

ÜRETİM PLANLAMA PROBLEMLERİNDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA TEKNİĞİNİN KULLANIMI: BİR KONFEKSİYON İŞLETMESİNDE UYGULAMA

Aysel ÇETİNDERE*
Şerafettin SEVİM**
Cengiz DURAN***

ÖZ

Bu çalışmada, üretim planlamasının işletmeler açısından önemi vurgulanarak bu alandaki problemlerin çözümünde kullanılan tekniklerden doğrusal programlama tekniği incelenecek ve bu tekniğin bir konfeksiyon işletmesinde uygulaması yapılacaktır.

Siparişe göre çalışan ve çok farklı niteliklerde ürün üretimi gerçekleştiren bir konfeksiyon işletmesinin kısıtlı kaynaklarına (makine, işgücü, hammadde) ait sayısal verilerle üretim planlama probleminin matematiksel modeli doğrusal programlama yaklaşımı ile kurulmuştur. Kurulan matematiksel modelin WinQSB 1.0 adlı paket programında çözümlenmesiyle amaç fonksiyonu olan maksimum kârın işletmenin, tek tip ürün üretmesiyle yada daha fazla sipariş almasıyla sağlanacağı sonucuna ulaşılmıştır. Konfeksiyon işletmesinin mevcut kaynaklarıyla yapılan üretim planlama analizinde bu kaynaklarda herhangi bir değişim olması halinde değişimin, amaç fonksiyonu olan kâra etkisini ölçmek için çalışmada duyarlılık analizlerine de yer verilmiştir. Her bir üretim dönemine ait (aylık, yıllık), teorik ve fiili olarak yapılan duyarlılık analizleri sonucunda hammadde miktarındaki her bir birim artışın amaç fonksiyonu olan kâra katkısının 14 TL olduğu görülmektedir. Konfeksiyon işletmesinin siparişe göre üretim yaptığı göz önünde bulundurulduğunda bu işletmenin sahip olduğu makine ve işgücü kaynağıyla daha fazla siparişi karşılayabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Konfeksiyon, Üretim Planlama, Doğrusal Programlama, WinQSB 1.0.

OPERATION OF LINEAR PROGRAMMING TECHNIQUE IN PRODUCTION PLANNING PROBLEMS: IN AN APPAREL FACTORY

ABSTRACT

In this study, one of the technique called linear programming that is useful for solving capacity problems will be analysed and this technique will be put into practice in the apparel establishment, by emphasizing the importance of production planning in terms of firms.

* Öğr. Gör., Balıkesir Üniversitesi, DMYO, Tekstil Teknolojisi Programı.

** Prof. Dr., Dumlupınar Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü.

*** Yrd. Doç. Dr., Dumlupınar Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü.

Makalenin kabul tarihi: Ekim 2010

The mathematical modal concerning the problem of production planning by numerical data related to the limited resources (raw material , machinery , labour) of a confection business running on order and manufacturing products in very different qualities has been established by making use of the linear programming approach. When the mathematical modal established being analyzed by exerting the packet programme called WinQSB 1.0, it has been reached the conclusion that maximum profit being the target function may be achieved either by the fact that business should manufacture monotype products or that business should receive more orders . In the production planning analysis done by taking the current resources of the confection business into consideration , some sensitivity analyses have been performed so as to evaluate the effects of variation on the profit being the objective function in case of the fact that any changes related to those resources aforementioned occur.As a result of the sensitivity analyses related to each production cycle (monthly,annual) done as both theoretically and effectively , it is experienced that the contribution of each unit increase in the amount of raw material to the profit is 14TL .When it is taking into account that confection business manufactures on order , it has been reached the conclusion that that business may undertake more orders by taking advantage of the machinery and labour resources owned.

Key Words:, Apparel, Production Planning, Linear Pogramming, WinQSB 1.0.

GİRİŞ

Üretim, malların ve hizmetlerin yaratıldığı bir süreçtir.(Buffa, 1981:33). Üretimin temel amacı, insan isteklerinin karşılanmasıdır. Üretim, bir işletmenin temel fonksiyonlarından biridir ve insanın elde etmek ve yararlanmak istediği mal ve hizmetlerin sunumu ile ilgilidir (Barutçugil, 1988:21). Bir işletmede üretim, emek ve sermayenin doğal kaynaklara uygulanarak fiziksel bir madde-nin ortaya çıkarılışı olmaktadır. Kaynakların kıt oluşu nedeniyle bu kaynakların üretimde en ekonomik biçimde kullanılması gerekir. Bu nedenle üretime geçmeden önce üretimin planlanması ve üretim programlarının yapılması gerekir (Aslan,1975:2). Üretim planlaması, üretim konusunu her yanıyla içine alan bir kavramdır. Açık, boş bir alanın çalışan bir üretim birimine çevrilmesinden kurulmuş bir üretim bölümünde işin her evresi için ayrıntılı planlama yapılmasına dek her şey bu konunun kapsamına girer (Lowe, 1972:12).

Kısa dönem işletme faaliyetlerinde yöneticilerin karar vermek zorunda kaldıkları önemli konulardan biriside eldeki üretim faktörlerinin en fazla kullanımını sağlayan bir üretim programını yapmaktır. Bu bağlamda, yöneticiler üretim faktörlerinin kullanımını mevcut koşullar içinde maksimum bir düzeyde tutmak veya kullanılmayan (boş) üretim faktörlerini en az seviyede tutmak isteyeceklerdir. Ancak üretim faktörlerinin kullanımını maksimum düzeyde tutma arzusu işletmenin kârlılık düzeyinde azalışa sebep olabilir. Diğer bir ifade ile kâr ve üretimin maksimizasyonu her zaman üretim faktörlerinin en üst düzeyde kullanımı ile sonuçlanmaz (Sarıaslan, 1990:165). Doğrusal programlama gibi, programlandırılmış problemlerde, kısıtlı kaynakların en etkin kullanımı yada dağıtımıyla ilgilenilerek istenilen hedefe ulaşılması amaçlanmıştır. Bu problem-

lerin özelliklerinden dolayı çok sayıda bulunan çözümler her bir problemin temel şartlarını tatmin edebilirler. Özellikle seçilen en iyi sonuç problem tarafından açıklanan bütün yada bazı hedefin yada amacın en iyi sonucudur. Bulunan bu çözüm problemin şartlarını ve belirlenen amacı tatmin ettiği için optimum çözüm olarak adlandırılır. Buna tipik bir örnek olarak bir üretim işletmesinin üreteceği ürünlerde kullanacağı kaynakları hangi oranda kombine edeceğini belirlerken yalnızca üretimde zaman planlaması ile ilgilenmemekte aynı zamanda kâr maksimizasyonunu da dikkate almaktadır. Bu problemdeki temel şartlardan biri kaynakların sınırlı olması, üretimin istenilen zamanda gerçekleştirilmesi ve şirketin kazancını istediği oranda maksimize etmesidir (Gass, 1975:3).

Doğrusal programlama belirli bir amacı gerçekleştirmek için sınırlı kaynakların etkin kullanımını ve çeşitli seçenekler arasında en iyi dağılımı sağlayan matematiksel bir modeldir. Askeri problemleri çözmek için ikinci dünya savaşı sırasında geliştirilen bu teknik halen günümüzde optimal kaynak dağıtım problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Doğrusal bir programlama problemi olarak formüle edilebilen ve en uygun kaynak dağılım problemleri için geliştirilen ilk sistematik çalışma George Danzing ve arkadaşları tarafından 1947 yılında yayınlandı. Simpleks yöntemi olarak bilinen bu çözüm yöntemi, günümüzde doğrusal programlama problemlerinin çözümünde kullanılan etkin yöntemler arasında yer almaktadır (Sariaslan, 1990:56). Simpleks metodu doğrusal programlama problemlerinin çözümünde yaygın bir kullanım alanı bulmuştur, çünkü 1) Yönetimsel karmaşık problemleri modelleme yapılabilir bir hale getirmiştir. 2) Karmaşık problemlere öngörülebilir bir zamanda (günümüzde birkaç dakikada) en iyi çözümü bulmuştur. (Bazaraa; Jarvis ve Sherali, 1990:1)

Doğrusal programlamanın üretim planlamasında ilk uygulaması atölye tipi üretim üzerinde M.E. Salveson tarafından yapılmıştır. Talepte meydana gelebilecek değişmeler, üretimin planlamasında, kapasitenin kullanılmasında ve işgücünün ayarlanmasında; yöneticiler için oldukça güç sorunları ortaya çıkarırlar. Değişmelere ancak fazla çalışma saatleri ekleyerek, işgücünde uyarlamalar yaparak, ürün stoklarının seviyesinde değişiklik ve taleplerin miktarında ayarlamalar yaparak ya da bunlardan bir kaçını birleştirerek karşılamak zorundadırlar. Burada yapılan düzenlemelerin her biri üretim planlamasında minimum maliyetle karar almada çok etkili olabilecek yükler getirir. Bu itibarla belirli bir ürünün toplam maliyetlerini minimize ederek, gelecekteki talepleri karşılayabilecek bir biçimde programlanma yapılması oldukça önemlidir (Gürdoğan, 1981:48).

Doğrusal programlama, günümüzde askerlik, endüstri, tarım, ulaştırma sağlık sistemleri ve davranış bilimleri gibi sosyal bilimlerdeki alanlarda başarılı şekilde kullanılmaktadır. Doğrusal programlamanın uygulama alanlarına belirli bir zaman dilimi içinde, eldeki kısıtlı makine ve araç gereç ve işgücü ile en büyük kârlılığı sağlayacak ürün karışımının bulunması, ürünü oluşturacak farklı fiyat ve farklı yapıdaki malzemelerin en iyi bileşiminin bulunması, öngörülen talebi en düşük maliyetle karşılayacak üretim kapasitesinin planlaması, rafineri-

lerdeki petrol karışım problemleri, pazarlamadaki reklam verilecek kuruluşun seçimi, satın alma ve ürünlerin fiziksel dağıtım planlaması, pazar araştırması, finansman yatırımlarının planlanması ve portföy yönetimi ve bir yada daha fazla ürünün üretilmesinde kullanılacak parti büyüklüğünü belirlemeye yönelik konular örnek verilebilir. Yöneticilerin doğrusal programlamayı kullanmaları bilgisayar yazılımlarındaki gelişmelerle hızla artmıştır. Doğrusal programlama hesaplamalarında en optimal sonucu vermesi sonucundaki verimliliğiyle, tamsayılı, doğrusal olmayan ve stokastik programlama gibi başka tip yöneylem araştırması modellerinin çözüm algoritmasının geliştirilmesinde de temel oluşturmuştur (Taha, 2007:11; Top, 2006:124).

Tekstil endüstrisinde, çok sayıda ürün aynı üretim ünitelerinden geçerek elde edilir. Bu yüzden, hangi ürünlerden ne kadar üretileceğinin bulunması, kapasitenin kullanımı ve maksimum kârın sağlanması yönünden büyük önem taşır. Bunun için özellikle tekstil sanayisinde diğerlerinden çok sayıda bu tür doğrusal programlama uygulamaları yapılmıştır. Çünkü böyle bir çalışma sonucu tezgahların iş yükü, üretilcek ürünler ve miktarı açıklık kazanmaktadır (Gürdoğan, 1981:49-50). Bu çalışmanın amacı, örnek konfeksiyon işletmesinin üretim planlamasında toplam kârın maksimize edilmesidir. İşletmede üretilen mal çeşitleri, bu malların biriminin standart üretim süresi, bir birim mala kullanılan hammadde miktarı, işgücü miktarları ve mamul tutarı ele alınarak toplam kârın maksimize edilmesi amaçlanmıştır. Model sonucunda bulunacak üretim miktarı ve maliyeti aylık ve yıllık şeklinde teorik ve pratik olarak karşılaştırılarak sonuca varılmıştır. Çalışmada örnek işletmenin üretim planının yapılması bir aylık ve bir yıllık dönem olarak sınırlandırılmıştır. Bu planda ürünlerin üretilmesi sürecinde her bir ürünün makine zamanları, hammadde miktarları, mamul tutarı ve talep miktarı sınırlı olarak varsayılmıştır.

I. ÇALIŞMADA İZLENEN YÖNTEM

Uygulama yapılan işletmenin temel problemi mevcut kaynakların etkin bir şekilde kullanılmamasıdır. Oysa mevcut üretim kaynaklarının nasıl kullanıldığı işletmelerin başarısını doğrudan etkileyen bir konudur. Bu nedenle işletmelerde kaynakların en uygun bir şekilde bir araya getirilmesi gerekmektedir.

Doğrusal programlama eldeki sınırlı kaynakların en iyi dağılımını belirlemek için kullanılan matematiksel bir tekniktir (Doğan, 1995:2). Bu teknik işletmelerde rakam ile ifade edilebilen ve birbirleriyle doğrusal olarak etkileşimli olan kaynaklar arasında ilişki kurarak alternatif çözümler üretebilmeyi sağlar. Bu teknik uygulama yapılan konfeksiyon işletmesinde kaynakların verimli bir şekilde kullanılabilmesi için bu kaynakların ne şekilde bir araya getirileceğini belirtebilmesi açısından son derece kullanışlı bir yöntemdir.

Bu çalışmada, materyal olarak Bursa'da üretim yapan bir konfeksiyon işletmesinden Mart 2009 yılı itibariyle alınan sayısal veriler kullanılmıştır. Konfeksiyon işletmesinde üretim planlama sorununa doğrusal programlama tekniği

ile çözüm aranmış ve fiili üretimden elde edilen veriler ile üretim faktörleri itibariyle darboğazların belirlenmesi ve giderilmesi konusunda geliştirilecek çözüm önerilerinden ve kârın maksimizasyonu için nelerin yapılabileceğinden bahsedilmiştir. Üretim raporları baz alınarak hazırlanan; makine, işgücü ve hammaddeden oluşan kısıtlı kaynaklara ilişkin işletme verileri tablolar halinde gösterilmiş ve her bir üründen elde edilen kâr oranlarının da belirtilmesiyle kârın maksimizasyonunu amaçlayan doğrusal programlama modeli kurulmuştur. Doğrusal programlama modeline ait sayısal veriler WinQSB 1.0 Paket programı kullanılarak çözümlenmiştir.

A. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİ

Doğrusal programlama, belirli doğrusal eşitlik ya da eşitsizliklerin kısıtlayıcı koşulları altında doğrusal bir amaç fonksiyonunun optimum sonucunu bulmak olarak tanımlanabileceği gibi (Alan ve Yeşilyurt,2004:152); belirli bir amacı gerçekleştirmek için sınırlı kaynakların en etkin kullanımını ve çeşitli alternatifler arasında en optimum dağılımını sağlayan bir matematiksel programlama tekniği şeklinde de tanımlanabilir. Buradaki “doğrusal” terimi modeldeki tüm fonksiyonların doğrusal olduğunu anlatırken; “programlama” terimi ise bir hareket tarzının veya planının seçilmesi anlamına gelmektedir. Böylece, bir doğrusal programlama modeli, kıt kaynakların rakip faaliyetler arasındaki dağıtımını en uygun bir şekilde gerçekleştiren dağıtım planını bulmada kullanılan doğrusal bir modeldir (Özguven, 2003:3). Bu itibarla doğrusal programlama işletmede kapasitenin ya da kıt kaynakların değişik kullanım biçimlerinin en uygun olanını tayin işlemi olarak da tanımlanabilir (Gürdoğan, 1981:29). Bu nedenle doğrusal programlama çoğu kimseler tarafından, kıt işletme kaynaklarının bilinçli bir şekilde faaliyetlere dağılımı yoluyla, doğrusal fonksiyonun maksimizasyonu olarak tanımlanır (Gülerman, 1976:195).

Bir sistemin bileşenlerinin simgelerle tanımlanıp, bunlar arasındaki ilişkilerin fonksiyonlarla gösterimine matematiksel model, sistemin yöneticisinin kontrolü altında olup, karar değişkeni olarak isimlendirilen değişkenlere, hangi değerlerin verilmesi gerektiğini belirlemek amacıyla kullanılan matematiksel modellere de karar modeli denir. Bir sistemin davranışını etkilediği halde karar vericinin kontrolü dışında değer alan bileşenlere parametre, modelde karar değişkenleri ya da karar değişkenleriyle, parametreler arasındaki zorunlu ilişkilerin her birine kısıt denir. Bir karar modeli, yapısal olarak, seçeneklerin neler olduğunu belirleyen kısıt bağıntıları ve en iyi seçeneğin hangisi olduğunu bulmak için işleme giren amaç fonksiyonundan oluşur. Kısıtların tamamı ve amaç fonksiyonu doğrusal fonksiyonlarla ifade edilmiş ise, bir doğrusal karar modeli söz konusu demektir (Kara, 1991:1).

II. UYGULAMA YAPILAN İŞLETMEDE ÜRETİM SÜRECİ VE ÜRETİLEN ÜRÜNLER

Uygulama yapılan işletmede penye örme kumaştan ürünler üretilmektedir. Fabrikanın üretim süreci şu şekilde işlemektedir; öncelikle ürün elde edebilmek için gerekli olan malzemeler, denetiminin ve takibinin yapıldığı bölümde yani depolarda depolanmaktadır. İşletmeye, fason olarak çalıştığı Yeşim Tekstilden her ürüne göre model özellikleri değişebilen hammadde (örme kumaş) kesilerek gelir. Yardımcı malzemeler ve aksesuarlarda yine Yeşim Tekstilden gelmektedir. Bu hammadde ve yardımcı malzemeler stok halde işletmenin hammadde deposunda hazır olarak bulundurulmaktadır. Bu bölüm işletmede üretim ile ilgili tüm birimlerle bağlantı içinde çalışır. İşletmede bulunan tasnif bölümünde, kesilmiş bedenler balika halinde eşlenip, tüm aksesuarları ile birlikte kontrol edilerek, üretim programı doğrultusunda dikişe hazırlanır. Dikiş işlemi; hammaddenin, işletmede bulunan 124 adet makineden gerekli olanlardan geçirilmesiyle gerçekleşmektedir. Dikim işlemi tamamlandıktan sonra ütüleme işleminin de yapılmasıyla bitmiş ürün elde edilir. Dikiş bölümünde onaylı üretim numunesine göre dikilen ürünler, kalite kontrol bölümünde konusunda deneyimli ve eğitilmiş ustaların denetiminde kontrol edilir. Numuneler doğrultusunda ütü ve paket işlemi tamamlandıktan sonra istenilen asorti'ye göre kolilenecek mal sevk edilmeye hazır hale getirilir. Her sipariş için gerekli olan hammaddeler malzeme deposuna alınırlar. Malzeme deposundan, üretim projeksiyonunda üretilecek ürünün özelliklerine göre hammaddeler talep edilir ve üretime sevk edilir.

Burada üretimi sınırlandıran ve dar boğazlar oluşmasında etkili olan faktör dikim sürecinde makinelerin kullanım zamanlarıdır. Yani işletmede üretimi sınırlandıran ana ünite dikim bölümüdür. Bu sebepten her ürün grubu için üretim boyunca kullanılan makinelerin sayıları Tablo 1.'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Makinelerin Üretilen Ürünlere Dağılımı

ÜRÜN TÜRLERİ	MAKİNELER									
	Juki Overlok 4 İp Havalı İplik Kesicili	Juki BiyeReçme	Juki Otomatik Düz	Juki Otomatik Etek Reçme	Juki AMS 250 Pat Otomati	Juki Ponteriz	Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İplik	Juki LK 1903 Tam Otomatik Dügme	Kingsteks Overlok 4 İp	Juki Regülatlı Reçme
T-Shirt	21	2	6	-	-	-	-	-	-	-
Poloshirt	9	-	15	8	2	1	1	1	-	-
Short	-	1	13	1	-	2	1	1	6	1
Sweatshirt	15	-	4	12	-	-	-	-	-	-
Etek	9	1	10	2	-	-	-	-	-	2
Atlet	-	4	3	2	-	-	-	-	9	-

İşletmede, gelen siparişe göre penye örme kumaş kullanılarak dış giyimlik veya spor giyim imalatı gerçekleştirilmektedir. 2009 yılı Mart ayı verileri baz alınarak üretim planlaması yapılacağından dolayı Mart ayı içerisinde alınan siparişler;

- T-Shirt (X_1),
- Poloshirt (X_2),
- Short (X_3),
- Sweatshirt (X_4),
- Etek (X_5) ve
- Atlet (X_6) şeklinde gösterilecektir.

İşletmenin 2009 Mart ayı içerisinde aldığı siparişlerin bulunduğu aylık üretim raporlarına göre her bir üründen termin zamanlarına bağlı olarak farklı sayılarda ürünler istenmektedir. Tablo 2.'de bu miktarlar toplu olarak görülmektedir.

Tablo 2: İşletmede Üretilen Ürün Miktarları (Mart 2009)

T-SHIRT (X ₁)	POLO SHİRT (X ₂)	SHORT (X ₃)	SWEATSHİRT (X ₄)	ETEK (X ₅)	ATLET (X ₆)	TERMİN TARİHİ
15302	9285	540	793	-	1553	06/03/2009
14900	9044	-	-	-	-	13/03/2009
4754	9028	-	-	-	-	20/03/2009
-	21389	-	-	17268	-	31/03/2009
34956	48746	540	793	17268	1553	GENEL TOPLAM

A. KISITLAYICILARIN BULUNMASI

Bağımsız Kısıtlayıcıların Oluşturulması (Sağ Taraf Sabitleri):

Uygulamada makine, işgücü ve hammadde kısıdına yer verilmiştir. Üretim hesaplamaları; aylık ve yıllık olmak üzere yapıldığından çalışma süreleri işletmenin günlük çalışma saati baz alınarak belirlenmiştir. İşletme mesaisiz olarak günde 9 saat çalışmaktadır. Öncelikle makineler için **bir aylık ve bir yıllık** ortalama teorik ve fiili çalışma süreleri hesaplanmıştır.

1. Makine Kısıtlayıcısına Ait Sağ Taraf Sabitleri

İşletme teorik olarak; bir günde 9 saat, bir haftada 45 saat, bir ayda 20 gün ($20 \times 9 = 180$ saat), bir yılda 52 hafta ($52 \times 45 = 2340$ saat) çalışmıştır. Öncelikle teorik hesaplamalar yapılacağından dolayı aylık çalışma zamanı 20 gün, yıllık çalışma zamanı ise 240 gün olarak hesaplanmıştır.

İşletme fiili olarak, 2009 yılı Mart ayı içerisinde 22 gün çalışmıştır. Yıllık fiili olarak çalışılan gün sayısı ise 04.04.2008-04.04.2009 tarihleri arasında 264 gün olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken makinelerin her birinin günlük çalışma zamanı 9 saat olduğu için, makine adetleri, aylık ve yıllık çalışma zamanları ile çarpılarak sonuçları da 60 ile çarpılarak çalışma zamanları dakika cinsinden tablolar halinde gösterilmiştir.

Her bir makine türünün bir aylık teorik çalışma zamanını hesaplarken; makine sayıları 9 ile (günlük çalışma saati), çıkan sonuç da teorik olarak çalışılan gün sayısı ile (20 gün) çarpılmıştır. Dakika cinsinden hesaplamalar yapıldığı için çıkan sonuç 60 ile çarpılarak, makinelerin bir aylık teorik çalışma zamanları Tablo 3.'de gösterilmiştir.

Tablo. 3: Makinelerin Bir Aylık Teorik Çalışma Zamanı

MAKİNE CİNSİ	MAKİNE ADEDİ	GÜNLÜK TEORİK ÇALIŞMA SAATİ (DAKİKA)	1 AYLIK TEORİK ÇALIŞMA SÜRESİ (DAKİKA)
Juki Overlok 4 İp Havalı İplik Kesicili	25	9	270000
Juki Biye Reçme	6	9	64800
Juki Otomatik Düz	40	9	432000
Juki Otomatik Etek Reçme	15	9	162000
Juki AMS 250 Pat Otomatı	2	9	21600
Juki Ponteriz	3	9	32400
Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik	2	9	21600
Juki LK 1903 Tam Otomatik Düğme	2	9	21600
Kingteks overlok 4 İp	22	9	237600
Juki Regülatlı Reçme	7	9	75600

Her bir makine türünün bir yıllık teorik çalışma zamanını hesaplarırken ise; makine sayıları 9 ile (günlük çalışma saati), çıkan sonuç da bir yılda teorik olarak çalışılan gün sayısı ile (240 gün) çarpılmıştır. Dakika cinsinden hesaplamalar yapıldığı için çıkan sonuç 60 ile çarpılarak, makinelerin bir yıllık teorik çalışma zamanları Tablo 4.'de gösterilmiştir.

Tablo. 4: Makinelerin Bir Yıllık Teorik Çalışma Zamanı

MAKİNE CİNSİ	MAKİNE ADEDİ	GÜNLÜK TEORİK ÇALIŞMA SAATİ (DAKİKA)	1 YILLIK TEORİK ÇALIŞMA SÜRESİ (DAKİKA)
JukiOverlok 4İpHavalı İplik Kesicili	25	9	324000
Juki Biye Reçme	6	9	777600
Juki Otomatik Düz	40	9	5184000
Juki Otomatik Etek Reçme	15	9	1944000
Juki AMS 250 Pat Otomatı	2	9	259200
Juki Ponteriz	3	9	388800
Juki LBH 1790 SS Tam Ot. İlik	2	9	259200
Juki LK 1903 Tam Ot. Düğme	2	9	259200
Kingteks overlok 4 İp	22	9	2851200
Juki Regülatlı Reçme	7	9	907200

Her bir makine türünün bir aylık gerçek çalışma zamanını hesaplarken; makine sayıları 9 ile (günlük çalışma saati), çıkan sonuç da pratik olarak çalışılan gün sayısı ile (22 gün) çarpılmıştır. Dakika cinsinden hesaplamalar yapıldığı için çıkan sonuç 60 ile çarpılarak, makinelerin bir aylık gerçek çalışma zamanları Tablo 5.'de gösterilmiştir.

Tablo. 5: Makinelerin Bir Aylık Gerçek Çalışma Zamanı

MAKİNE CİNSİ	MAKİNE ADEDİ	GÜNLÜK TEORİK ÇALIŞMA SAATİ (DAKİKA)	1AYLIK GERÇEK ÇALIŞMA SÜRESİ (DAKİKA)
Juki Overlok 4İp Havalıplık Kesicili	25	9	297000
Juki Biye Reçme	6	9	71280
Juki Otomatik Düz	40	9	475200
Juki Otomatik Etek Reçme	15	9	178200
Juki AMS 250 Pat Otomatı	2	9	23760
Juki Ponteriz	3	9	35640
Juki LBH 1790 SS Tam Ot. İlik	2	9	23760
Juki LK 1903 Tam Ot. Düğme	2	9	23760
Kingteks overlok 4 İp	22	9	261360
Juki Regülatı Reçme	7	9	83160

Her bir makine türünün bir yıllık (04/04/2008-04/04/2009) gerçek çalışma zamanını hesaplarken ise; makine sayıları 9 ile (günlük çalışma saati), çıkan sonuç da pratik olarak çalışılan gün sayısı ile (264 gün) çarpılmıştır. Dakika cinsinden hesaplamalar yapıldığı için çıkan sonuç 60 ile çarpılarak, makinelerin bir yıllık gerçek çalışma zamanları Tablo 6.'da gösterilmiştir.

Tablo. 6: Makinelerin Bir Yıllık Gerçek Çalışma Zamanı

MAKİNE CİNSİ	MAKİNE ADEDİ	GÜNLÜK TEORİK ÇALIŞMA SAATİ(DAKİKA)	1 YILLIK GERÇEKÇALIŞMA SÜRESİ(DAKİKA)
Juki Overlok 4 İp Havalı iplik Kesicili	25	9	3564000
Juki Biye Reçme	6	9	855360
Juki Otomatik Düz	40	9	5702400
Juki Otomatik Etek Reçme	15	9	2138400
Juki AMS 250 Pat Otomatı	2	9	285120
Juki Ponteriz	3	9	427680
Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik	2	9	285120
Juki LK 1903 Tam Otomatik Düğme	2	9	285120
Kingteks overlok 4 İp	22	9	3136320
Juki Regülatı Reçme	7	9	997920

2. İş Gücü Kısıtlayıcısına Ait Sağ Taraf Sabitleri

Her bir tip ürün için, makinelerde çalışan toplam kişi sayısı ile yapılan hesaplama göre (aylık, yıllık) hangi zamanı baz alacaksak o zamanı çarparak çıkan sonucun, dakika cinsinden olması için 60 ile çarpılmasıyla işgücü için sağ taraf sabitleri oluşturulmuştur. Bu sabitler Tablo 7.'de gösterilmiştir.

Tablo 7: İşgücü Kısıtlayıcısı Sağ Taraf Sabitleri

Ürün	İşgücü Sayısı/Gün
X ₁	29
X ₂	37
X ₃	26
X ₄	31
X ₅	24
X ₆	18
TOPLAM	165

3. Hammadde Kısıtlayıcısına Ait Sağ Taraf Sabitleri

Yapılacak hesaplama göre (ay, yıl) üretilen miktarlar her bir ürün için kullanılan hammadde miktarı ile çarpılarak çıkan sonuçlar toplanmış ve hammadde için sağ taraf sabitleri Tablo 8.'de gösterilmiştir.

Tablo 8: Hammadde Kısıtlayıcısı Sağ Taraf Sabitleri

Ürün	Birim Başına Kullanılan Hammadde Miktarı (gr)
X ₁	0,20
X ₂	0,28
X ₃	0,21
X ₄	0,63
X ₅	0,38
X ₆	0,10

B. TEKNİK KATSAYILARIN BULUNMASI

Kısıtlayıcıların katsayıları bu makinelerde üretilen ürünler itibarıyla kapasitelerinin belirlenmesiyle ilgilidir. Yani makine, işgücü ve hammadde için teknik katsayıların bulunması bu kaynakların kapasitelerini ortaya koyacaktır.

1. Makine Kısıtlayıcısına Ait Teknik Katsayılar

Makineler için teknik katsayılar, işletmenin 2009 yılının Mart ayı içerisindeki saatlik bant üretim ve işlem zaman formlarından elde edilmiştir. Buna göre her bir ürünün üretimi için gerekli olan makinelerden geçme zamanlarına göre katsayılar elde edilmiştir. Bu katsayılar dakika cinsinden hesaplanarak Tablo 9.'da gösterilmiştir.

Tablo 9: Makinelerin Teknik Katsayıları

ÜRÜN TÜRLERİ	MAKİNELER									
	Juki Overlok 4 İp Havalı İplik Kesicili	Juki Biye Reçme	Juki Otomatik Düz	Juki Otomatik Etek Reçme	Juki AMS 250 Pat Otomatı	Juki Ponteriz	Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İplik	Juki LK 1903 Tam Otomatik Diğme	Kingsteks Overlok 4 İp	Juki Regülatı Reçme
T-Shirt	0,34	0,03	0,09	-	-	-	-	-	-	-
Poloshirt	0,13	-	0,21	0,11	0,02	0,01	0,011	0,012	-	-
Short	-	0,028	0,28	0,026	-	0,042	0,022	0,023	0,12	0,021
Sweatshirt	0,49	-	0,138	0,39	-	-	-	-	-	-
Etek	0,14	0,017	0,16	0,035	-	-	-	-	-	0,032
Atlet	-	0,06	0,04	0,033	-	-	-	-	0,14	-

Buna göre makinelerin kısıtlayıcı denklemi;

- T-Shirt (X_1),
- Poloshirt (X_2),
- Short (X_3),
- Sweatshirt (X_4),
- Etek (X_5) ve
- Atlet (X_6) karar değişkenleri olmak üzere her bir makine türü için aşağıda gösterilmiştir;

Juki Overlok 4 İp Havalı İplik Kesicili Makine Kullanım Katsayıları

$$0,34 X_1 + 0,13 X_2 + 0,49 X_4 + 0,14 X_5$$

Juki Biye Reçme Makine Kullanım Katsayıları

$$0,03 X_1 + 0,028 X_3 + 0,017 X_5 + 0,06 X_6$$

Juki Otomatik Düz Makine Kullanım Katsayıları

$$0,09 X_1 + 0,21 X_2 + 0,28 X_3 + 0,138 X_4 + 0,16 X_5 + 0,04 X_6$$

Juki Otomatik Etek Reçme Makine Kullanım Katsayıları

$$0,11 X_2 + 0,026 X_3 + 0,39 X_4 + 0,035 X_5 + 0,033 X_6$$

Juki AMS 250 Pat Otomatı Makine Kullanım Katsayıları

$$0,02 X_2$$

Juki Ponteriz Makine Kullanım Katsayıları

$$0,01 X_2 + 0,042 X_3$$

Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik Makine Kullanım Katsayıları

$$0,011 X_2 + 0,022 X_3$$

Juki LK 1903 Tam Otomatik Düğme Makine Kullanım Katsayıları

$$0,012 X_2 + 0,023 X_3$$

Kingteks Overlok 4 İp Makine Kullanım Katsayıları

$$0,12 X_3 + 0,14 X_6$$

Juki Regülılı Reçme Makine Kullanım Katsayıları

$$0,021 X_3 + 0,032 X_5$$

2. İşgücü Teknik Katsayıları

İşgücü için teknik katsayılar, her bir ürünün üretimi esnasında bu ürünlerin geçmiş olduğu, Tablo 9. 'da gösterilen bütün makinelerden geçme zamanları toplamından elde edilmiştir. Sonuçlar Tablo 10.'da gösterilmiştir.

Tablo 10: İşgücü Teknik Katsayıları

Ürün	Makine Saati/Ürün
X ₁	0,46
X ₂	0,50
X ₃	0,54
X ₄	1,01
X ₅	0,37
X ₆	0,27

Tablo 10.'da üretilen her bir ürün için bir günde gerekli olan iş gücü zamanı, makine zamanları aracılığıyla hesaplanarak verilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre her bir ürünün işgücü teknik katsayıları;

$$0,46 X_1 + 0,50 X_2 + 0,54 X_3 + 1,01 X_4 + 0,37 X_5 + 0,27 X_6 \text{ şeklindedir.}$$

3. Hammadde Teknik Katsayıları

Hammadde teknik katsayıları; işletmeden elde edilen verilerden yola çıkılarak her bir ürünün üretiminde kullanılan hammadde miktarı olarak Tablo 11.'de gr cinsinden gösterilmiştir. (Örme mamul kullanıldığı için ağırlıklar gr cinsinden ifade edilmiştir)

Tablo 11: Hammadde Teknik Katsayıları

Ürün	Birim Başına Kullanılan Hammadde Miktarı (gr)
X ₁	0,20
X ₂	0,28
X ₃	0,21
X ₄	0,63
X ₅	0,38
X ₆	0,10

İşletmeden elde edilen sonuçlara göre her bir ürün için kullanılan hammadde miktarları açısından teknik katsayılar;

$$0,2X_1 + 0,28X_2 + 0,21X_3 + 0,63 X_4 + 0,38 X_5 + 0,1 X_6 \text{ şeklindedir.}$$

III. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİNİN OLUŞTURULMASI

A. AMAÇ FONKSİYONUNUN KATSAYILARININ BULUNMASI

İşletmeden elde edilen verilere göre Mart ayı içerisinde üretilen ürünlerden birim başına elde edilen kârlar Tablo 12.'de gösterilmektedir. Bu katsayılar amaç fonksiyonunun teknik katsayıları olacaktır.

Tablo 12: Ürünlerden Sağlanan Birim Kârlar

ÜRÜN TÜRLERİ	Kâr Miktarları (TL/adet)
(X ₁)	1,1
(X ₂)	3,7
(X ₃)	3
(X ₄)	3,8
(X ₅)	2,5
(X ₆)	1

Elde edilen bu sonuçlara göre kâr miktarları açısından amaç fonksiyonu;

$$1,1X_1 + 3,7X_2 + 3X_3 + 3,8X_4 + 2,5X_5 + X_6 \text{ şeklindedir.}$$

İşletmenin; üretim planlamasında kurulacak doğrusal programlama modelinin tutarlılığı, amaç fonksiyonunun katsayılarını oluşturacak ürün kârlarının doğruluğu oranında anlamlı olacaktır. İşletmeden alınan her bir ürün için kâr değerleri TL cinsinden Tablo 12.'de verilmiştir. Bu tabloya göre birim kârı en fazla olan ürün X₄ karar değişkeni ile gösterilen Sweatshirt 'dür.

B. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİNİN KURULMASI

Modelin Karar Değişkenleri aşağıda gösterilmiştir.

X_1 = Üretilecek T-shirt Miktarı

X_2 = Üretilecek Polo-shirt Miktarı

X_3 = Üretilecek Short Miktarı

X_4 = Üretilecek Sweatshirt Miktarı

X_5 = Üretilecek Etek Miktarı

X_6 = Üretilecek Atlet Miktarı

Amaç fonksiyonu toplam kârın maksimizasyonu şeklinde oluşturulmuştur.

$Z = 1,1X_1 + 3,7X_2 + 3X_3 + 3,8X_4 + 2,5 X_5 + X_6$ şeklindedir.

1. Teorik Aylık Üretim Planlaması

$Z_{\max} = 1,1X_1 + 3,7X_2 + 3X_3 + 3,8X_4 + 2,5 X_5 + X_6$ Amaç fonksiyonu olmak üzere; Tablo.3.'den elde edilen makinelerin bir aylık teorik çalışma zamanları ve Tablo.9.'dan elde edilen makinelerin teknik katsayılarına göre makine kısıtlayıcıları her bir makine için aşağıda gösterildiği gibidir;

Juki Overlok 4 İp Havalı İplik Kesicili Makine Kısıtlayıcı

$$0,34 X_1 + 0,13 X_2 + 0,49 X_4 + 0,14 X_5 \leq 270000$$

Juki Biye Reçme Makine Kısıtlayıcı

$$0,03 X_1 + 0,028 X_3 + 0,017 X_5 + 0,06 X_6 \leq 64800$$

Juki Otomatik Düz Makine Kısıtlayıcı

$$0,09 X_1 + 0,21 X_2 + 0,28 X_3 + 0,138 X_4 + 0,16 X_5 + 0,04 X_6 \leq 432000$$

Juki Otomatik Etek Reçme Makine Kısıtlayıcı

$$0,11 X_2 + 0,026 X_3 + 0,39 X_4 + 0,035 X_5 + 0,033 X_6 \leq 162000$$

Juki AMS 250 Pat Otomatı Makine Kısıtlayıcı

$$0,02 X_2 \leq 21600$$

Juki Ponteriz Makine Kısıtlayıcı

$$0,01 X_2 + 0,042 X_3 \leq 32400$$

Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik Makine Kısıtlayıcı

$$0,011 X_2 + 0,022 X_3 \leq 21600$$

Juki LK 1903 Tam Otomatik Düğme Makine Kısıtlayıcı

$$0,012 X_2 + 0,023 X_3 \leq 21600$$

Kingteks Overlok 4 İp Makine Kısıtlayıcı

$$0,12 X_3 + 0,14 X_6 \leq 237600$$

Juki Regülatörlü Reçme Makine Kısıtlayıcısı

$$0,021 X_3 + 0,032 X_5 \leq 75600$$

İşgücü kısıtlayıcıları ise Tablo 7.'de görülen bir günde bütün ürünler için çalışan kişi sayısı ve Tablo 10.'da her bir ürün için makine saatlerine göre oluşturulmuştur;

$$0,46 X_1 + 0,50 X_2 + 0,54 X_3 + 1,01 X_4 + 0,37 X_5 + 0,27 X_6 \leq 1782000$$

$$165 (\text{Çalışan sayısı}) \times 9 (\text{saat}) \times 60 (\text{dk}) \times 20 (\text{gün}) = 1782000$$

Hammadde kısıtlayıcısı, bir aylık teorik hesaplama yapılacağından dolayı termin tarihlerine göre işletmeden elde edilen bir aylık üretim adetleri (Bkz. Tablo 2) baz alınarak hammadde kısıtlayıcısı denklemi, Tablo 13'de şu şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 13: Bir Aylık (Teorik) Üretimde Kullanılan Hammadde Miktarı

Ürün	Birim Başına Kullanılan Hammadde Miktarı (gr)	Bir Aylık Üretilen Miktar (Adet)	Bir Aylık Kullanılan Toplam Hammadde Miktarı(gr)
X ₁	0,20	34956	6991
X ₂	0,28	48746	13648
X ₃	0,21	540	113
X ₄	0,63	793	499
X ₅	0,38	17268	6561
X ₆	0,10	1553	155
GENEL TOPLAM			27967

Buna göre teorik olarak hammadde kısıtlayıcısı denklemi;

$$0,2X_1 + 0,28X_2 + 0,21X_3 + 0,63 X_4 + 0,38 X_5 + 0,1 X_6 \leq 27967$$

Oluşturulan modelin pozitiflik şartı;

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6 \geq 0$$

2. Teorik Yıllık Üretim Planlaması

$Z_{max} = 1,1X_1 + 3,7X_2 + 3X_3 + 3,8X_4 + 2,5 X_5 + X_6$ Amaç fonksiyonu olmak üzere; Tablo.4.'den elde edilen makinelerin bir yıllık teorik çalışma zamanları ve Tablo.9.'dan elde edilen makinelerin teknik katsayılarına göre makine kısıtlayıcıları her bir makine için aşağıda gösterildiği gibidir;

Juki Overlok 4 İp Havalı İplik Kesicili Makine Kısıtlayıcı

$$0,34 X_1 + 0,13 X_2 + 0,49 X_4 + 0,14 X_5 \leq 32400$$

Juki Biye Reçme Makine Kısıtlayıcı

$$0,03 X_1 + 0,028 X_3 + 0,017 X_5 + 0,06 X_6 \leq 777600$$

Juki Otomatik Düz Makine Kısıtlayıcı

$$0,09 X_1 + 0,21 X_2 + 0,28 X_3 + 0,138 X_4 + 0,16 X_5 + 0,04 X_6 \leq 5184000$$

Juki Otomatik Etek Reçme Makine Kısıtlayıcı

$$0,11 X_2 + 0,026 X_3 + 0,39 X_4 + 0,035 X_5 + 0,033 X_6 \leq 1944000$$

Juki AMS 250 Pat Otomatı Makine Kısıtlayıcı

$$0,02 X_2 \leq 259200$$

Juki Ponteriz Makine Kısıtlayıcı

$$0,01 X_2 + 0,042 X_3 \leq 388800$$

Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik Makine Kısıtlayıcı

$$0,011 X_2 + 0,022 X_3 \leq 259200$$

Juki LK 1903 Tam Otomatik Düğme Makine Kısıtlayıcı

$$0,012 X_2 + 0,023 X_3 \leq 259200$$

Kingteks overlok 4 İp Makine Kısıtlayıcı

$$0,12 X_3 + 0,14 X_6 \leq 2851200$$

Juki Regülatlı Reçme Makine Kısıtlayıcısı

$$0,021 X_3 + 0,032 X_5 \leq 907200$$

İşgücü kısıtlayıcıları ise Tablo 7.'de görülen bir günde bütün ürünler için çalışan kişi sayısı ve Tablo 10.'da her bir ürün için makine saatlerine göre oluşturulmuştur;

$$0,46 X_1 + 0,50 X_2 + 0,54 X_3 + 1,01 X_4 + 0,37 X_5 + 0,27 X_6 \leq 21384000$$

$$165 (\text{Çalışan sayısı}) \times 9 (\text{saat}) \times 60 (\text{dk}) \times 240 (\text{gün}) = 21384000$$

Hammadde kısıtlayıcısı, bir aylık teorik hesaplama yapılacağından dolayı termin tarihlerine göre işletmeden elde edilen bir aylık üretim adetleri (Bkz. Tablo 2) baz alınarak hammadde kısıtlayıcısı denklemini, Tablo 14'de şu şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 14: Bir Yıllık (Teorik) Üretimde Kullanılan Hammadde Miktarı

Ürün	Birim Başına Kullanılan Hammadde Miktarı (gr)	Bir Aylık Üretilen Miktar (Adet)	Bir Yıllık Üretilen Miktar (Adet)	Bir Yıllık Kullanılan Toplam Hammadde Miktarı(gr)
X ₁	0,20	34956	419472	83894
X ₂	0,28	48746	584952	163786
X ₃	0,21	540	6480	1360
X ₄	0,63	793	9516	5995
X ₅	0,38	17268	207216	78742
X ₆	0,10	1553	18636	1863
GENEL TOPLAM				335640

Buna göre teorik olarak hammadde kısıtlayıcısı denklemi;

$$0,2X_1 + 0,28X_2 + 0,21X_3 + 0,63 X_4 + 0,38 X_5 + 0,1 X_6 \leq 335640$$

Oluşturulan modelin pozitiflik şartı;

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6 \geq 0$$

3. Uygulama Yapılan İşletmede Mart Ayına Ait Gerçek Üretim Planlaması

$Z_{max} = 1,1X_1 + 3,7X_2 + 3X_3 + 3,8X_4 + 2,5 X_5 + X_6$ Amaç fonksiyonu olmak üzere; Tablo.5.'den elde edilen makinelerin bir aylık gerçek çalışma zamanları ve Tablo.9.'dan elde edilen makinelerin teknik katsayılarına göre makine kısıtlayıcıları her bir makine için aşağıda gösterildiği gibidir;

Juki Overlok 4 İp Havalı İplik Kesicili Makine Kısıtlayıcı

$$0,34 X_1 + 0,13 X_2 + 0,49 X_4 + 0,14 X_5 \leq 297000$$

Juki Biye Reçme Makine Kısıtlayıcı

$$0,03 X_1 + 0,028 X_3 + 0,017 X_5 + 0,06 X_6 \leq 71280$$

Juki Otomatik Düz Makine Kısıtlayıcı

$$0,09 X_1 + 0,21 X_2 + 0,28 X_3 + 0,138 X_4 + 0,16 X_5 + 0,04 X_6 \leq 475200$$

Juki Otomatik Etek Reçme Makine Kısıtlayıcı

$$0,11 X_2 + 0,026 X_3 + 0,39 X_4 + 0,035 X_5 + 0,033 X_6 \leq 178200$$

Juki AMS 250 Pat Otomatı Makine Kısıtlayıcı

$$0,02 X_2 \leq 23760$$

Juki Ponteriz Makine Kısıtlayıcı

$$0,01 X_2 + 0,042 X_3 \leq 35640$$

Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik Makine Kısıtlayıcı

$$0,011 X_2 + 0,022 X_3 \leq 23760$$

Juki LK 1903 Tam Otomatik Düğme Makine Kısıtlayıcı

$$0,012 X_2 + 0,023 X_3 \leq 23760$$

Kingteks Overlok 4 İp Makine Kısıtlayıcı

$$0,12 X_3 + 0,14 X_6 \leq 261360$$

Juki Regülatı Reçme Makine Kısıtlayıcısı

$$0,021 X_3 + 0,032 X_5 \leq 83160$$

İşgücü kısıtlayıcıları ise Tablo 7.'de görülen bir günde bütün ürünler için çalışan kişi sayısı ve Tablo 10.'da her bir ürün için makine saatlerine göre oluşturulmuştur;

$$0,46 X_1 + 0,50 X_2 + 0,54 X_3 + 1,01 X_4 + 0,37 X_5 + 0,27 X_6 \leq 1960200$$

$$165 (\text{Çalışan sayısı}) \times 9 (\text{saat}) \times 60 (\text{dk}) \times 22 (\text{gün}) = 1960200$$

Hammadde kısıtlayıcısı, bir aylık fiili hesaplama yapılacağından dolayı termin tarihlerine göre işletmeden elde edilen bir aylık üretim adetleri (Bkz. Tablo 2) baz alınarak hammadde kısıtlayıcısı denklemleri, Tablo 15'de şu şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 15: Bir Aylık (Fiili) Üretimde Kullanılan Hammadde Miktarı

Ürün	Birim Başına Kullanılan Hammadde Miktarı (gr)	Bir Aylık Üretilen Miktar (adet)	Bir Aylık Kullanılan Toplam Hammadde Miktarı(gr)
X ₁	0,20	34956	6991
X ₂	0,28	48746	13648
X ₃	0,21	540	113
X ₄	0,63	793	499
X ₅	0,38	17268	6561
X ₆	0,10	1553	155
GENEL TOPLAM			27967

Buna göre fiili olarak hammadde kısıtlayıcısı denklemleri;

$$0,2X_1 + 0,28X_2 + 0,21X_3 + 0,63 X_4 + 0,38 X_5 + 0,1 X_6 \leq 27967$$

Oluşturulan modelin pozitiflik şartı;

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6 \geq 0$$

4. Uygulama Yapılan İşletmede Yıllık Gerçek Üretim Planlaması

$Z_{\max} = 1,1X_1 + 3,7X_2 + 3X_3 + 3,8X_4 + 2,5 X_5 + X_6$ Amaç fonksiyonu olmak üzere; Tablo.6.'dan elde edilen makinelerin bir yıllık gerçek çalışma zamanları ve Tablo.9.'dan elde edilen makinelerin teknik katsayılarına göre makine kısıtlayıcıları her bir makine için aşağıda gösterildiği gibidir;

Juki Overlok 4 İp Havalı İplik Kesicili Makine Kısıtlayıcı

$$0,34 X_1 + 0,13 X_2 + 0,49 X_4 + 0,14 X_5 \leq 3564000$$

Juki Biye Reçme Makine Kısıtlayıcı

$$0,03 X_1 + 0,028 X_3 + 0,017 X_5 + 0,06 X_6 \leq 855360$$

Juki Otomatik Düz Makine Kısıtlayıcı

$$0,09 X_1 + 0,21 X_2 + 0,28 X_3 + 0,138 X_4 + 0,16 X_5 + 0,04 X_6 \leq 5702400$$

Juki Otomatik Etek Reçme Makine Kısıtlayıcı

$$0,11 X_2 + 0,026 X_3 + 0,39 X_4 + 0,035 X_5 + 0,033 X_6 \leq 2138400$$

Juki AMS 250 Pat Otomatı Makine Kısıtlayıcı

$$0,02 X_2 \leq 285120$$

Juki Ponteriz Makine Kısıtlayıcı

$$0,01 X_2 + 0,042 X_3 \leq 427680$$

Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik Makine Kısıtlayıcı

$$0,011 X_2 + 0,022 X_3 \leq 285120$$

Juki LK 1903 Tam Otomatik Düğme Makine Kısıtlayıcı

$$0,012 X_2 + 0,023 X_3 \leq 285120$$

Kingteks overlok 4 İp Makine Kısıtlayıcı

$$0,12 X_3 + 0,14 X_6 \leq 3136320$$

Juki Regülatlı Reçme Makine Kısıtlayıcısı

$$0,021 X_3 + 0,032 X_5 \leq 997920$$

İşgücü kısıtlayıcıları ise Tablo 7.'de görülen bir günde bütün ürünler için çalışan kişi sayısı ve Tablo 10.'da her bir ürün için makine saatlerine göre oluşturulmuştur;

$$0,46 X_1 + 0,50 X_2 + 0,54 X_3 + 1,01 X_4 + 0,37 X_5 + 0,27 X_6 \leq 23522400$$

$$165 (\text{Çalışan sayısı}) \times 9 (\text{saat}) \times 60 (\text{dk}) \times 264 (\text{gün}) = 23522400$$

Hammadde kısıtlayıcısı, bir yıllık fiili hesaplama yapılacağından dolayı 04.04.2008 - 04.04.2009 tarihleri arasında işletmeden elde edilen bir yıllık fiili üretim adetleri baz alınarak hammadde kısıtlayıcısı denklemi Tablo 16.'da şu şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 16: Bir Yıllık (Fiili) Üretimde Kullanılan Hammadde Miktarı

Ürün	Birim Başına Kullanılan Hammadde Miktarı (gr)	Bir Yıllık Üretilen Miktar (Adet)	Bir Yıllık Kullanılan Toplam Hammadde Miktarı(gr)
X ₁	0,20	172800	34560
X ₂	0,28	72000	20160
X ₃	0,21	43560	9147
X ₄	0,63	151200	95256
X ₅	0,38	96750	36765
X ₆	0,10	66150	6615
GENEL TOPLAM			202503

Buna göre fiili olarak hammadde kısıtlayıcısı denklemi;

$$0,2X_1 + 0,28X_2 + 0,21X_3 + 0,63 X_4 + 0,38 X_5 + 0,1 X_6 \leq 202503$$

Oluşturulan modelin pozitiflik şartı;

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6 \geq 0$$

C. MODELİN ÇÖZÜMÜ

Bu çalışmada, modelin çözümünde bilgisayar paket programlarından WinQSB Linear and Integer Programming 1.0 versiyonu kullanılmıştır. WinQSB işletme ve yöneylem araştırmaları için hazırlanmış entegre bir paket programdır. Bu paket programında yer alan doğrusal programlama modülünden yararlanılarak işletmenin teorik ve fiili olarak hem aylık hem de yıllık üretim planlama analizi yapılmıştır. Bu analizlerde işletmenin kısıtlı kaynaklarındaki (hammadde, işgücü, makine) değişimlerin amaç fonksiyonu olan kâra etkilerinin ne şekilde olacağını ortaya koymak için duyarlılık analizlerine de yer verilmiştir.

İşletme sorunlarına uygulanan doğrusal programlama modellerindeki kazanç ve maliyet, teknoloji katsayıları, kaynakların düzeyi gibi parametreler, öngörülenmiş değerler olduğundan, bu değerlerin hatalı olması yada zaman içinde değişmesi söz konusu olabilmektedir.. Bu parametrelerin değişmesi durumunda optimal çözümün nasıl etkileneceğinin gözlenmesi gerekir. Bu gözlemler duyarlılık analizleriyle gerçekleştirilir. Yeni bir kaynak kısıdının yada yeni bir yapının (ek bir değişken) çözümü nasıl etkileyebileceği de yine duyarlılık analizi ile anlaşılabilir (Tütek ve Gümüšoğlu, 1994:194). Bu nedenle sonuçlar yorumlanırken duyarlılık analizleri de yapılmıştır.

1. Teorik Aylık Üretim Planlaması Çözümü

İşletmede gerçekleşen teorik aylık üretim değerleri program veri giriş penceresinden girilip Solve and Analyze (çöz ve analiz et) menüsünden Solve the Problem (problemi çöz) seçeneğiyle Şekil 1'deki çözüm penceresine ulaşılır.

Şekil 1: Çözüm Penceresi (Bir Aylık Teorik)

Linear and Integer Programming								
File Format Results Utilities Window Help								
Combined Report for Üretim Planlaması								
	21-08-15	Tuesday	March	30	2010			
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X1	0	1,1000	0	-1,7571	at bound	-M	2,8571
2	X2	0	3,7000	0	-0,3000	at bound	-M	4,0000
3	X3	133.176.2000	3,0000	399.528.6000	0	basic	2,7750	M
4	X4	0	3,8000	0	-5,2000	at bound	-M	9,0000
5	X5	0	2,5000	0	-2,9286	at bound	-M	5,4286
6	X6	0	1,0000	0	-0,4286	at bound	-M	1,4286
	Objective	Function	(Max.) =	399.528.6000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	Juki Overlok 4 İp	0	<=	270.000,0000	270.000,0000	0	0	M
2	Juki Biye Reçme	3.726,9330	<=	64.800,0000	61.071,0700	0	3.726,9340	M
3	Juki Otomatik Düz	37.289,3300	<=	432.000,0000	394.710,7000	0	37.289,3400	M
4	Juki Otomatik Etek Reçme	3.462,5810	<=	162.000,0000	158.537,4000	0	3.462,5780	M
5	Juki AMS 250 Pat Otomati	0	<=	21.600,0000	21.600,0000	0	0	M
6	Juki Ponteziz	5.593,4000	<=	32.400,0000	26.806,6000	0	5.593,4000	M
7	Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik	2.929,8760	<=	21.600,0000	18.670,1200	0	2.929,8770	M
8	Juki LK 1903 Tam Otomatik Düşme	3.063,0520	<=	21.600,0000	18.536,9500	0	3.063,0530	M
9	Kangleks overlok 4 İp	15.981,1400	<=	237.600,0000	221.618,9000	0	15.981,1400	M
10	Juki Regülata Reçme	2.796,7000	<=	76.600,0000	72.803,3000	0	2.796,7030	M
11	İşgücü	71.915,1400	<=	1.782.000,0000	1.710.085,0000	0	71.915,1300	M
12	Hammadde	27.967,0000	<=	27.967,0000	0	14,2857	0	162.000,0000

Şekil 1'deki çözüm değerlerine göre işletmenin en yüksek kâr olan 399.528 TL'ye 133.176.2000 adet X₃ (Short) üretmesi halinde ulaşılabileceği görülmektedir. Çözüm penceresinde yer alan Allowable Min c(j) duyarlılık analizi alt sınırını gösterirken, Allowable Max c(j) duyarlılık analizi üst sınırını göstermektedir. Buna göre X₃ karar değişkeniyle ifade edilen Short ürününden elde edilen kâr 2,7750 TL ile + ∞ aralığında kaldığı sürece 133.176.2000 adet Short üretilebileceği söylenebilir. Benzer olarak makine, işgücü ve hammadde kısıtlayıcılarının sağ taraf sabitleri sırasıyla Tablo 17.'de gösterilen aralıklarda kaldığı sürece bu kaynakların gölge fiyatları değişmeyecektir. Yani kaynaklar bu aralıkta kaldığı sürece amaç fonksiyonunda herhangi bir artış veya azalış olmayacaktır.

Tablo 17: Kısıtlayıcılar Aralığı (Teorik Aylık)

Makineler (dk)	Alt Sınır	Üst Sınır
Juki Overlok 4 İp Havalı iplik Kesicili	0	$+\infty$
Juki Biye Reçme	3728	$+\infty$
Juki Otomatik Düz	37289	$+\infty$
Juki Otomatik Etek Reçme	3462	$+\infty$
Juki AMS 250 Pat Otomati	0	$+\infty$
Juki Ponteriz	5593	$+\infty$
Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik	2929	$+\infty$
Juki LK 1903 Tam Otomatik Düğme	3063	$+\infty$
Kingteks overlok 4 İp	15981	$+\infty$
Juki Regülah Reçme	2796	$+\infty$
İşgücü (dk)	71915	$+\infty$
Hammadde (gr)	0	162000

2. Teorik Yıllık Üretim Planlaması Çözümü

İşletmede gerçekleşen teorik yıllık üretim değerleri program veri giriş penceresinden girilip Solve and Analyze (çöz ve analiz et) menüsünden Solve the Problem (problemi çöz) seçeneğiyle Şekil 2'deki çözüm penceresine ulaşılır.

Şekil 2: Çözüm Penceresi (Bir Yıllık Teorik)

Linear and Integer Programming								
File Format Results Utilities Window Help								
Combined Report for Üretim Planlaması								
	21:25:53		Tuesday	March	30	2010		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X1	0	1,1000	0	-1,7571	at bound	-M	2,8571
2	X2	0	3,7000	0	-0,3000	at bound	-M	4,0000
3	X3	1 598 286,0000	3,0000	4 794 857,0000	0	basic	2,7750	M
4	X4	0	3,8000	0	-5,2000	at bound	-M	9,0000
5	X5	0	2,5000	0	-2,9286	at bound	-M	5,4286
6	X6	0	1,0000	0	-0,4286	at bound	-M	1,4286
	Objective	Function	(Max.) =	4 794 857,0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	Juki Overlok 4 İp	0	<=	324 000,0000	324 000,0000	0	0	M
2	Juki Biye Reçme	44 752,0000	<=	777 600,0000	732 848,0000	0	44 752,0000	M
3	Juki Otomatik Düz	447 520,0000	<=	5 184 000,0000	4 736 480,0000	0	447 520,0000	M
4	Juki Otomatik Etek Reçme	41 555,4360	<=	1 944 000,0000	1 902 445,0000	0	41 555,3860	M
5	Juki AMS 250 Pat Otomati	0	<=	259 200,0000	259 200,0000	0	0	M
6	Juki Ponteriz	67 128,0000	<=	388 800,0000	321 672,0000	0	67 128,0000	M
7	Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik	35 162,2900	<=	259 200,0000	224 037,7000	0	35 162,2900	M
8	Juki LK 1903 Tam Otomatik Düğme	36 760,5700	<=	259 200,0000	222 439,4000	0	36 760,5800	M
9	Kingteks overlok 4 İp	191 794,3000	<=	2 051 200,0000	2 659 406,0000	0	191 794,3000	M
10	Juki Regülah Reçme	33 564,0000	<=	907 200,0000	873 636,0000	0	33 564,0000	M
11	İşgücü	863 074,3000	<=	21 384 000,0000	20 520 930,0000	0	863 074,0000	M
12	Hammadde	335 640,0000	<=	335 640,0000	0	14,2057	0	1 344 000,0000

Şekil 2.'deki çözüm değerlerine göre işletmenin en yüksek kâr olan 4794857 TL'ye 1598286 adet X_3 (Short) üretmesi halinde ulaşılabileceği görülmektedir. Çözüm penceresinde yer alan Allowable Min $c(j)$ duyarlılık analizi alt sınırını gösterirken, Allowable Max $c(j)$ duyarlılık analizi üst sınırını göstermektedir. Buna göre X_3 karar değişkeniyle ifade edilen Short ürününden elde edilen kâr 2,7750 TL ile $+\infty$ aralığında kaldığı sürece 1598286 adet Short üretilbileceği söylenebilir. Benzer olarak makine, işgücü ve hammadde kısıtlayıcılarının sağ taraf sabitleri sırasıyla Tablo 18.'de gösterilen aralıklarda kaldığı sürece bu kaynakların gölge fiyatları değişmeyecektir. Yani kaynaklar bu aralıkta kaldığı sürece amaç fonksiyonunda herhangi bir artış veya azalış olmayacaktır.

Tablo 18: Kısıtlayıcılar Aralığı (Teorik Yıllık)

Makineler (dk)	Alt Sınır	Üst Sınır
Juki Overlok 4 İp Havalı iplik Kesicili	0	$+\infty$
Juki Biye Reçme	44752	$+\infty$
Juki Otomatik Düz	447520	$+\infty$
Juki Otomatik Etek Reçme	41555	$+\infty$
Juki AMS 250 Pat Otomati	0	$+\infty$
Juki Ponteriz	67128	$+\infty$
Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik	35162	$+\infty$
Juki LK 1903 Tam Otomatik Düğme	36760	$+\infty$
Kingteks overlok 4 İp	191794	$+\infty$
Juki Regülah Reçme	33564	$+\infty$
İşgücü (dk)	863074	$+\infty$
Hammadde (gr)	0	1944000

3. Uygulama Yapılan İşletmede Mart Ayına Ait Gerçek Üretim Planlaması Çözümü

İşletmede gerçekleşen fiili aylık üretim değerleri program veri giriş penceresinden girilip Solve and Analyze (çöz ve analiz et) menüsünden Solve the Problem (problemi çöz) seçeneğiyle Şekil 3'deki çözüm penceresine ulaşılır.

Şekil 3: Çözüm Penceresi (Bir Aylık Gerçek)

Linear and Integer Programming								
File Format Results Utilities Window Help								
Combined Report for Üretim Planlaması								
	21.30.39	Tuesday	March	30	2010			
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basic Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X1	0	1,1000	0	-1,7571	at bound	-M	2,8571
2	X2	0	3,7000	0	-0,3000	at bound	-M	4,0000
3	X3	133.176,2000	3,0000	399.520,6000	0	basic	2,7750	M
4	X4	0	3,8000	0	-5,2000	at bound	-M	3,0000
5	X5	0	2,5000	0	-2,9785	at bound	-M	5,4286
6	X6	0	1,0000	0	-0,4286	at bound	-M	1,4286
	Objective	Function	[Max.] =	399.528,6000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	Juki Overlok 4 İp	0	<=	297.000,0000	297.000,0000	0	0	M
2	Juki Biye Reçme	3.728,9300	<=	71.200,0000	67.551,0700	0	3.728,9300	M
3	Juki Otomatik Düz	37.289,3300	<=	475.200,0000	437.910,7000	0	37.289,3400	M
4	Juki Otomatik Etek Reçme	3.462,5810	<=	178.200,0000	174.737,4000	0	3.462,5790	M
5	Juki AMS 250 Pat Otomatı	0	<=	23.760,0000	23.760,0000	0	0	M
6	Juki Ponteriz	5.593,4000	<=	35.640,0000	30.046,6000	0	5.593,4000	M
7	Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik	2.929,8760	<=	23.760,0000	20.830,1200	0	2.929,8770	M
8	Juki LK 1903 Tam Otomatik Düşme	3.063,0520	<=	23.760,0000	20.696,9500	0	3.063,0530	M
9	Kingteks overlok 4 İp	15.981,1400	<=	261.360,0000	245.378,9000	0	15.981,1400	M
10	Juki Regülatlı Reçme	2.796,7000	<=	03.160,0000	00.363,3000	0	2.796,7030	M
11	İşgücü	71.915,1400	<=	1.960.200,0000	1.888.285,0000	0	71.915,1300	M
12	Hammadde	27.967,6000	<=	27.967,6000	0	14,2857	0	178.200,0000

Şekil 3.'deki çözüm değerlerine göre işletmenin en yüksek kâr olan 399.528 TL'ye 133.176.200 adet X₃ (Short) üretmesi halinde ulaşılabileceği görülmektedir. Çözüm penceresinde yer alan Allowable Min c(j) duyarlılık analizi alt sınırını gösterirken, Allowable Max c(j) duyarlılık analizi üst sınırını göstermektedir. Buna göre X₃ karar değişkeniyle ifade edilen Short ürününden elde edilen kâr 2,7750 TL ile + ∞ aralığında kaldığı sürece 133.176.200 adet Short üretilebileceği söylenebilir. Benzer olarak makine, işgücü ve hammadde kısıtlayıcılarının sağ taraf sabitleri sırasıyla Tablo 19.'da gösterilen aralıklarda kaldığı sürece bu kaynakların gölge fiyatları değişmeyecektir. Yani kaynaklar bu aralıkta kaldığı sürece amaç fonksiyonunda herhangi bir artış veya azalış olmayacaktır.

Tablo 19: Kısıtlayıcılar Aralığı (Gerçek Aylık)

Makineler (dk)	Alt Sınır	Üst Sınır
Juki Overlok 4 İp Havalı İplik Kesicili	0	+ ∞
Juki Biye Reçme	3728	+ ∞
Juki Otomatik Düz	37289	+ ∞
Juki Otomatik Etek Reçme	3462	+ ∞
Juki AMS 250 Pat Otomatı	0	+ ∞
Juki Ponteriz	5593	+ ∞
Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik	2929	+ ∞
Juki LK 1903 Tam Otomatik Düşme	3063	+ ∞
Kingteks Overlok 4 İp	15981	+ ∞
Juki Regülatlı Reçme	2796	+ ∞
İşgücü (dk)	71915	+ ∞
Hammadde (gr)	0	178200

4. Uygulama Yapılan İşletmede Yıllık Gerçek Üretim Planlaması Çözümü

İşletmede gerçekleşen gerçek yıllık üretim değerleri program veri girişi penceresinden girilip Solve and Analyze (çöz ve analiz et) menüsünden Solve the Problem (problemi çöz) seçeneğiyle Şekil 4’deki çözüm penceresine ulaşılır.

Şekil 4: Çözüm Penceresi (Bir Yıllık Gerçek)

Linear and Integer Programming								
File Format Results Utilities Window Help								
Combined Report for Üretim Planlaması								
	21:33:41		Tuesday	March	30	2010		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	X1	0	1,1000	0	-1,7571	at bound	-M	2,8571
2	X2	0	3,7000	0	-0,3000	at bound	-M	4,0000
3	X3	964.300.0000	3,0000	2.892.900.0000	0	basic	2,7750	M
4	X4	0	3,8000	0	-5,2000	at bound	-M	9,0000
5	X5	0	2,5000	0	-2,9286	at bound	-M	5,4286
6	X6	0	1,0000	0	-0,4286	at bound	-M	1,4286
	Objective	Function	(Max.) =	2.892.900.0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	Juki Overlok 4 İp	0	<=	3.964.000.0000	3.964.000.0000	0	0	M
2	Juki Biye Reçme	27.000.4000	<=	895.360.0000	828.359.6000	0	27.000.3800	M
3	Juki Otomatik Düğ	270.004.0000	<=	5.702.400.0000	5.432.396.0000	0	270.004.0000	M
4	Juki Otomatik Etek Reçme	25.071.0000	<=	2.130.400.0000	2.113.328.0000	0	25.071.7500	M
5	Juki AMS 250 Pat Otomat	0	<=	285.120.0000	285.120.0000	0	0	M
6	Juki Panteriz	40.500.6000	<=	427.680.0000	387.179.4000	0	40.500.5900	M
7	Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik	21.214.6000	<=	285.120.0000	263.905.4000	0	21.214.5900	M
8	Juki LK 1903 Tam Otomatik Düğme	22.178.9000	<=	285.120.0000	262.941.1000	0	22.170.9100	M
9	Kingteks overlok 4 İp	115.716.0000	<=	3.136.320.0000	3.020.604.0000	0	115.716.0000	M
10	Juki Regülak Reçme	20.250.3000	<=	997.920.0000	977.669.7000	0	20.250.3100	M
11	İşgücü	520.722.0000	<=	23.522.400.0000	23.001.680.0000	0	520.722.0000	M
12	Hammadde	202.503.0000	<=	202.503.0000	0	14,2857	0	2.138.400.0000

Şekil 4’deki çözüm değerlerine göre işletmenin en yüksek kâr olan 2892900 TL’ye 964.300 adet X₃ (Short) üretmesi halinde ulaşılabileceği görülmektedir. Çözüm penceresinde yer alan Allowable Min c(j) duyarlılık analizi alt sınırını gösterirken, Allowable Max c(j) duyarlılık analizi üst sınırını göstermektedir. Buna göre X₃ karar değişkeniyle ifade edilen Short ürününden elde edilen kâr 2,7750 TL ile + ∞ aralığında kaldığı sürece 964300 adet Short üretilebileceği söylenebilir. Benzer olarak makine, işgücü ve hammadde kısıtlayıcılarının sağ taraf sabitleri sırasıyla Tablo 20.’de gösterilen aralıklarda kaldığı sürece bu kaynakların gölge fiyatları değişmeyecektir. Yani kaynaklar bu aralıkta kaldığı sürece amaç fonksiyonunda herhangi bir artış veya azalış olmayacaktır.

Tablo 20: Kısıtlayıcılar Aralığı (Gerçek Yıllık)

Makineler (dk)	Alt Sınır	Üst Sınır
Juki Overlok 4 İp Havalı iplik Kesicili	0	+ ∞
Juki Biye Reçme	27000	+ ∞
Juki Otomatik Düz	270004	+ ∞
Juki Otomatik Etek Reçme	25071	+ ∞
Juki AMS 250 Pat Otomati	0	+ ∞
Juki Ponteriz	40500	+ ∞
Juki LBH 1790 SS Tam Otomatik İlik	21214	+ ∞
Juki LK 1903 Tam Otomatik Düğme	22178	+ ∞
Kingteks overlok 4 İp	115716	+ ∞
Juki Regülahı Reçme	20250	+ ∞
İşgücü (dk)	520722	+ ∞
Hammadde (gr)	0	2138400

SONUÇ

Doğrusal programlama tekniği kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmada optimal üretim stratejisinin bulunması yoluyla kârın maksimizasyonunun sağlanması amaçlanmıştır. Seçilen konfeksiyon işletmesi, gelen bir siparişi istenen niteliklerde karşılamak için kullanılacak her türlü kaynağının seçiminde ve bu kaynakların kullanılmasında bilimsel kaynaklardan çok deneyimlere dayalı olarak kararlar vermektedir. İşletmenin gelen siparişleri karşılamada karşı karşıya kaldığı kaynak seçimi ve kullanımı konusundaki problemi tipik bir karar verme problemidir. Üretim planlama problemlerinde çok sayıda karar değişkeni ve kısıtlayıcılar olmasına rağmen, doğrusal programlama tekniği kullanılarak bu problemler bilgisayar programları ile kolaylıkla çözümlenip kararlar ortaya konabilir. Kurulan matematiksel model WinQSB 1.0 adlı yöneylem araştırması paket programında çözümlenerek, optimum sonuçlar bulunmuştur.

Bu model ile gerçekleştirilen çözümlenmeler neticesinde; işletmenin, makine ve işgücü konusunda atıl kapasite sorunu yaşadığı gözlemlenmiştir. Atıl kapasite miktarları, her bir zamana ait verinin çözüm penceresinde slack or surplus sütununda gösterilmiştir. Bu değerlere bakıldığında makine ve işgücünden verimli bir şekilde faydalandığı söylenemez. Hammadde konusunda ise atıl kapasite sorunu yaşanmamaktadır. Çözüm pencerelerinde görülen gölge fiyatları (shadow price) sütunundaki sonuçlar ise makine ve işgücünün ilave bir saat çalışması ile kâra hiçbir katkının sağlanamayacağını göstermektedir. Çünkü makine ve işgücünün gölge fiyatları 0 TL'dir. Hammaddenin gölge fiyatının ise

14 TL olduğu görülmektedir. Bunun anlamı, hammadde miktarının her bir birim artışında kâra 14 TL'lik katkı sağlanacağıdır. İşletme, siparişe göre üretim yaptığından dolayı bu sonuçlar bize, işletmenin daha fazla siparişi karşılayabileceğini göstermektedir. Bu koşullar altında yapılan teorik ve fiili çözümler neticesinde işletmeyi en kârlı kılacak olan ürünün Short (X_3) olduğu gözlemlenmiştir. İşletmenin siparişe göre üretim yapması nedeniyle bu üründen daha farklı firmalara da çalışarak ya da kendi markasıyla bu üründen üreterek, âtil durumdaki makine ve işgücünden daha fazla faydalanabilecektir. Dolayısıyla elde edilecek kâr miktarları da artacaktır.

İşletmenin üretim miktarları açısından kâr oranlarını karşılaştırdığımızda; teorik ve fiili aylık olarak aynı miktarlarda (133.176.200 adet) ürün üretilmesi halinde aynı oranda kâr (399528 TL) sağlanacağı gözlemlenmiştir. Yıllık olarak ise, teorik ve fiili olarak önemli farklar gözlemlenmiştir. Teorik olarak yılda 1598286 adet Short üretilmesi halinde 4794857 TL kâr elde edileceği fiili olarak ise 964300 adet Short ile 2892900 TL kâr elde edileceği gözlemlenmiştir. Üretilen ürünlerdeki (1598286-964300=633986 adet) bu farkın temel sebebi işletmenin farklı modellerden siparişler almasından kaynaklanmaktadır. Uygulama yapılan işletmede ortaya çıkan bu farkın en temel sebebi işletmenin farklı modeller üzerinde de çalışıyor olmasındandır. Diğer nedenler ise, hiçbir işletmenin %100 verimlilikle çalışamayacağı gerçeğidir. Fakat teorik olarak çıkan değerler, işletmenin göz önünde bulundurması gereken önemli verilerdir. İşletme bu değerleri yakalayabilmek için üretim faktörlerinden maksimum oranda faydalanma yoluna gitmelidir. Geliştirilen bu model işletme için temel bir model oluşturmaktadır. Bu model ile işletmenin ana üretim ünitelerindeki duruşları ve kısıtlayıcı faktörleri (makine, işgücü, hammadde) göz önüne alınarak alternatif modeller ve hedef modeller geliştirilebilir.

Sonuç olarak işletmenin en önemli beklentilerinden biri olan kâr amacının karşılanabilmesi ve bu durumun sürekliliğinin sağlanabilmesi için üretim kaynaklarından maksimum oranda faydalanarak, üretim planlanmalı, alternatif plan stratejileri oluşturulmalı ve planlamada bilimsel karar verme tekniklerine yer verilmelidir.

KAYNAKÇA

- ALAN, M. Ali ve Cavit YEŞİLYURT; (2004), “Doğrusal Programlama Problemlerinin Excel İle Çözümü,” **Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 5(1), ss.151-162
- ASLAN, Demir A.; (1975), **Üretim Ekonomisi ve Politikası**, Sevinç Matbaası, Ankara, 183s.
- BARUTÇUGİL, İsmet S.; (1988), **Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri**, Uludağ Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 3-054-0163, Bursa, 327s.
- BAZARAA, S. Mokhtar; JARVIS J. John ve SHERALI, D. Hanif; (1990), **Linear Programming and Network Flows**, Second Edition, John Wiley&Sons, New York, 574s.
- BUFFA, Elwood S.; (1981), **Temel Üretim Yönetimi**, Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayını, Ankara, 627s.
- DOĞAN, İbrahim; (1995), **Yöneylem Araştırması Teknikleri ve İşletme Uygulamaları**, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 552s.
- GASS, I. Saul; (1975) **Linear Programming Methods and Applications**, Fourth Edition”, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 406s.
- GÜLERMAN, Adnan; (1976), **Mühendislik Ekonomisi ve İşletme Yönetimi**, Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Yayınları No: 4, İzmir, 308s.
- GÜRDOĞAN, Nazif; (1981), **Üretim Planlamasında Doğrusal Programlama ve Demir Çelik Endüstrisinde Bir Uygulama**, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No: 473, Ankara, 152s.
- KARA, İmdat; (1991), **Doğrusal Programlama**, Bilim Teknik Yayınevi, Eskişehir, 270s.
- LOWE P.H.; (1972), **Üretim Planlaması**: İstanbul Reklam Yayınları:11, İstanbul, 65s.
- SARIASLAN, Halil; (1990) **Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama: Bilgisayar Uygulamaları İle Genişletilmiş II. Baskı**, Turhan Kitapevi, Ankara, 305s.
- ÖZGÜVEN, Cemal; (2003), **Doğrusal Programlama ve Uzantıları**, Detay Yayıncılık, Ankara, 272s.
- TAHA, A. Hamdy (2007), **Yöneylem Araştırması**, 6. Basımdan Çeviri, Çev. Ş. Alp Baray – Şakir Esnaf, İstanbul, 900s.
- TOP, Aykut (2006), **Üretim Yönetimi**, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 262s.
- TÜTEK, Hülya H.; Şevkinaz GÜMÜŞOĞLU, (1994), **Sayısal Yöntemler Yönetimsel Yaklaşımlar**, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., Genişletilmiş ve Yenilenmiş 2. Bası, İstanbul, 371s.