x4p3+52.5x5p3+s113=4047299$
 $52.5x1p4+46.5x2p4+46.5x3p4+46.5x4p4+52.5x5p4+s115=4182401$
 $52.5x1p5+46.5x2p5+46.5x3p5+46.5x4p5+52.5x5p5+s117=4047299$
 $52.5x1p6+46.5x2p6+46.5x3p6+46.5x4p6+52.5x5p6+s119=4047299$
 $52.5x1p7+46.5x2p7+46.5x3p7+46.5x4p7+52.5x5p7+s121=3371789$
 $52.5x1p8+46.5x2p8+46.5x3p8+46.5x4p8+52.5x5p8+s123=4047299$
 $52.5x1p9+46.5x2p9+46.5x3p9+46.5x4p9+52.5x5p9+s125=3371789$
 $X1p1-x1g1\leq 0$
 $X1p2-x1g2\leq 0$
 $X1p3-x1g3\leq 0$
 $X1p4-x1g4\leq 0$
 $X1p5-x1g5\leq 0$

$X1p6-x1g6 \leq 0$
 $X1p7-x1g7 \leq 0$
 $X1p8-x1g8 \leq 0$
 $X1p9-x1g9 \leq 0$
 $X2p1-x2g1 \leq 0$
 $X2p2-x2g2 \leq 0$
 $X2p3-x2g3 \leq 0$
 $X2p4-x2g4 \leq 0$
 $X2p5-x2g5 \leq 0$
 $X2p6-x2g6 \leq 0$
 $X2p7-x2g7 \leq 0$
 $X2p8-x2g8 \leq 0$
 $X2p9-x2g9 \leq 0$
 $X3p1-x3g1 \leq 0$
 $X3p2-x3g2 \leq 0$
 $X3p3-x3g3 \leq 0$
 $X3p4-x3g4 \leq 0$
 $X3p5-x3g5 \leq 0$
 $X3p6-x3g6 \leq 0$
 $X3p7-x3g7 \leq 0$
 $X3p8-x3g8 \leq 0$
 $X3p9-x3g9 \leq 0$
 $X4p1-x4g1 \leq 0$
 $X4p2-x4g2 \leq 0$
 $X4p3-x4g3 \leq 0$
 $X4p4-x4g4 \leq 0$
 $X4p5-x4g5 \leq 0$
 $X4p6-x4g6 \leq 0$
 $X4p7-x4g7 \leq 0$
 $X4p8-x4g8 \leq 0$
 $X4p9-x4g9 \leq 0$

$$X5p1-x5g1 \leq 0$$

$$X5p2-x5g2 \leq 0$$

$$X5p3-x5g3 \leq 0$$

$$X5p4-x5g4 \leq 0$$

$$X5p5-x5g5 \leq 0$$

$$X5p6-x5g6 \leq 0$$

$$X5p7-x5g7 \leq 0$$

$$X5p8-x5g8 \leq 0$$

$$X5p9-x5g9 \leq 0$$

$$3.5x1g1+3.5x2g1+3.5x3g1+3.5x4g1+3.5x5g1+s127=241603$$

$$3.5x1g2+3.5x2g2+3.5x3g2+3.5x4g2+3.5x5g2+s129=249984$$

$$3.5x1g3+3.5x2g3+3.5x3g3+3.5x4g3+3.5x5g3+s131=249984$$

$$3.5x1g4+3.5x2g4+3.5x3g4+3.5x4g4+3.5x5g4+s133=258365$$

$$3.5x1g5+3.5x2g5+3.5x3g5+3.5x4g5+3.5x5g5+s135=249984$$

$$3.5x1g6+3.5x2g6+3.5x3g6+3.5x4g6+3.5x5g6+s137=249984$$

$$3.5x1g7+3.5x2g7+3.5x3g7+3.5x4g7+3.5x5g7+s139=208080$$

$$3.5x1g8+3.5x2g8+3.5x3g8+3.5x4g8+3.5x5g8+s141=249984$$

$$3.5x1g9+3.5x2g9+3.5x3g9+3.5x4g9+3.5x5g9+s143=208080$$

$$X1g1-0.62x1m1 \leq 0$$

$$X1g1-0.62x1u1 \leq 0$$

$$X1g1-0.62x1c1 \leq 0$$

$$X1g1-0.58x1k1 \leq 0$$

$$X1g1-0.29x1f1 \leq 0$$

$$X1g1-0.5x1a1 \leq 0$$

$$X1g1-0.5x1z1 \leq 0$$

$$X1g1-0.16x1s1 \leq 0$$

$$X1g1-0.33x1b11 \leq 0$$

$$X1g1-0.33x1b21 \leq 0$$

$$X1g1-0.33x1b31 \leq 0$$

$$X1g1-0.33x1b41 \leq 0$$

$$X1g1-x1t1 \leq 0$$

$X1g2-0.62x1m2 \leq 0$
 $X1g2-0.62x1u2 \leq 0$
 $X1g2-0.62x1c2 \leq 0$
 $X1g2-0.58x1k2 \leq 0$
 $X1g2-0.29x1f2 \leq 0$
 $X1g2-0.5x1a2 \leq 0$
 $X1g2-0.5x1z2 \leq 0$
 $X1g2-0.16x1s2 \leq 0$
 $X1g2-0.33x1b12 \leq 0$
 $X1g2-0.33x1b22 \leq 0$
 $X1g2-0.33x1b32 \leq 0$
 $X1g2-0.33x1b42 \leq 0$
 $X1g2-x1t2 \leq 0$
 $X1g3-0.62x1m3 \leq 0$
 $X1g3-0.62x1u3 \leq 0$
 $X1g3-0.62x1c3 \leq 0$
 $X1g3-0.58x1k3 \leq 0$
 $X1g3-0.29x1f3 \leq 0$
 $X1g3-0.5x1a3 \leq 0$
 $X1g3-0.5x1z3 \leq 0$
 $X1g3-0.16x1s3 \leq 0$
 $X1g3-0.33x1b13 \leq 0$
 $X1g3-0.33x1b23 \leq 0$
 $X1g3-0.33x1b33 \leq 0$
 $X1g3-0.33x1b43 \leq 0$
 $X1g3-x1t3 \leq 0$
 $X1g4-0.62x1m4 \leq 0$
 $X1g4-0.62x1u4 \leq 0$
 $X1g4-0.62x1c4 \leq 0$
 $X1g4-0.58x1k4 \leq 0$
 $X1g4-0.29x1f4 \leq 0$

$X1g4-0.5x1a4 \leq 0$
 $X1g4-0.5x1z4 \leq 0$
 $X1g4-0.16x1s4 \leq 0$
 $X1g4-0.33x1b14 \leq 0$
 $X1g4-0.33x1b24 \leq 0$
 $X1g4-0.33x1b34 \leq 0$
 $X1g4-0.33x1b44 \leq 0$
 $X1g4-x1t4 \leq 0$
 $X1g5-0.62x1m5 \leq 0$
 $X1g5-0.62x1u5 \leq 0$
 $X1g5-0.62x1c5 \leq 0$
 $X1g5-0.58x1k5 \leq 0$
 $X1g5-0.29x1f5 \leq 0$
 $X1g5-0.5x1a5 \leq 0$
 $X1g5-0.5x1z5 \leq 0$
 $X1g5-0.16x1s5 \leq 0$
 $X1g5-0.33x1b15 \leq 0$
 $X1g5-0.33x1b25 \leq 0$
 $X1g5-0.33x1b35 \leq 0$
 $X1g5-0.33x1b45 \leq 0$
 $X1g5-x1t5 \leq 0$
 $X1g6-0.62x1m6 \leq 0$
 $X1g6-0.62x1u6 \leq 0$
 $X1g6-0.62x1c6 \leq 0$
 $X1g6-0.58x1k6 \leq 0$
 $X1g6-0.29x1f6 \leq 0$
 $X1g6-0.5x1a6 \leq 0$
 $X1g6-0.5x1z6 \leq 0$
 $X1g6-0.16x1s6 \leq 0$
 $X1g6-0.33x1b16 \leq 0$
 $X1g6-0.33x1b26 \leq 0$

X1g6-0.33x1b36<=0
X1g6-0.33x1b46<=0
X1g6-x1t6<=0
X1g7-0.62x1m7<=0
X1g7-0.62x1u7<=0
X1g7-0.62x1c7<=0
X1g7-0.58x1k7<=0
X1g7-0.29x1f7<=0
X1g7-0.5x1a7<=0
X1g7-0.5x1z7<=0
X1g7-0.16x1s7<=0
X1g7-0.33x1b17<=0
X1g7-0.33x1b27<=0
X1g7-0.33x1b37<=0
X1g7-0.33x1b47<=0
X1g7-x1t7<=0
X1g8-0.62x1m8<=0
X1g8-0.62x1u8<=0
X1g8-0.62x1c8<=0
X1g8-0.58x1k8<=0
X1g8-0.29x1f8<=0
X1g8-0.5x1a8<=0
X1g8-0.5x1z8<=0
X1g8-0.16x1s8<=0
X1g8-0.33x1b18<=0
X1g8-0.33x1b28<=0
X1g8-0.33x1b38<=0
X1g8-0.33x1b48<=0
X1g8-x1t8<=0
X1g9-0.62x1m9<=0
X1g9-0.62x1u9<=0

$X1g9-0.62x1c9 \leq 0$
 $X1g9-0.58x1k9 \leq 0$
 $X1g9-0.29x1f9 \leq 0$
 $X1g9-0.5x1a9 \leq 0$
 $X1g9-0.5x1z9 \leq 0$
 $X1g9-0.16x1s9 \leq 0$
 $X1g9-0.33x1b19 \leq 0$
 $X1g9-0.33x1b29 \leq 0$
 $X1g9-0.33x1b39 \leq 0$
 $X1g9-0.33x1b49 \leq 0$
 $X1g9-x1t9 \leq 0$
 $X2g1-0.62x2m1 \leq 0$
 $X2g1-0.62x2u1 \leq 0$
 $X2g1-0.62x2c1 \leq 0$
 $X2g1-0.58x2k1 \leq 0$
 $X2g1-0.29x2f1 \leq 0$
 $X2g1-0.5x2a1 \leq 0$
 $X2g1-0.5x2z1 \leq 0$
 $X2g1-0.16x2s1 \leq 0$
 $X2g1-0.33x2b11 \leq 0$
 $X2g1-0.33x2b21 \leq 0$
 $X2g1-0.33x2b31 \leq 0$
 $X2g1-0.33x2b41 \leq 0$
 $X2g1-x2t1 \leq 0$
 $X2g2-0.62x2m2 \leq 0$
 $X2g2-0.62x2u2 \leq 0$
 $X2g2-0.62x2c2 \leq 0$
 $X2g2-0.58x2k2 \leq 0$
 $X2g2-0.29x2f2 \leq 0$
 $X2g2-0.5x2a2 \leq 0$
 $X2g2-0.5x2z2 \leq 0$

$X2g2-0.16x2s2 \leq 0$
 $X2g2-0.33x2b12 \leq 0$
 $X2g2-0.33x2b22 \leq 0$
 $X2g2-0.33x2b32 \leq 0$
 $X2g2-0.33x2b42 \leq 0$
 $X2g2-x2t2 \leq 0$
 $X2g3-0.62x2m3 \leq 0$
 $X2g3-0.62x2u3 \leq 0$
 $X2g3-0.62x2c3 \leq 0$
 $X2g3-0.58x2k3 \leq 0$
 $X2g3-0.29x2f3 \leq 0$
 $X2g3-0.5x2a3 \leq 0$
 $X2g3-0.5x2z3 \leq 0$
 $X2g3-0.16x2s3 \leq 0$
 $X2g3-0.33x2b13 \leq 0$
 $X2g3-0.33x2b23 \leq 0$
 $X2g3-0.33x2b33 \leq 0$
 $X2g3-0.33x2b43 \leq 0$
 $X2g3-x2t3 \leq 0$
 $X2g4-0.62x2m4 \leq 0$
 $X2g4-0.62x2u4 \leq 0$
 $X2g4-0.62x2c4 \leq 0$
 $X2g4-0.58x2k4 \leq 0$
 $X2g4-0.29x2f4 \leq 0$
 $X2g4-0.5x2a4 \leq 0$
 $X2g4-0.5x2z4 \leq 0$
 $X2g4-0.16x2s4 \leq 0$
 $X2g4-0.33x2b14 \leq 0$
 $X2g4-0.33x2b24 \leq 0$
 $X2g4-0.33x2b34 \leq 0$
 $X2g4-0.33x2b44 \leq 0$

$X2g4-x2t4 \leq 0$
 $X2g5-0.62x2m5 \leq 0$
 $X2g5-0.62x2u5 \leq 0$
 $X2g5-0.62x2c5 \leq 0$
 $X2g5-0.58x2k5 \leq 0$
 $X2g5-0.29x2f5 \leq 0$
 $X2g5-0.5x2a5 \leq 0$
 $X2g5-0.5x2z5 \leq 0$
 $X2g5-0.16x2s5 \leq 0$
 $X2g5-0.33x2b15 \leq 0$
 $X2g5-0.33x2b25 \leq 0$
 $X2g5-0.33x2b35 \leq 0$
 $X2g5-0.33x2b45 \leq 0$
 $X2g5-x2t5 \leq 0$
 $X2g6-0.62x2m6 \leq 0$
 $X2g6-0.62x2u6 \leq 0$
 $X2g6-0.62x2c6 \leq 0$
 $X2g6-0.58x2k6 \leq 0$
 $X2g6-0.29x2f6 \leq 0$
 $X2g6-0.5x2a6 \leq 0$
 $X2g6-0.5x2z6 \leq 0$
 $X2g6-0.16x2s6 \leq 0$
 $X2g6-0.33x2b16 \leq 0$
 $X2g6-0.33x2b26 \leq 0$
 $X2g6-0.33x2b36 \leq 0$
 $X2g6-0.33x2b46 \leq 0$
 $X2g6-x2t6 \leq 0$
 $X2g7-0.62x2m7 \leq 0$
 $X2g7-0.62x2u7 \leq 0$
 $X2g7-0.62x2c7 \leq 0$
 $X2g7-0.58x2k7 \leq 0$

$X_{2g7-0.29x2f7} \leq 0$
 $X_{2g7-0.5x2a7} \leq 0$
 $X_{2g7-0.5x2z7} \leq 0$
 $X_{2g7-0.16x2s7} \leq 0$
 $X_{2g7-0.33x2b17} \leq 0$
 $X_{2g7-0.33x2b27} \leq 0$
 $X_{2g7-0.33x2b37} \leq 0$
 $X_{2g7-0.33x2b47} \leq 0$
 $X_{2g7-x2t7} \leq 0$
 $X_{2g8-0.62x2m8} \leq 0$
 $X_{2g8-0.62x2u8} \leq 0$
 $X_{2g8-0.62x2c8} \leq 0$
 $X_{2g8-0.58x2k8} \leq 0$
 $X_{2g8-0.29x2f8} \leq 0$
 $X_{2g8-0.5x2a8} \leq 0$
 $X_{2g8-0.5x2z8} \leq 0$
 $X_{2g8-0.16x2s8} \leq 0$
 $X_{2g8-0.33x2b18} \leq 0$
 $X_{2g8-0.33x2b28} \leq 0$
 $X_{2g8-0.33x2b38} \leq 0$
 $X_{2g8-0.33x2b48} \leq 0$
 $X_{2g8-x2t8} \leq 0$
 $X_{2g9-0.62x2m9} \leq 0$
 $X_{2g9-0.62x2u9} \leq 0$
 $X_{2g9-0.62x2c9} \leq 0$
 $X_{2g9-0.58x2k9} \leq 0$
 $X_{2g9-0.29x2f9} \leq 0$
 $X_{2g9-0.5x2a9} \leq 0$
 $X_{2g9-0.5x2z9} \leq 0$
 $X_{2g9-0.16x2s9} \leq 0$
 $X_{2g9-0.33x2b19} \leq 0$

$X2g9-0.33x2b29 \leq 0$
 $X2g9-0.33x2b39 \leq 0$
 $X2g9-0.33x2b49 \leq 0$
 $X2g9-x2t9 \leq 0$
 $X3g1-0.62x3m1 \leq 0$
 $X3g1-0.62x3u1 \leq 0$
 $X3g1-0.62x3c1 \leq 0$
 $X3g1-0.58x3k1 \leq 0$
 $X3g1-0.29x3f1 \leq 0$
 $X3g1-0.5x3a1 \leq 0$
 $X3g1-0.5x3z1 \leq 0$
 $X3g1-0.17x3s1 \leq 0$
 $X3g1-0.34x3b11 \leq 0$
 $X3g1-0.34x3b21 \leq 0$
 $X3g1-0.34x3b31 \leq 0$
 $X3g1-0.34x3b41 \leq 0$
 $X3g1-x3t1 \leq 0$
 $X3g2-0.62x3m2 \leq 0$
 $X3g2-0.62x3u2 \leq 0$
 $X3g2-0.62x3c2 \leq 0$
 $X3g2-0.58x3k2 \leq 0$
 $X3g2-0.29x3f2 \leq 0$
 $X3g2-0.5x3a2 \leq 0$
 $X3g2-0.5x3z2 \leq 0$
 $X3g2-0.17x3s2 \leq 0$
 $X3g2-0.34x3b12 \leq 0$
 $X3g2-0.34x3b22 \leq 0$
 $X3g2-0.34x3b32 \leq 0$
 $X3g2-0.34x3b42 \leq 0$
 $X3g2-x3t2 \leq 0$
 $X3g3-0.62x3m3 \leq 0$

$X3g3-0.62x3u3 \leq 0$
 $X3g3-0.62x3c3 \leq 0$
 $X3g3-0.58x3k3 \leq 0$
 $X3g3-0.29x3f3 \leq 0$
 $X3g3-0.5x3a3 \leq 0$
 $X3g3-0.5x3z3 \leq 0$
 $X3g3-0.17x3s3 \leq 0$
 $X3g3-0.34x3b13 \leq 0$
 $X3g3-0.34x3b23 \leq 0$
 $X3g3-0.34x3b33 \leq 0$
 $X3g3-0.34x3b43 \leq 0$
 $X3g3-x3t3 \leq 0$
 $X3g4-0.62x3m4 \leq 0$
 $X3g4-0.62x3u4 \leq 0$
 $X3g4-0.62x3c4 \leq 0$
 $X3g4-0.58x3k4 \leq 0$
 $X3g4-0.29x3f4 \leq 0$
 $X3g4-0.5x3a4 \leq 0$
 $X3g4-0.5x3z4 \leq 0$
 $X3g4-0.17x3s4 \leq 0$
 $X3g4-0.34x3b14 \leq 0$
 $X3g4-0.34x3b24 \leq 0$
 $X3g4-0.34x3b34 \leq 0$
 $X3g4-0.34x3b44 \leq 0$
 $X3g4-x3t4 \leq 0$
 $X3g5-0.62x3m5 \leq 0$
 $X3g5-0.62x3u5 \leq 0$
 $X3g5-0.62x3c5 \leq 0$
 $X3g5-0.58x3k5 \leq 0$
 $X3g5-0.29x3f5 \leq 0$
 $X3g5-0.5x3a5 \leq 0$

X3g5-0.5x3z5<=0
X3g5-0.17x3s5<=0
X3g5-0.34x3b15<=0
X3g5-0.34x3b25<=0
X3g5-0.34x3b35<=0
X3g5-0.34x3b45<=0
X3g5-x3t5<=0
X3g6-0.62x3m6<=0
X3g6-0.62x3u6<=0
X3g6-0.62x3c6<=0
X3g6-0.58x3k6<=0
X3g6-0.29x3f6<=0
X3g6-0.5x3a6<=0
X3g6-0.5x3z6<=0
X3g6-0.17x3s6<=0
X3g6-0.34x3b16<=0
X3g6-0.34x3b26<=0
X3g6-0.34x3b36<=0
X3g6-0.34x3b46<=0
X3g6-x3t6<=0
X3g7-0.62x3m7<=0
X3g7-0.62x3u7<=0
X3g7-0.62x3c7<=0
X3g7-0.58x3k7<=0
X3g7-0.29x3f7<=0
X3g7-0.5x3a7<=0
X3g7-0.5x3z7<=0
X3g7-0.17x3s7<=0
X3g7-0.34x3b17<=0
X3g7-0.34x3b27<=0
X3g7-0.34x3b37<=0

$X3g7-0.34x3b47 \leq 0$
 $X3g7-x3t7 \leq 0$
 $X3g8-0.62x3m8 \leq 0$
 $X3g8-0.62x3u8 \leq 0$
 $X3g8-0.62x3c8 \leq 0$
 $X3g8-0.58x3k8 \leq 0$
 $X3g8-0.29x3f8 \leq 0$
 $X3g8-0.5x3a8 \leq 0$
 $X3g8-0.5x3z8 \leq 0$
 $X3g8-0.17x3s8 \leq 0$
 $X3g8-0.34x3b18 \leq 0$
 $X3g8-0.34x3b28 \leq 0$
 $X3g8-0.34x3b38 \leq 0$
 $X3g8-0.34x3b48 \leq 0$
 $X3g8-x3t8 \leq 0$
 $X3g9-0.62x3m9 \leq 0$
 $X3g9-0.62x3u9 \leq 0$
 $X3g9-0.62x3c9 \leq 0$
 $X3g9-0.58x3k9 \leq 0$
 $X3g9-0.29x3f9 \leq 0$
 $X3g9-0.5x3a9 \leq 0$
 $X3g9-0.5x3z9 \leq 0$
 $X3g9-0.17x3s9 \leq 0$
 $X3g9-0.34x3b19 \leq 0$
 $X3g9-0.34x3b29 \leq 0$
 $X3g9-0.34x3b39 \leq 0$
 $X3g9-0.34x3b49 \leq 0$
 $X3g9-x3t9 \leq 0$
 $X4g1-0.62x4m1 \leq 0$
 $X4g1-0.62x4u1 \leq 0$
 $X4g1-0.62x4c1 \leq 0$

$X_{4g1-0.58x4k1} \leq 0$
 $X_{4g1-0.29x4f1} \leq 0$
 $X_{4g1-0.5x4a1} \leq 0$
 $X_{4g1-0.5x4z1} \leq 0$
 $X_{4g1-0.17x4s1} \leq 0$
 $X_{4g1-0.34x4b11} \leq 0$
 $X_{4g1-0.34x4b21} \leq 0$
 $X_{4g1-0.34x4b31} \leq 0$
 $X_{4g1-0.34x4b41} \leq 0$
 $X_{4g1-x4t1} \leq 0$
 $X_{4g2-0.62x4m2} \leq 0$
 $X_{4g2-0.62x4u2} \leq 0$
 $X_{4g2-0.62x4c2} \leq 0$
 $X_{4g2-0.58x4k2} \leq 0$
 $X_{4g2-0.29x4f2} \leq 0$
 $X_{4g2-0.5x4a2} \leq 0$
 $X_{4g2-0.5x4z2} \leq 0$
 $X_{4g2-0.17x4s2} \leq 0$
 $X_{4g2-0.34x4b12} \leq 0$
 $X_{4g2-0.34x4b22} \leq 0$
 $X_{4g2-0.34x4b32} \leq 0$
 $X_{4g2-0.34x4b42} \leq 0$
 $X_{4g2-x4t2} \leq 0$
 $X_{4g3-0.62x4m3} \leq 0$
 $X_{4g3-0.62x4u3} \leq 0$
 $X_{4g3-0.62x4c3} \leq 0$
 $X_{4g3-0.58x4k3} \leq 0$
 $X_{4g3-0.29x4f3} \leq 0$
 $X_{4g3-0.5x4a3} \leq 0$
 $X_{4g3-0.5x4z3} \leq 0$
 $X_{4g3-0.17x4s3} \leq 0$

$X_{4g3}-0.34x_{4b13}\leq 0$
 $X_{4g3}-0.34x_{4b23}\leq 0$
 $X_{4g3}-0.34x_{4b33}\leq 0$
 $X_{4g3}-0.34x_{4b43}\leq 0$
 $X_{4g3}-x_{4t3}\leq 0$
 $X_{4g4}-0.62x_{4m4}\leq 0$
 $X_{4g4}-0.62x_{4u4}\leq 0$
 $X_{4g4}-0.62x_{4c4}\leq 0$
 $X_{4g4}-0.58x_{4k4}\leq 0$
 $X_{4g4}-0.29x_{4f4}\leq 0$
 $X_{4g4}-0.5x_{4a4}\leq 0$
 $X_{4g4}-0.5x_{4z4}\leq 0$
 $X_{4g4}-0.17x_{4s4}\leq 0$
 $X_{4g4}-0.34x_{4b14}\leq 0$
 $X_{4g4}-0.34x_{4b24}\leq 0$
 $X_{4g4}-0.34x_{4b34}\leq 0$
 $X_{4g4}-0.34x_{4b44}\leq 0$
 $X_{4g4}-x_{4t4}\leq 0$
 $X_{4g5}-0.62x_{4m5}\leq 0$
 $X_{4g5}-0.62x_{4u5}\leq 0$
 $X_{4g5}-0.62x_{4c5}\leq 0$
 $X_{4g5}-0.58x_{4k5}\leq 0$
 $X_{4g5}-0.29x_{4f5}\leq 0$
 $X_{4g5}-0.5x_{4a5}\leq 0$
 $X_{4g5}-0.5x_{4z5}\leq 0$
 $X_{4g5}-0.17x_{4s5}\leq 0$
 $X_{4g5}-0.34x_{4b15}\leq 0$
 $X_{4g5}-0.34x_{4b25}\leq 0$
 $X_{4g5}-0.34x_{4b35}\leq 0$
 $X_{4g5}-0.34x_{4b45}\leq 0$
 $X_{4g5}-x_{4t5}\leq 0$

$X4g6-0.62x4m6 \leq 0$
 $X4g6-0.62x4u6 \leq 0$
 $X4g6-0.62x4c6 \leq 0$
 $X4g6-0.58x4k6 \leq 0$
 $X4g6-0.29x4f6 \leq 0$
 $X4g6-0.5x4a6 \leq 0$
 $X4g6-0.5x4z6 \leq 0$
 $X4g6-0.17x4s6 \leq 0$
 $X4g6-0.34x4b16 \leq 0$
 $X4g6-0.34x4b26 \leq 0$
 $X4g6-0.34x4b36 \leq 0$
 $X4g6-0.34x4b46 \leq 0$
 $X4g6-x4t6 \leq 0$
 $X4g7-0.62x4m7 \leq 0$
 $X4g7-0.62x4u7 \leq 0$
 $X4g7-0.62x4c7 \leq 0$
 $X4g7-0.58x4k7 \leq 0$
 $X4g7-0.29x4f7 \leq 0$
 $X4g7-0.5x4a7 \leq 0$
 $X4g7-0.5x4z7 \leq 0$
 $X4g7-0.17x4s7 \leq 0$
 $X4g7-0.34x4b17 \leq 0$
 $X4g7-0.34x4b27 \leq 0$
 $X4g7-0.34x4b37 \leq 0$
 $X4g7-0.34x4b47 \leq 0$
 $X4g7-x4t7 \leq 0$
 $X4g8-0.62x4m8 \leq 0$
 $X4g8-0.62x4u8 \leq 0$
 $X4g8-0.62x4c8 \leq 0$
 $X4g8-0.58x4k8 \leq 0$
 $X4g8-0.29x4f8 \leq 0$

$X_{4g8-0.5x4a8} \leq 0$
 $X_{4g8-0.5x4z8} \leq 0$
 $X_{4g8-0.17x4s8} \leq 0$
 $X_{4g8-0.34x4b18} \leq 0$
 $X_{4g8-0.34x4b28} \leq 0$
 $X_{4g8-0.34x4b38} \leq 0$
 $X_{4g8-0.34x4b48} \leq 0$
 $X_{4g8-x4t8} \leq 0$
 $X_{4g9-0.62x4m9} \leq 0$
 $X_{4g9-0.62x4u9} \leq 0$
 $X_{4g9-0.62x4c9} \leq 0$
 $X_{4g9-0.58x4k9} \leq 0$
 $X_{4g9-0.29x4f9} \leq 0$
 $X_{4g9-0.5x4a9} \leq 0$
 $X_{4g9-0.5x4z9} \leq 0$
 $X_{4g9-0.17x4s9} \leq 0$
 $X_{4g9-0.34x4b19} \leq 0$
 $X_{4g9-0.34x4b29} \leq 0$
 $X_{4g9-0.34x4b39} \leq 0$
 $X_{4g9-0.34x4b49} \leq 0$
 $X_{4g9-x4t9} \leq 0$
 $X_{5g1-0.58x5m1} \leq 0$
 $X_{5g1-0.55x5u1} \leq 0$
 $X_{5g1-0.55x5c1} \leq 0$
 $X_{5g1-0.58x5k1} \leq 0$
 $X_{5g1-0.27x5f1} \leq 0$
 $X_{5g1-0.5x5a1} \leq 0$
 $X_{5g1-0.5x5z1} \leq 0$
 $X_{5g1-0.14x5s1} \leq 0$
 $X_{5g1-0.29x5b11} \leq 0$
 $X_{5g1-0.29x5b21} \leq 0$

$X5g1-0.29x5b31 \leq 0$
 $X5g1-0.29x5b41 \leq 0$
 $X5g1-0.14x5d1 \leq 0$
 $X5g1-x5t1 \leq 0$
 $X5g2-0.58x5m2 \leq 0$
 $X5g2-0.55x5u2 \leq 0$
 $X5g2-0.55x5c2 \leq 0$
 $X5g2-0.58x5k2 \leq 0$
 $X5g2-0.27x5f2 \leq 0$
 $X5g2-0.5x5a2 \leq 0$
 $X5g2-0.5x5z2 \leq 0$
 $X5g2-0.14x5s2 \leq 0$
 $X5g2-0.29x5b12 \leq 0$
 $X5g2-0.29x5b22 \leq 0$
 $X5g2-0.29x5b32 \leq 0$
 $X5g2-0.29x5b42 \leq 0$
 $X5g2-0.14x5d2 \leq 0$
 $X5g2-x5t2 \leq 0$
 $X5g3-0.58x5m3 \leq 0$
 $X5g3-0.55x5u3 \leq 0$
 $X5g3-0.55x5c3 \leq 0$
 $X5g3-0.58x5k3 \leq 0$
 $X5g3-0.27x5f3 \leq 0$
 $X5g3-0.5x5a3 \leq 0$
 $X5g3-0.5x5z3 \leq 0$
 $X5g3-0.14x5s3 \leq 0$
 $X5g3-0.29x5b13 \leq 0$
 $X5g3-0.29x5b23 \leq 0$
 $X5g3-0.29x5b33 \leq 0$
 $X5g3-0.29x5b43 \leq 0$
 $X5g3-0.14x5d3 \leq 0$

$X5g3-x5t3 \leq 0$
 $X5g4-0.58x5m4 \leq 0$
 $X5g4-0.55x5u4 \leq 0$
 $X5g4-0.55x5c4 \leq 0$
 $X5g4-0.58x5k4 \leq 0$
 $X5g4-0.27x5f4 \leq 0$
 $X5g4-0.5x5a4 \leq 0$
 $X5g4-0.5x5z4 \leq 0$
 $X5g4-0.14x5s4 \leq 0$
 $X5g4-0.29x5b14 \leq 0$
 $X5g4-0.29x5b24 \leq 0$
 $X5g4-0.29x5b34 \leq 0$
 $X5g4-0.29x5b44 \leq 0$
 $X5g4-0.14x5d4 \leq 0$
 $X5g4-x5t4 \leq 0$
 $X5g5-0.58x5m5 \leq 0$
 $X5g5-0.55x5u5 \leq 0$
 $X5g5-0.55x5c5 \leq 0$
 $X5g5-0.58x5k5 \leq 0$
 $X5g5-0.27x5f5 \leq 0$
 $X5g5-0.5x5a5 \leq 0$
 $X5g5-0.5x5z5 \leq 0$
 $X5g5-0.14x5s5 \leq 0$
 $X5g5-0.29x5b15 \leq 0$
 $X5g5-0.29x5b25 \leq 0$
 $X5g5-0.29x5b35 \leq 0$
 $X5g5-0.29x5b45 \leq 0$
 $X5g5-0.14x5d5 \leq 0$
 $X5g5-x5t5 \leq 0$
 $X5g6-0.58x5m6 \leq 0$
 $X5g6-0.55x5u6 \leq 0$

$X5g6-0.55x5c6 \leq 0$
 $X5g6-0.58x5k6 \leq 0$
 $X5g6-0.27x5f6 \leq 0$
 $X5g6-0.5x5a6 \leq 0$
 $X5g6-0.5x5z6 \leq 0$
 $X5g6-0.14x5s6 \leq 0$
 $X5g6-0.29x5b16 \leq 0$
 $X5g6-0.29x5b26 \leq 0$
 $X5g6-0.29x5b36 \leq 0$
 $X5g6-0.29x5b46 \leq 0$
 $X5g6-0.14x5d6 \leq 0$
 $X5g6-x5t6 \leq 0$
 $X5g7-0.58x5m7 \leq 0$
 $X5g7-0.55x5u7 \leq 0$
 $X5g7-0.55x5c7 \leq 0$
 $X5g7-0.58x5k7 \leq 0$
 $X5g7-0.27x5f7 \leq 0$
 $X5g7-0.5x5a7 \leq 0$
 $X5g7-0.5x5z7 \leq 0$
 $X5g7-0.14x5s7 \leq 0$
 $X5g7-0.29x5b17 \leq 0$
 $X5g7-0.29x5b27 \leq 0$
 $X5g7-0.29x5b37 \leq 0$
 $X5g7-0.29x5b47 \leq 0$
 $X5g7-0.14x5d7 \leq 0$
 $X5g7-x5t7 \leq 0$
 $X5g8-0.58x5m8 \leq 0$
 $X5g8-0.55x5u8 \leq 0$
 $X5g8-0.55x5c8 \leq 0$
 $X5g8-0.58x5k8 \leq 0$
 $X5g8-0.27x5f8 \leq 0$

$$X5g8-0.5x5a8 \leq 0$$

$$X5g8-0.5x5z8 \leq 0$$

$$X5g8-0.14x5s8 \leq 0$$

$$X5g8-0.29x5b18 \leq 0$$

$$X5g8-0.29x5b28 \leq 0$$

$$X5g8-0.29x5b38 \leq 0$$

$$X5g8-0.29x5b48 \leq 0$$

$$X5g8-0.14x5d8 \leq 0$$

$$X5g8-x5t8 \leq 0$$

$$X5g9-0.58x5m9 \leq 0$$

$$X5g9-0.55x5u9 \leq 0$$

$$X5g9-0.55x5c9 \leq 0$$

$$X5g9-0.58x5k9 \leq 0$$

$$X5g9-0.27x5f9 \leq 0$$

$$X5g9-0.5x5a9 \leq 0$$

$$X5g9-0.5x5z9 \leq 0$$

$$X5g9-0.14x5s9 \leq 0$$

$$X5g9-0.29x5b19 \leq 0$$

$$X5g9-0.29x5b29 \leq 0$$

$$X5g9-0.29x5b39 \leq 0$$

$$X5g9-0.29x5b49 \leq 0$$

$$X5g9-0.14x5d9 \leq 0$$

$$X5g9-x5t9 \leq 0$$

$$0.006x1f1+0.006x2f1+0.006x3f1+0.006x4f1+0.006x5f1+0.12x1m1+0.12x2m1+0.12x3m1+0.12x4m1+0.12x5m1+s145=34484$$

$$0.006x1f2+0.006x2f2+0.006x3f2+0.006x4f2+0.006x5f2+0.12x1m2+0.12x2m2+0.12x3m2+0.12x4m2+0.12x5m2+s147=35689$$

$$0.006x1f3+0.006x2f3+0.006x3f3+0.006x4f3+0.006x5f3+0.12x1m3+0.12x2m3+0.12x3m3+0.12x4m3+0.12x5m3+s149=35689$$

$$0.006x1f4+0.006x2f4+0.006x3f4+0.006x4f4+0.006x5f4+0.12x1m4+0.12x2m4+0.12x3m4+0.12x4m4+0.12x5m4+s151=36895$$

$0.006x1f5+0.006x2f5+0.006x3f5+0.006x4f5+0.006x5f5+0.12x1m5+0.12x2m5+$
 $0.12x3m5+0.12x4m5+0.12x5m5+s153=35689$
 $0.006x1f6+0.006x2f6+0.006x3f6+0.006x4f6+0.006x5f6+0.12x1m6+0.12x2m6+$
 $0.12x3m6+0.12x4m6+0.12x5m6+s155=35689$
 $0.006x1f7+0.006x2f7+0.006x3f7+0.006x4f7+0.006x5f7+0.12x1m7+0.12x2m7+$
 $0.12x3m7+0.12x4m7+0.12x5m7+s157=29661$
 $0.006x1f8+0.006x2f8+0.006x3f8+0.006x4f8+0.006x5f8+0.12x1m8+0.12x2m8+$
 $0.12x3m8+0.12x4m8+0.12x5m8+s159=35689$
 $0.006x1f9+0.006x2f9+0.006x3f9+0.006x4f9+0.006x5f9+0.12x1m9+0.12x2m9+$
 $0.12x3m9+0.12x4m9+0.12x5m9+s161=29661$
 $0.007x1t1+0.007x2t1+0.007x3t1+0.007x4t1+0.007x5t1+0.2x1u1+0.2x2u1+0.2x3u1+$
 $0.2x4u1+0.2x5u1+0.02x1a1+0.02x2a1+0.02x3a1+0.02x4a1+0.02x5a1+s163=39996$
 $0.007x1t2+0.007x2t2+0.007x3t2+0.007x4t2+0.007x5t2+0.2x1u2+0.2x2u2+0.2x3u2+$
 $0.2x4u2+0.2x5u2+0.02x1a2+0.02x2a2+0.02x3a2+0.02x4a2+0.02x5a2+s165=41400$
 $0.007x1t3+0.007x2t3+0.007x3t3+0.007x4t3+0.007x5t3+0.2x1u3+0.2x2u3+0.2x3u3+$
 $0.2x4u3+0.2x5u3+0.02x1a3+0.02x2a3+0.02x3a3+0.02x4a3+0.02x5a3+s167=41400$
 $0.007x1t4+0.007x2t4+0.007x3t4+0.007x4t4+0.007x5t4+0.2x1u4+0.2x2u4+0.2x3u4+$
 $0.2x4u4+0.2x5u4+0.02x1a4+0.02x2a4+0.02x3a4+0.02x4a4+0.02x5a4+s169=42804$
 $0.007x1t5+0.007x2t5+0.007x3t5+0.007x4t5+0.007x5t5+0.2x1u5+0.2x2u5+0.2x3u5+$
 $0.2x4u5+0.2x5u5+0.02x1a5+0.02x2a5+0.02x3a5+0.02x4a5+0.02x5a5+s171=41400$
 $0.007x1t6+0.007x2t6+0.007x3t6+0.007x4t6+0.007x5t6+0.2x1u6+0.2x2u6+0.2x3u6+$
 $0.2x4u6+0.2x5u6+0.02x1a6+0.02x2a6+0.02x3a6+0.02x4a6+0.02x5a6+s173=41400$
 $0.007x1t7+0.007x2t7+0.007x3t7+0.007x4t7+0.007x5t7+0.2x1u7+0.2x2u7+0.2x3u7+$
 $0.2x4u7+0.2x5u7+0.02x1a7+0.02x2a7+0.02x3a7+0.02x4a7+0.02x5a7+s175=34380$
 $0.007x1t8+0.007x2t8+0.007x3t8+0.007x4t8+0.007x5t8+0.2x1u8+0.2x2u8+0.2x3u8+$
 $0.2x4u8+0.2x5u8+0.02x1a8+0.02x2a8+0.02x3a8+0.02x4a8+0.02x5a8+s177=41400$
 $0.007x1t9+0.007x2t9+0.007x3t9+0.007x4t9+0.007x5t9+0.2x1u9+0.2x2u9+0.2x3u9+$
 $0.2x4u9+0.2x5u9+0.02x1a9+0.02x2a9+0.02x3a9+0.02x4a9+0.02x5a9+s179=34380$
 $0.011x5d1+0.01x1s1+0.01x2s1+0.01x3s1+0.01x4s1+0.01x5s1+s181=22903$
 $0.011x5d2+0.01x1s2+0.01x2s2+0.01x3s2+0.01x4s2+0.01x5s2+s183=21002$
 $0.011x5d3+0.01x1s3+0.01x2s3+0.01x3s3+0.01x4s3+0.01x5s3+s185=23964$

$0.011x5d4+0.01x1s4+0.01x2s4+0.01x3s4+0.01x4s4+0.01x5s4+s187=24787$
 $0.011x5d5+0.01x1s5+0.01x2s5+0.01x3s5+0.01x4s5+0.01x5s5+s189=23964$
 $0.011x5d6+0.01x1s6+0.01x2s6+0.01x3s6+0.01x4s6+0.01x5s6+s191=23964$
 $0.011x5d7+0.01x1s7+0.01x2s7+0.01x3s7+0.01x4s7+0.01x5s7+s193=19850$
 $0.011x5d8+0.01x1s8+0.01x2s8+0.01x3s8+0.01x4s8+0.01x5s8+s195=23964$
 $0.011x5d9+0.01x1s9+0.01x2s9+0.01x3s9+0.01x4s9+0.01x5s9+s197=19850$
 $0.01x1b21+0.01x2b21+0.01x3b21+0.01x4b21+0.01x5b21+0.04x1b31+0.04x2b31+$
 $0.04x3b31+0.04x4b31+0.04x5b31+0.06x1c1+0.06x2c1+0.06x3c1+0.06x4c1+0.06x5c1$
 $+s199=35162$
 $0.01x1b22+0.01x2b22+0.01x3b22+0.01x4b22+0.01x5b22+0.04x1b32+0.04x2b32+$
 $0.04x3b32+0.04x4b32+0.04x5b32+0.06x1c2+0.06x2c2+0.06x3c2+0.06x4c2+0.06x5c2$
 $+s201=32544$
 $0.01x1b23+0.01x2b23+0.01x3b23+0.01x4b23+0.01x5b23+0.04x1b33+0.04x2b33+$
 $0.04x3b33+0.04x4b33+0.04x5b33+0.06x1c3+0.06x2c3+0.06x3c3+0.06x4c3+0.06x5c3$
 $+s203=37080$
 $0.01x1b24+0.01x2b24+0.01x3b24+0.01x4b24+0.01x5b24+0.04x1b34+0.04x2b34+$
 $0.04x3b34+0.04x4b34+0.04x5b34+0.06x1c4+0.06x2c4+0.06x3c4+0.06x4c4+0.06x5c4$
 $+s205=38340$
 $0.01x1b25+0.01x2b25+0.01x3b25+0.01x4b25+0.01x5b25+0.04x1b35+0.04x2b35+$
 $0.04x3b35+0.04x4b35+0.04x5b35+0.06x1c5+0.06x2c5+0.06x3c5+0.06x4c5+0.06x5c5$
 $+s207=37080$
 $0.01x1b26+0.01x2b26+0.01x3b26+0.01x4b26+0.01x5b26+0.04x1b36+0.04x2b36+$
 $0.04x3b36+0.04x4b36+0.04x5b36+0.06x1c6+0.06x2c6+0.06x3c6+0.06x4c6+0.06x5c6$
 $+s209=37080$
 $0.01x1b27+0.01x2b27+0.01x3b27+0.01x4b27+0.01x5b27+0.04x1b37+0.04x2b37+$
 $0.04x3b37+0.04x4b37+0.04x5b37+0.06x1c7+0.06x2c7+0.06x3c7+0.06x4c7+0.06x5c7$
 $+s211=30780$
 $0.01x1b28+0.01x2b28+0.01x3b28+0.01x4b28+0.01x5b28+0.04x1b38+0.04x2b38+$
 $0.04x3b38+0.04x4b38+0.04x5b38+0.06x1c8+0.06x2c8+0.06x3c8+0.06x4c8+0.06x5c8$
 $+s213=37080$
 $0.01x1b29+0.01x2b29+0.01x3b29+0.01x4b29+0.01x5b29+0.04x1b39+0.04x2b39+$

$$0.04x3b39+0.04x4b39+0.04x5b39+0.06x1c9+0.06x2c9+0.06x3c9+0.06x4c9+0.06x5c9$$

$$+s215=30780$$

$$0.01x1b11+0.01x2b11+0.01x3b11+0.01x4b11+0.01x5b11+0.05x1b41+0.05x2b41+$$

$$0.05x3b41+0.05x4b41+0.05x5b41+0.06x1k1+0.06x2k1+0.06x3k1+0.06x4k1+0.06x5k1$$

$$+s217=35293$$

$$0.01x1b12+0.01x2b12+0.01x3b12+0.01x4b12+0.01x5b12+0.05x1b42+0.05x2b42+$$

$$0.05x3b42+0.05x4b42+0.05x5b42+0.06x1k2+0.06x2k2+0.06x3k2+0.06x4k2+0.06x5k2$$

$$+s219=36526$$

$$0.01x1b13+0.01x2b13+0.01x3b13+0.01x4b13+0.01x5b13+0.05x1b43+0.05x2b43+$$

$$0.05x3b43+0.05x4b43+0.05x5b43+0.06x1k3+0.06x2k3+0.06x3k3+0.06x4k4+0.06x5k5$$

$$+s221=36526$$

$$0.01x1b14+0.01x2b14+0.01x3b14+0.01x4b14+0.01x5b14+0.05x1b44+0.05x2b44+$$

$$0.05x3b44+0.05x4b44+0.05x5b44+0.06x1k4+0.06x2k4+0.06x3k4+0.06x4k4+0.06x5k4$$

$$+s223=37760$$

$$0.01x1b15+0.01x2b15+0.01x3b15+0.01x4b15+0.01x5b15+0.05x1b45+0.05x2b45+$$

$$0.05x3b45+0.05x4b45+0.05x5b45+0.06x1k5+0.06x2k5+0.06x3k5+0.06x4k5+0.06x5k5$$

$$+s225=36526$$

$$0.01x1b16+0.01x2b16+0.01x3b16+0.01x4b16+0.01x5b16+0.05x1b46+0.05x2b46+$$

$$0.05x3b46+0.05x4b46+0.05x5b46+0.06x1k6+0.06x2k6+0.06x3k6+0.06x4k6+0.06x5k6$$

$$+s227=36526$$

$$0.01x1b17+0.01x2b17+0.01x3b17+0.01x4b17+0.01x5b17+0.05x1b47+0.05x2b47+$$

$$0.05x3b47+0.05x4b47+0.05x5b47+0.06x1k7+0.06x2k7+0.06x3k7+0.06x4k7+0.06x5k7$$

$$+s229=30359$$

$$0.01x1b18+0.01x2b18+0.01x3b18+0.01x4b18+0.01x5b18+0.05x1b48+0.05x2b48+$$

$$0.05x3b48+0.05x4b48+0.05x5b48+0.06x1k8+0.06x2k8+0.06x3k8+0.06x4k8+0.06x5k8$$

$$+s231=36526$$

$$0.01x1b19+0.01x2b19+0.01x3b19+0.01x4b19+0.01x5b19+0.05x1b49+0.05x2b49+$$

$$0.05x3b49+0.05x4b49+0.05x5b49+0.06x1k9+0.06x2k9+0.06x3k9+0.06x4k9+0.06x5k9$$

$$+s233=30359$$

$$X1z1+x2z1+x3z1+x4z1+x5z1+s235=123297$$

$$X1z2+x2z2+x3z2+x4z2+x5z2+s237=127565$$

$X1z3+x2z3+x3z3+x4z3+x5z3+s239=127565$
 $X1z4+x2z4+x3z4+x4z4+x5z4+s241=131833$
 $X1z5+x2z5+x3z5+x4z5+x5z5+s243=127565$
 $X1z6+x2z6+x3z6+x4z6+x5z6+s245=127565$
 $X1z7+x2z7+x3z7+x4z7+x5z7+s247=106224$
 $X1z8+x2z8+x3z8+x4z8+x5z8+s249=127565$
 $X1z9+x2z9+x3z9+x4z9+x5z9+s251=106224$
 $x1g1+x2g1+x3g1+x4g1+x5g1-x1p1-x2p1-x3p1-x4p1-x5p1-I1=-563$
 $I1+s253-s254=315$
 $I1+x1g2+x2g2+x3g2+x4g2+x5g2-x1p2-x2p2-x3p2-x4p2-x5p2-I2=0$
 $I2+s255-s256=295$
 $I2+x1g3+x2g3+x3g3+x4g3+x5g3-x1p3-x2p3-x3p3-x4p3-x5p3-I3=0$
 $I3+s257-s258=295$
 $I3+x1g4+x2g4+x3g4+x4g4+x5g4-x1p4-x2p4-x3p4-x4p4-x5p4-I4=0$
 $I4+s259-s260=272$
 $I4+x1g5+x2g5+x3g5+x4g5+x5g5-x1p5-x2p5-x3p5-x4p5-x5p5-I5=0$
 $I5+s261-s262=286$
 $I5+x1g6+x2g6+x3g6+x4g6+x5g6-x1p6-x2p6-x3p6-x4p6-x5p6-I6=0$
 $I6+s263-s264=272$
 $I6+x1g7+x2g7+x3g7+x4g7+x5g7-x1p7-x2p7-x3p7-x4p7-x5p7-I7=0$
 $I7+s265-s266=286$
 $I7+x1g8+x2g8+x3g8+x4g8+x5g8-x1p8-x2p8-x3p8-x4p8-x5p8-I8=0$
 $I8+s267-s268=286$
 $I8+x1g9+x2g9+x3g9+x4g9+x5g9-x1p9-x2p9-x3p9-x4p9-x5p9-I9=0$
 $I9+s269-s270=315$
 $X1m1+x2m1+x3m1+x4m1+x5m1-1.6x1g1-1.6x2g1-1.6x3g1-1.6x4g1-1.7x5g1-Im1=-5000$
 $Im1+s271-s272=400$
 $Im1+x1m2+x2m2+x3m2+x4m2+x5m2-1.6x1g2-1.6x2g2-1.6x3g2-1.6x4g2-1.7x5g2-Im2=0$
 $Im2+s273-s274=400$

$$Im2+x1m3+x2m3+x3m3+x4m3+x5m3-1.6x1g3-1.6x2g3-1.6x3g3-1.6x4g3-1.7x5g3- \\ Im3=0$$

$$Im3+s275-s276=400$$

$$Im3+x1m4+x2m4+x3m4+x4m4+x5m4-1.6x1g4-1.6x2g4-1.6x3g4-1.6x4g4-1.7x5g4- \\ Im4=0$$

$$Im4+s277-s278=400$$

$$Im4+x1m5+x2m5+x3m5+x4m5+x5m5-1.6x1g5-1.6x2g5-1.6x3g5-1.6x4g5-1.7x5g5- \\ Im5=0$$

$$Im5+s279-s280=400$$

$$Im5+x1m6+x2m6+x3m6+x4m6+x5m6-1.6x1g6-1.6x2g6-1.6x3g6-1.6x4g6-1.7x5g6- \\ Im6=0$$

$$Im6+s281-s282=400$$

$$Im6+x1m7+x2m7+x3m7+x4m7+x5m7-1.6x1g7-1.6x2g7-1.6x3g7-1.6x4g7-1.7x5g7- \\ Im7=0$$

$$Im7+s283-s284=400$$

$$Im7+x1m8+x2m8+x3m8+x4m8+x5m8-1.6x1g8-1.6x2g8-1.6x3g8-1.6x4g8-1.7x5g8- \\ Im8=0$$

$$Im8+s285-s286=400$$

$$Im8+x1m9+x2m9+x3m9+x4m9+x5m9-1.6x1g9-1.6x2g9-1.6x3g9-1.6x4g9-1.7x5g9- \\ Im9=0$$

$$Im9+s287-s288=400$$

$$X1u1+x2u1+x3u1+x4u1+x5u1-1.6x1g1-1.6x2g1-1.6x3g1-1.6x4g1-1.8x5g1 -Iu1=-6000$$

$$Iu1+s289-s290=400$$

$$Iu1+x1u2+x2u2+x3u2+x4u2+x5u2-1.6x1g2-1.6x2g2-1.6x3g2-1.6x4g2-1.8x5g2 -Iu2=0$$

$$Iu2+s291-s292=400$$

$$Iu2+x1u3+x2u3+x3u3+x4u3+x5u3-1.6x1g3-1.6x2g3-1.6x3g3-1.6x4g3-1.8x5g3 -Iu3=0$$

$$Iu3+s293-s294=400$$

$$Iu3+x1u4+x2u4+x3u4+x4u4+x5u4-1.6x1g4-1.6x2g4-1.6x3g4-1.6x4g4-1.8x5g4 -Iu4=0$$

$$Iu4+s295-s296=400$$

$$Iu4+x1u5+x2u5+x3u5+x4u5+x5u5-1.6x1g5-1.6x2g5-1.6x3g5-1.6x4g5-1.8x5g5 -Iu5=0$$

$$Iu5+s297-s298=400$$

$$Iu5+x1u6+x2u6+x3u6+x4u6+x5u6-1.6x1g6-1.6x2g6-1.6x3g6-1.6x4g6-1.8x5g6-Iu6=0$$

$$Iu6+s299-s300=400$$

$$Iu6+x1u7+x2u7+x3u7+x4u7+x5u7-1.6x1g7-1.6x2g7-1.6x3g7-1.6x4g7-1.8x5g7-Iu7=0$$

$$Iu7+s301-s302=400$$

$$Iu7+x1u8+x2u8+x3u8+x4u8+x5u8-1.6x1g8-1.6x2g8-1.6x3g8-1.6x4g8-1.8x5g8-Iu8=0$$

$$Iu8+s303-s304=400$$

$$Iu8+x1u9+x2u9+x3u9+x4u9+x5u9-1.6x1g9-1.6x2g9-1.6x3g9-1.6x4g9-1.8x5g9-Iu9=0$$

$$Iu9+s305-s306=400$$

$$X1c1+x2c1+x3c1+x4c1+x5c1-1.6x1g1-1.6x2g1-1.6x3g1-1.6x4g1-1.8x5g1-Ic1=-1200$$

$$Ic1+s307-s308=400$$

$$Ic1+x1c2+x2c2+x3c2+x4c2+x5c2-1.6x1g2-1.6x2g2-1.6x3g2-1.6x4g2-1.8x5g2-Ic2=0$$

$$Ic2+s309-s310=400$$

$$Ic2+x1c3+x2c3+x3c3+x4c3+x5c3-1.6x1g3-1.6x2g3-1.6x3g3-1.6x4g3-1.8x5g3-Ic3=0$$

$$Ic3+s311-s312=400$$

$$Ic3+x1c4+x2c4+x3c4+x4c4+x5c4-1.6x1g4-1.6x2g4-1.6x3g4-1.6x4g4-1.8x5g4-Ic4=0$$

$$Ic4+s313-s314=400$$

$$Ic4+x1c5+x2c5+x3c5+x4c5+x5c5-1.6x1g5-1.6x2g5-1.6x3g5-1.6x4g5-1.8x5g5-Ic5=0$$

$$Ic5+s315-s316=400$$

$$Ic5+x1c6+x2c6+x3c6+x4c6+x5c6-1.6x1g6-1.6x2g6-1.6x3g6-1.6x4g6-1.8x5g6-Ic6=0$$

$$Ic6+s317-s318=400$$

$$Ic6+x1c7+x2c7+x3c7+x4c7+x5c7-1.6x1g7-1.6x2g7-1.6x3g7-1.6x4g7-1.8x5g7-Ic7=0$$

$$Ic7+s319-s320=400$$

$$Ic7+x1c8+x2c8+x3c8+x4c8+x5c8-1.6x1g8-1.6x2g8-1.6x3g8-1.6x4g8-1.8x5g8-Ic8=0$$

$$Ic8+s321-s322=400$$

$$Ic8+x1c9+x2c9+x3c9+x4c9+x5c9-1.6x1g9-1.6x2g9-1.6x3g9-1.6x4g9-1.8x5g9-Ic9=0$$

$$Ic9+s323-s324=400$$

$$X1k1+x2k1+x3k1+x4k1+x5k1-1.7x1g1-1.7x2g1-1.7x3g1-1.7x4g1-1.8x5g1-Ik1=-4095$$

$$Ik1+s325-s326=475$$

$$Ik1+x1k2+x2k2+x3k2+x4k2+x5k2-1.7x1g2-1.7x2g2-1.7x3g2-1.7x4g2-1.8x5g2-Ik2=0$$

$$Ik2+s327-s328=475$$

$$Ik2+x1k3+x2k3+x3k3+x4k3+x5k3-1.7x1g3-1.7x2g3-1.7x3g3-1.7x4g3-1.8x5g3-Ik3=0$$

$$Ik3+s329-s330=475$$

$$Ik3+x1k4+x2k4+x3k4+x4k4+x5k4-1.7x1g4-1.7x2g4-1.7x3g4-1.7x4g4-1.8x5g4-Ik4=0$$

$$Ik4+s331-s332=475$$

$$Ik4+x1k5+x2k5+x3k5+x4k5+x5k5-1.7x1g5-1.7x2g5-1.7x3g5-1.7x4g5-1.8x5g5-Ik5=0$$

$$Ik5+s333-s334=475$$

$$Ik5+x1k6+x2k6+x3k6+x4k6+x5k6-1.7x1g6-1.7x2g6-1.7x3g6-1.7x4g6-1.8x5g6-Ik6=0$$

$$Ik6+s335-s336=475$$

$$Ik6+x1k7+x2k7+x3k7+x4k7+x5k7-1.7x1g7-1.7x2g7-1.7x3g7-1.7x4g7-1.8x5g7-Ik7=0$$

$$Ik7+s337-s338=475$$

$$Ik7+x1k8+x2k8+x3k8+x4k8+x5k8-1.7x1g8-1.7x2g8-1.7x3g8-1.7x4g8-1.8x5g8-Ik8=0$$

$$Ik8+s339-s340=475$$

$$X1f1+x2f1+x3f1+x4f1+x5f1-3.4x1g1-3.4x2g1-3.4x3g1-3.4x4g1-3.6x5g1-If1=-500$$

$$If1+s343-s344=820$$

$$If1+x1f2+x2f2+x3f2+x4f2+x5f2-3.4x1g2-3.4x2g2-3.4x3g2-3.4x4g2-3.6x5g2-If2=0$$

$$If2+s345-s346=820$$

$$If2+x1f3+x2f3+x3f3+x4f3+x5f3-3.4x1g3-3.4x2g3-3.4x3g3-3.4x4g3-3.6x5g3-If3=0$$

$$If3+s347-s348=820$$

$$If3+x1f4+x2f4+x3f4+x4f4+x5f4-3.4x1g4-3.4x2g4-3.4x3g4-3.4x4g4-3.6x5g4-If4=0$$

$$If4+s349-s350=820$$

$$If4+x1f5+x2f5+x3f5+x4f5+x5f5-3.4x1g5-3.4x2g5-3.4x3g5-3.4x4g5-3.6x5g5-If5=0$$

$$If5+s351-s352=820$$

$$If5+x1f6+x2f6+x3f6+x4f6+x5f6-3.4x1g6-3.4x2g6-3.4x3g6-3.4x4g6-3.6x5g6-If6=0$$

$$If6+s353-s354=820$$

$$If6+x1f7+x2f7+x3f7+x4f7+x5f7-1.7x1g7-1.7x2g7-1.7x3g7-1.7x4g7-1.8x5g7-If7=0$$

$$If7+s355-s356=820$$

$$If7+x1f8+x2f8+x3f8+x4f8+x5f8-1.7x1g8-1.7x2g8-1.7x3g8-1.7x4g8-1.8x5g8-If8=0$$

$$If8+s357-s358=820$$

$$If8+x1f9+x2f9+x3f9+x4f9+x5f9-1.7x1g9-1.7x2g9-1.7x3g9-1.7x4g9-1.8x5g9-If9=0$$

$$If9+s359-s360=820$$

$$x1z1+x2z1+x3z1+x4z1+x5z1-2x1g1-2x2g1-2x3g1-2x4g1-2x5g1-Iz1=-600$$

$$Iz1+s361-s362=576$$

$$Iz1+x1z2+x2z2+x3z2+x4z2+x5z2-2x1g2-2x2g2-2x3g2-2x4g2-2x5g2-Iz2=0$$

$$Iz2+s363-s364=576$$

$$Iz2+x1z3+x2z3+x3z3+x4z3+x5z3-2x1g3-2x2g3-2x3g3-2x4g3-2x5g3-Iz3=0$$

$$Iz3+s365-s366=576$$

$$Iz3+x1z4+x2z4+x3z4+x4z4+x5z4-2x1g4-2x2g4-2x3g4-2x4g4-2x5g4-Iz4=0$$

$$Iz4+s367-s368=576$$

$$Iz4+x1z5+x2z5+x3z5+x4z5+x5z5-2x1g5-2x2g5-2x3g5-2x4g5-2x5g5-Iz5=0$$

$$Iz5+s369-s370=576$$

$$Iz5+x1z6+x2z6+x3z6+x4z6+x5z6-2x1g6-2x2g6-2x3g6-2x4g6-2x5g6-Iz6=0$$

$$Iz6+s371-s372=576$$

$$Iz6+x1z7+x2z7+x3z7+x4z7+x5z7-2x1g7-2x2g7-2x3g7-2x4g7-2x5g7-Iz7=0$$

$$Iz7+s373-s374=576$$

$$Iz7+x1z8+x2z8+x3z8+x4z8+x5z8-2x1g8-2x2g8-2x3g8-2x4g8-2x5g8-Iz8=0$$

$$Iz8+s375-s376=576$$

$$Iz8+x1z9+x2z9+x3z9+x4z9+x5z9-2x1g9-2x2g9-2x3g9-2x4g9-2x5g9-Iz9=0$$

$$Iz9+s377-s378=576$$

$$X1a1+x2a1+x3a1+x4a1+x5a1-2x1g1-2x2g1-2x3g1-2x4g1-2x5g1-Ia1=-1500$$

$$Ia1+s379-s380=472$$

$$Ia1+x1a2+x2a2+x3a2+x4a2+x5a2-2x1g2-2x2g2-2x3g2-2x4g2-2x5g2-Ia2=0$$

$$Ia2+s381-s382=472$$

$$Ia2+x1a3+x2a3+x3a3+x4a3+x5a3-2x1g3-2x2g3-2x3g3-2x4g3-2x5g3-Ia3=0$$

$$Ia3+s383-s384=472$$

$$Ia3+x1a4+x2a4+x3a4+x4a4+x5a4-2x1g4-2x2g4-2x3g4-2x4g4-2x5g4-Ia4=0$$

$$Ia4+s385-s386=472$$

$$Ia4+x1a5+x2a5+x3a5+x4a5+x5a5-2x1g5-2x2g5-2x3g5-2x4g5-2x5g5-Ia5=0$$

$$Ia5+s387-s388=472$$

$$Ia5+x1a6+x2a6+x3a6+x4a6+x5a6-2x1g6-2x2g6-2x3g6-2x4g6-2x5g6-Ia6=0$$

$$Ia6+s389-s390=472$$

$$Ia6+x1a7+x2a7+x3a7+x4a7+x5a7-2x1g7-2x2g7-2x3g7-2x4g7-2x5g7-Ia7=0$$

$$Ia7+s391-s392=472$$

$$Ia7+x1a8+x2a8+x3a8+x4a8+x5a8-2x1g8-2x2g8-2x3g8-2x4g8-2x5g8-Ia8=0$$

$$Ia8+s393-s394=472$$

$$Ia8+x1a9+x2a9+x3a9+x4a9+x5a9-2x1g9-2x2g9-2x3g9-2x4g9-2x5g9 -Ia9=0$$

$$Ia9+s395-s396=472$$

$$X1s1+x2s1+x3s1+x4s1+x5s1-6x1g1-6x2g1-5.8x3g1-5.8x4g1-6.8x5g1-Is1=-3500$$

$$Is1+s379-s380=1275$$

$$Is1+x1s2+x2s2+x3s2+x4s2+x5s2-6x1g2-6x2g2-5.8x3g2-5.8x4g2-6.8x5g2 -Is2=0$$

$$Is2+s381-s382=1275$$

$$Is2+x1s3+x2s3+x3s3+x4s3+x5s3-6x1g3-6x2g3-5.8x3g3-5.8x4g3-6.8x5g3 -Is3=0$$

$$Is3+s383-s384=1275$$

$$Is3+x1s4+x2s4+x3s4+x4s4+x5s4-6x1g4-6x2g4-5.8x3g4-5.8x4g4-6.8x5g4 -Is4=0$$

$$Is4+s385-s386=1275$$

$$Is4+x1s5+x2s5+x3s5+x4s5+x5s5-6x1g5-6x2g5-5.8x3g5-5.8x4g5-6.8x5g5 -Is5=0$$

$$Is5+s387-s388=1275$$

$$Is5+x1s6+x2s6+x3s6+x4s6+x5s6-6x1g6-6x2g6-5.8x3g6-5.8x4g6-6.8x5g6 -Is6=0$$

$$Is6+s389-s390=1275$$

$$Is6+x1s7+x2s7+x3s7+x4s7+x5s7-6x1g7-6x2g7-5.8x3g7-5.8x4g7-6.8x5g7 -Is7=0$$

$$Is7+s391-s392=1275$$

$$Is7+x1s8+x2s8+x3s8+x4s8+x5s8-6x1g8-6x2g8-5.8x3g8-5.8x4g8-6.8x5g8 -Is8=0$$

$$Is8+s393-s394=1275$$

$$Is8+x1s9+x2s9+x3s9+x4s9+x5s9-6x1g9-6x2g9-5.8x3g9-5.8x4g9-6.8x5g9 -Is9=0$$

$$Is9+s395-s396=1275$$

$$X1b11+x2b11+x3b11+x4b11+x5b11-3x1g1-3x2g1-2.9x3g1-2.9x4g1-3.4x5g1-Ib11=-3300$$

$$Ib11+s397-s398=430$$

$$Ib11+x1b12+x2b12+x3b12+x4b12+x5b12-3x1g2-3x2g2-2.9x3g2-2.9x4g2-3.4x5g2-Ib12=0$$

$$Ib12+s399-s400=430$$

$$Ib12+X1b13+x2b13+x3b13+x4b13+x5b13-3x1g3-3x2g3-2.9x3g3-2.9x4g3-3.4x5g3-Ib13=0$$

$$Ib13+s401-s402=430$$

$$Ib13+X1b14+x2b14+x3b14+x4b14+x5b14-3x1g4-3x2g4-2.9x3g4-2.9x4g4-3.4x5g4-Ib14=0$$

$$Ib14+s403-s404=430$$

$$Ib14+X1b15+x2b15+x3b15+x4b15+x5b15-3x1g5-3x2g5-2.9x3g5-2.9x4g5-3.4x5g5-Ib15=0$$

$$Ib15+s405-s406=430$$

$$Ib15+x1b16+x2b16+x3b16+x4b16+x5b16-3x1g6-3x2g6-2.9x3g6-2.9x4g6-3.4x5g6-Ib16=0$$

$$Ib16+s407-s408=430$$

$$Ib16+x1b17+x2b17+x3b17+x4b17+x5b17-3x1g7-3x2g7-2.9x3g7-2.9x4g7-3.4x5g7-Ib17=0$$

$$Ib17+s409-s410=430$$

$$Ib17+x1b18+x2b18+x3b18+x4b18+x5b18-3x1g8-3x2g8-2.9x3g8-2.9x4g8-3.4x5g8-Ib18=0$$

$$Ib18+s411-s412=430$$

$$Ib18+x1b19+x2b19+x3b19+x4b19+x5b19-3x1g9-3x2g9-2.9x3g9-2.9x4g9-3.4x5g9-Ib19=0$$

$$Ib19+s413-s414=430$$

$$X1b21+x2b21+x3b21+x4b21+x5b21-3x1g1-3x2g1-2.9x3g1-2.9x4g1-3.4x5g1-Ib21=-4700$$

$$Ib21+s415-s416=387$$

$$Ib21+x1b22+x2b22+x3b22+x4b22+x5b22-3x1g2-3x2g2-2.9x3g2-2.9x4g2-3.4x5g2-Ib22=0$$

$$Ib22+s417-s418=387$$

$$Ib22+x1b23+x2b23+x3b23+x4b23+x5b23-3x1g3-3x2g3-2.9x3g3-2.9x4g3-3.4x5g3-Ib23=0$$

$$Ib23+s419-s420=387$$

$$Ib23+x1b24+x2b24+x3b24+x4b24+x5b24-3x1g4-3x2g4-2.9x3g4-2.9x4g4-3.4x5g4-Ib24=0$$

$$Ib24+s421-s422=387$$

$$Ib24+x1b25+x2b25+x3b25+x4b25+x5b25-3x1g5-3x2g5-2.9x3g5-2.9x4g5-3.4x5g5-Ib25=0$$

$$Ib25+s423-s424=387$$

$$Ib25+x1b26+x2b26+x3b26+x4b26+x5b26-3x1g6-3x2g6-2.9x3g6-2.9x4g6-3.4x5g6-Ib26=0$$

$$Ib26+s425-s426=387$$

$$Ib26+x1b27+x2b27+x3b27+x4b27+x5b27-3x1g7-3x2g7-2.9x3g7-2.9x4g7-3.4x5g7-Ib27=0$$

$$Ib27+s427-s428=387$$

$$Ib27+x1b28+x2b28+x3b28+x4b28+x5b28-3x1g8-3x2g8-2.9x3g8-2.9x4g8-3.4x5g8-Ib28=0$$

$$Ib28+s429-s430=387$$

$$Ib28+x1b29+x2b29+x3b29+x4b29+x5b29-3x1g9-3x2g9-2.9x3g9-2.9x4g9-3.4x5g9-Ib29=0$$

$$Ib29+s431-s432=387$$

$$x5d1-7x5g1-Id1=-500$$

$$Id1+s433-s434=325$$

$$Id1+x5d2-7x5g2-Id2=0$$

$$Id2+s435-s436=325$$

$$Id2+x5d3-7x5g3-Id3=0$$

$$Id3+s437-s438=325$$

$$Id3+x5d4-7x5g4-Id4=0$$

$$Id4+s439-s440=325$$

$$Id4+x5d5-7x5g5-Id5=0$$

$$Id5+s441-s442=325$$

$$Id5+x5d6-7x5g6-Id6=0$$

$$Id6+s443-s444=325$$

$$Id6+x5d7-7x5g7-Id7=0$$

$$Id7+s445-s446=325$$

$$Id7+x5d8-7x5g8-Id8=0$$

$$Id8+s447-s448=325$$

$$Id8+x5d9-7x5g9-Id9=0$$

$$Id9+s449-s450=325$$

$$X1b31+x2b31+x3b31+x4b31+x5b31-3x1g1-3x2g1-2.9x3g1-2.9x4g1-3.4x5g1-Ib31=-4700$$

$$Ib31+s451-s452=387$$

$$Ib31+X1b32+x2b32+x3b32+x4b32+x5b32-3x1g2-3x2g2-2.9x3g2-2.9x4g2-3.4x5g2-Ib32=0$$

$$Ib32+s453-s454=387$$

$$Ib32+x1b33+x2b33+x3b33+x4b33+x5b33-3x1g3-3x2g3-2.9x3g3-2.9x4g3-3.4x5g3-Ib33=0$$

$$Ib33+s455-s456=387$$

$$Ib33+x1b34+x2b34+x3b34+x4b34+x5b34-3x1g4-3x2g4-2.9x3g4-2.9x4g4-3.4x5g4-Ib34=0$$

$$Ib34+s457-s458=387$$

$$Ib34+x1b35+x2b35+x3b35+x4b35+x5b35-3x1g5-3x2g5-2.9x3g5-2.9x4g5-3.4x5g5-Ib35=0$$

$$Ib35+s459-s460=387$$

$$Ib35+x1b36+x2b36+x3b36+x4b36+x5b36-3x1g6-3x2g6-2.9x3g6-2.9x4g6-3.4x5g6-Ib36=0$$

$$Ib36+s461-s462=387$$

$$Ib36+x1b37+x2b37+x3b37+x4b37+x5b37-3x1g7-3x2g7-2.9x3g7-2.9x4g7-3.4x5g7-Ib37=0$$

$$Ib37+s463-s464=387$$

$$Ib37+x1b38+x2b38+x3b38+x4b38+x5b38-3x1g8-3x2g8-2.9x3g8-2.9x4g8-3.4x5g8-Ib38=0$$

$$Ib38+s465-s466=387$$

$$Ib38+x1b39+x2b39+x3b39+x4b39+x5b39-3x1g9-3x2g9-2.9x3g9-2.9x4g9-3.4x5g9-Ib39=0$$

$$Ib39+s467-s468=387$$

$$X1b41+x2b41+x3b41+x4b41+x5b41-3x1g1-3x2g1-2.9x3g1-2.9x4g1-3.4x5g1-Ib41=-4700$$

$$Ib41+s469-s470=430$$

$$Ib41+x1b42+x2b42+x3b42+x4b42+x5b42-3x1g2-3x2g2-2.9x3g2-2.9x4g2-3.4x5g2-Ib42=0$$

$$Ib42+s471-s472=430$$

$$Ib42+x1b43+x2b43+x3b43+x4b43+x5b43-3x1g3-3x2g3-2.9x3g3-2.9x4g3-3.4x5g3-Ib43=0$$

$$Ib43+s473-s474=430$$

$$Ib43+x1b44+x2b44+x3b44+x4b44+x5b44-3x1g4-3x2g4-2.9x3g4-2.9x4g4-3.4x5g4-Ib44=0$$

$$Ib44+s475-s476=430$$

$$Ib44+x1b45+x2b45+x3b45+x4b45+x5b45-3x1g5-3x2g5-2.9x3g5-2.9x4g5-3.4x5g5-Ib45=0$$

$$Ib45+s477-s478=430$$

$$Ib45+x1b46+x2b46+x3b46+x4b46+x5b46-3x1g6-3x2g6-2.9x3g6-2.9x4g6-3.4x5g6-Ib46=0$$

$$Ib46+s479-s480=430$$

$$Ib46+x1b47+x2b47+x3b47+x4b47+x5b47-3x1g7-3x2g7-2.9x3g7-2.9x4g7-3.4x5g7-Ib47=0$$

$$Ib47+s481-s482=430$$

$$Ib47+x1b48+x2b48+x3b48+x4b48+x5b48-3x1g8-3x2g8-2.9x3g8-2.9x4g8-3.4x5g8-Ib48=0$$

$$Ib48+s483-s484=430$$

$$Ib48+x1b49+x2b49+x3b49+x4b49+x5b49-3x1g9-3x2g9-2.9x3g9-2.9x4g9-3.4x5g9-Ib49=0$$

$$Ib49+s485-s486=430$$

$$X1t1+x2t1+x3t1+x4t1+x5t1-x1g1-x2g1-x3g1-x4g1-x5g1 -It1=-1500$$

$$It1+s487-s488=274$$

$$It1+x1t2+x2t2+x3t2+x4t2+x5t2-x1g2-x2g2-x3g2-x4g2-x5g2 -It2=0$$

$$It2+s489-s490=274$$

$$It2+x1t3+x2t3+x3t3+x4t3+x5t3-x1g3-x2g3-x3g3-x4g3-x5g3 -It3=0$$

$$It3+s491-s492=274$$

$It_3 + x_1t_4 + x_2t_4 + x_3t_4 + x_4t_4 + x_5t_4 - x_1g_4 - x_2g_4 - x_3g_4 - x_4g_4 - x_5g_4 - It_4 = 0$
 $It_4 + s_{493} - s_{494} = 274$
 $It_4 + x_1t_5 + x_2t_5 + x_3t_5 + x_4t_5 + x_5t_5 - x_1g_5 - x_2g_5 - x_3g_5 - x_4g_5 - x_5g_5 - It_5 = 0$
 $It_5 + s_{495} - s_{496} = 274$
 $It_5 + x_1t_6 + x_2t_6 + x_3t_6 + x_4t_6 + x_5t_6 - x_1g_6 - x_2g_6 - x_3g_6 - x_4g_6 - x_5g_6 - It_6 = 0$
 $It_6 + s_{497} - s_{498} = 274$
 $It_6 + x_1t_7 + x_2t_7 + x_3t_7 + x_4t_7 + x_5t_7 - x_1g_7 - x_2g_7 - x_3g_7 - x_4g_7 - x_5g_7 - It_7 = 0$
 $It_7 + s_{499} - s_{500} = 274$
 $It_7 + x_1t_8 + x_2t_8 + x_3t_8 + x_4t_8 + x_5t_8 - x_1g_8 - x_2g_8 - x_3g_8 - x_4g_8 - x_5g_8 - It_8 = 0$
 $It_8 + s_{501} - s_{502} = 274$
 $It_8 + x_1t_9 + x_2t_9 + x_3t_9 + x_4t_9 + x_5t_9 - x_1g_9 - x_2g_9 - x_3g_9 - x_4g_9 - x_5g_9 - It_9 = 0$
 $It_9 + s_{503} - s_{504} = 274$
 END

Lindo 6.1. Raporları

NO. ITERATIONS= 40

X1P1 / 247

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
770	-1.00000	0.000000E+00
68	1.00000	0.000000E+00
50	203.000	0.000000E+00
59	52.5000	0.000000E+00
5	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 21317.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X1P2 / 249

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
772	-1.00000	0.000000E+00
6	1.00000	0.000000E+00
51	203.000	0.000000E+00
69	1.00000	0.000000E+00
60	52.5000	0.000000E+00

VALUE= 21251.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X1P3 / 251

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
61	52.5000	0.000000E+00
52	203.000	0.000000E+00
774	-1.00000	0.000000E+00
7	1.00000	0.000000E+00
70	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 21209.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X1P4 / 253

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
8	1.00000	0.000000E+00
776	-1.00000	0.000000E+00
71	1.00000	0.000000E+00
53	203.000	0.000000E+00
62	52.5000	0.000000E+00

VALUE= 21181.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X1P5 / 255

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
778	-1.00000	0.000000E+00
54	203.000	0.000000E+00
9	1.00000	0.000000E+00
72	1.00000	0.000000E+00
63	52.5000	0.000000E+00

VALUE= 21163.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X1P6 / 257

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
780	-1.00000	0.000000E+00
73	1.00000	0.000000E+00
10	1.00000	0.000000E+00
55	203.000	0.000000E+00
64	52.5000	0.000000E+00

VALUE= 21152.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X1P7 / 259

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
782	-1.00000	0.000000E+00
65	52.5000	0.000000E+00
56	203.000	0.000000E+00
11	1.00000	0.000000E+00
74	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 21144.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X1P8 / 261

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
784	-1.00000	0.000000E+00
12	1.00000	0.000000E+00
75	1.00000	0.000000E+00
57	203.000	0.000000E+00
66	52.5000	0.000000E+00

VALUE= 21139.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X1P9 / 263

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
58	203.000	0.000000E+00
13	1.00000	0.000000E+00
786	-1.00000	0.000000E+00
67	52.5000	0.000000E+00
76	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 21136.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X2P1 / 265
ROW COEF. DUAL-PRICE
59 46.5000 0.000000E+00
14 1.00000 0.000000E+00
770 -1.00000 0.000000E+00
77 1.00000 0.000000E+00
50 190.000 0.000000E+00

VALUE= 6715.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X2P1 / 265
ROW COEF. DUAL-PRICE
59 46.5000 0.000000E+00
14 1.00000 0.000000E+00
770 -1.00000 0.000000E+00
77 1.00000 0.000000E+00
50 190.000 0.000000E+00

VALUE= 6715.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X2P3 / 269
ROW COEF. DUAL-PRICE
61 46.5000 0.000000E+00
16 1.00000 0.000000E+00
774 -1.00000 0.000000E+00
79 1.00000 0.000000E+00
52 190.000 0.000000E+00

VALUE= 6782.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X2P4 / 271
ROW COEF. DUAL-PRICE
53 190.000 0.000000E+00
80 1.00000 0.000000E+00
62 46.5000 0.000000E+00
17 1.00000 0.000000E+00
776 -1.00000 0.000000E+00

VALUE= 6799.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X2P5 / 273
ROW COEF. DUAL-PRICE
63 46.5000 0.000000E+00
18 1.00000 0.000000E+00

778	-1.00000	0.000000E+00
81	1.00000	0.000000E+00
54	190.000	0.000000E+00

VALUE= 6810.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X2P6 / 275		
ROW	COEF.	DUAL-PRICE
64	46.5000	0.000000E+00
780	-1.00000	0.000000E+00
82	1.00000	0.000000E+00
55	190.000	0.000000E+00
19	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 6817.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X2P7 / 277		
ROW	COEF.	DUAL-PRICE
83	1.00000	0.000000E+00
65	46.5000	0.000000E+00
20	1.00000	0.000000E+00
56	190.000	0.000000E+00
782	-1.00000	0.000000E+00

VALUE= 6821.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X2P8 / 279		
ROW	COEF.	DUAL-PRICE
66	46.5000	0.000000E+00
784	-1.00000	0.000000E+00
21	1.00000	0.000000E+00
57	190.000	0.000000E+00
84	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 6824.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X2P9 / 281		
ROW	COEF.	DUAL-PRICE
22	1.00000	0.000000E+00
67	46.5000	0.000000E+00
786	-1.00000	0.000000E+00
85	1.00000	0.000000E+00
58	190.000	0.000000E+00

VALUE= 6826.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X3P1 / 283

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
50	173.000	0.000000E+00
23	1.00000	0.000000E+00
86	1.00000	0.000000E+00
59	46.5000	0.000000E+00
770	-1.00000	0.000000E+00

VALUE= 5567.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X3P2 / 285

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
24	1.00000	0.000000E+00
772	-1.00000	0.000000E+00
51	173.000	0.000000E+00
60	46.5000	0.000000E+00
87	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 5607.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X3P3 / 287

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
52	173.000	0.000000E+00
25	1.00000	0.000000E+00
774	-1.00000	0.000000E+00
88	1.00000	0.000000E+00
61	46.5000	0.000000E+00

VALUE= 5633.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X3P4 / 289

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
26	1.00000	0.000000E+00
89	1.00000	0.000000E+00
62	46.5000	0.000000E+00
776	-1.00000	0.000000E+00
53	173.000	0.000000E+00

VALUE= 5650.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X3P5 / 291

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
63	46.5000	0.000000E+00
778	-1.00000	0.000000E+00
90	1.00000	0.000000E+00
54	173.000	0.000000E+00
27	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 5661.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X3P6 / 293

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
28	1.00000	0.000000E+00
780	-1.00000	0.000000E+00
64	46.5000	0.000000E+00
55	173.000	0.000000E+00
91	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 5668.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X3P7 / 295

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
92	1.00000	0.000000E+00
56	173.000	0.000000E+00
65	46.5000	0.000000E+00
29	1.00000	0.000000E+00
782	-1.00000	0.000000E+00

VALUE= 5672.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X3P8 / 297

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
93	1.00000	0.000000E+00
30	1.00000	0.000000E+00
57	173.000	0.000000E+00
66	46.5000	0.000000E+00
784	-1.00000	0.000000E+00

VALUE= 5675.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X3P9 / 299

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
67	46.5000	0.000000E+00
94	1.00000	0.000000E+00
58	173.000	0.000000E+00
31	1.00000	0.000000E+00
786	-1.00000	0.000000E+00

VALUE= 5677.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X4P1 / 301

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
95	1.00000	0.000000E+00
59	46.5000	0.000000E+00

770	-1.00000	0.000000E+00
50	182.000	0.000000E+00
32	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 3646.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X4P2 / 303		
ROW	COEF.	DUAL-PRICE
51	182.000	0.000000E+00
772	-1.00000	0.000000E+00
60	46.5000	0.000000E+00
96	1.00000	0.000000E+00
33	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 3637.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X4P3 / 305		
ROW	COEF.	DUAL-PRICE
61	46.5000	0.000000E+00
774	-1.00000	0.000000E+00
52	182.000	0.000000E+00
34	1.00000	0.000000E+00
97	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 3631.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X4P4 / 307		
ROW	COEF.	DUAL-PRICE
776	-1.00000	0.000000E+00
98	1.00000	0.000000E+00
62	46.5000	0.000000E+00
53	182.000	0.000000E+00
35	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 3628.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X4P5 / 309		
ROW	COEF.	DUAL-PRICE
63	46.5000	0.000000E+00
778	-1.00000	0.000000E+00
99	1.00000	0.000000E+00
36	1.00000	0.000000E+00
54	182.000	0.000000E+00

VALUE= 3625.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X4P6 / 311

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
37	1.00000	0.000000E+00
55	182.000	0.000000E+00
64	46.5000	0.000000E+00
100	1.00000	0.000000E+00
780	-1.00000	0.000000E+00

VALUE= 3624.78 REDUCED COST= 0.000000E+00

X4P6 / 311

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
37	1.00000	0.000000E+00
55	182.000	0.000000E+00
64	46.5000	0.000000E+00
100	1.00000	0.000000E+00
780	-1.00000	0.000000E+00

VALUE= 3624.78 REDUCED COST= 0.000000E+00

X4P7 / 313

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
782	-1.00000	0.000000E+00
65	46.5000	0.000000E+00
38	1.00000	0.000000E+00
101	1.00000	0.000000E+00
56	182.000	0.000000E+00

VALUE= 3623.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X4P8 / 315

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
784	-1.00000	0.000000E+00
66	46.5000	0.000000E+00
39	1.00000	0.000000E+00
57	182.000	0.000000E+00
102	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 3622.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X4P9 / 317

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
67	46.5000	0.000000E+00
786	-1.00000	0.000000E+00
103	1.00000	0.000000E+00
58	182.000	0.000000E+00
40	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 3622.00 REDUCED COST= 0.000000E+00

X5P1 / 319
ROW COEF. DUAL-PRICE
41 1.00000 0.000000E+00
104 1.00000 0.000000E+00
770 -1.00000 0.000000E+00
59 52.5000 0.000000E+00
50 220.000 0.000000E+00

VALUE= 17465.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X5P2 / 321
ROW COEF. DUAL-PRICE
42 1.00000 0.000000E+00
772 -1.00000 0.000000E+00
105 1.00000 0.000000E+00
60 52.5000 0.000000E+00
51 220.000 0.000000E+00

VALUE= 17404.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X5P3 / 323
ROW COEF. DUAL-PRICE
43 1.00000 0.000000E+00
106 1.00000 0.000000E+00
61 52.5000 0.000000E+00
52 220.000 0.000000E+00
774 -1.00000 0.000000E+00

VALUE= 17364.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X5P4 / 325
ROW COEF. DUAL-PRICE
107 1.00000 0.000000E+00
44 1.00000 0.000000E+00
776 -1.00000 0.000000E+00
62 52.5000 0.000000E+00
53 220.000 0.000000E+00

VALUE= 17338.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X5P5 / 327
ROW COEF. DUAL-PRICE
54 220.000 0.000000E+00
45 1.00000 0.000000E+00
63 52.5000 0.000000E+00

778	-1.00000	0.000000E+00
108	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 17321.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X5P6 / 329

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
46	1.00000	0.000000E+00
64	52.5000	0.000000E+00
55	220.000	0.000000E+00
780	-1.00000	0.000000E+00
109	1.00000	0.000000E+00

VALUE= 17310.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X5P7 / 331

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
782	-1.00000	0.000000E+00
110	1.00000	0.000000E+00
47	1.00000	0.000000E+00
56	220.000	0.000000E+00
65	52.5000	0.000000E+00

VALUE= 15852.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X5P8 / 333

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
784	-1.00000	0.000000E+00
111	1.00000	0.000000E+00
48	1.00000	0.000000E+00
57	220.000	0.000000E+00
66	52.5000	0.000000E+00

VALUE= 17299.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

X5P9 / 335

ROW	COEF.	DUAL-PRICE
67	52.5000	0.000000E+00
58	220.000	0.000000E+00
49	1.00000	0.000000E+00
112	1.00000	0.000000E+00
786	-1.00000	0.000000E+00

VALUE= 15851.0 REDUCED COST= 0.000000E+00

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında İzmit'te doğan Nermin YILMAN, ilk ve orta öğrenimini İzmit'te yapmış 1999 yılında İzmit Süper Lisesinden mezun olmuştur. 1999 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümüne girmeye hak kazanmıştır. Lisans eğitimini 2003 yılında tamamlamış aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İşletme Mühendisliği programında yüksek lisans eğitimine başlamıştır. 2005 yılından beri Goodyear Lastikleri T.A.Ş.'de Endüstri Mühendisi olarak çalışmaktadır.