

İŞLETMELERDE DOĞRUSAL PROGRAMLAMA VE ÜRETİM PLANLAMASINDA BİLGİSAYAR UYGULAMALARI

Hakan DİNÇER*

Yrd. Doç. Dr. Bahman Alp RENÇBER**

ÖZ

Sanayide ve teknolojiye büyük bir hızla yaşanan gelişmelerle beraber, karar verme işlemi zor bir hal almıştır. İşletmelerde temel kararlardan birisi olan üretim kararı da, işletme açısından çok önemli bir karar olarak karşımıza çıkmaktadır. Karar problemlerine bilimsel bir yaklaşım sunan yöneylem araştırması, birçok karar probleminde olduğu gibi üretim planlama faaliyetinde de kullanılabilir. Çalışma ile işletmelerde var olan karar problemlerine bilimsel bir yaklaşımla çözüm aranması üzerinde durulmuştur. Belirlenen karar problemi matematiksel olarak ifade edilip, doğrusal bir model oluşturulmuştur. Karar problemi olarak, işletmelerde üretim faaliyetlerini belirleyen üretim planlaması seçilmiştir. Üretim planlama faaliyetlerinde yöneylem araştırmasının kullanımına örnek vermek amaçlanmaktadır. Bu amaçla, doğrusal programlamadan faydalanılarak ERKUNT A.Ş. Döküm 1 fabrikasında bulunan Furan hattında üretim planı oluşturulmuştur. Problemin doğrusal olarak ifade edilmesiyle birlikte çözümünde LINGO paket programı kullanılmıştır. Mevcut durum gözlemlenmiş gerekli veriler toplanarak materyal kısmı elde edilmiştir. Kârı maksimum yapmayı amaçladığımızdan dolayı problemi, doğrusal programlama olarak ifade edip ve bilgisayar uygulamalı olarak problemin çözümü yapılmıştır. LINGO çözüm raporu yardımıyla en büyük kârı elde etmek için nasıl bir üretim faaliyeti gerçekleştirilmesi gerektiği açıklanmaktadır. Ayrıca Kârı daha fazla artırmak için ilerleyen dönemlerde yapılacak yatırımlar konusunda fikir vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yöneylem araştırması, Simpleks Yöntemi, Üretim Planlama

JEL Sınıflandırması: C01, C05, C06

LINEER PROGRAMMING FOR BUSINESS AND COMPUTER APPLICATIONS IN PRODUCTION PLANNING

ABSTRACT

Due to fast developments in industry and technology, decision-making process has become difficult. Production decision being one of the main decisions taken by businesses is also quite

* Gazi Üniversitesi, Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Bölümü, Yüksek Lisans Öğrencisi

** Gazi Üniversitesi, Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi, Endüstriyel Teknoloji Eğitimi Bölümü

important for businesses. Operation research providing a scientific approach to decision-making problems could be used in production planning activities as well as in many other decision-based problems. In this study, finding solutions with a scientific approach to decision-making problems of businesses was examined. Specified decision-making-based problem was explained mathematically and a linear model was developed. Production planning which determines the production activities of the businesses was chosen as a decision-making-based problem. In this study, it is targeted to exemplify the usage of operation research in production planning activities. With this purpose, a production plan was developed with the help of linear programming in the Furan Line in ERKUNT A.Ş(Inc.) Casting 1 Factory. After explaining the problem linearly, LINGO software was used to solve it. By observing the situation and gathering necessary data, material of the study was obtained. Since maximum profit was targeted, the problem was defined as a linear programming problem and solved with a software. In the last chapter, conclusion and recommendation, it was explained that what kind of production activity should be followed in order to make the biggest profit according to LINGO.

Key Words: Operation Research, Simplex Method, Production Planning

JEL Classification: C01, C05, C06

1. GİRİŞ

Yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren, hızla gelişen teknoloji ve nüfus artışı pazar payının büyümesine sebep olmuştur. Büyüyen pazar payıyla beraber işletmeler, sürekliliği sağlama ve pazar payını artırma konularında yeni sorunlarla karşılaşmaya başlamışlardır (Aladağ, 2011).

Özellikle endüstri devriminden sonra, işletmelerde meydana gelen hızlı gelişme ile birlikte, karmaşık bir yapı oluşmuştur. Bu karmaşık yapıyla beraber, ortaya çıkan problemler de çözülemez hale gelmiştir. Bundan sonra problemlerin çözümünde, sayısal yöntemlerden faydalanılmaya başlanmıştır (Doğan, 1995).

Şirketlerde, mal ve hizmet üretimi, bunların dağıtımı vb. konulardaki kararlar yöneticiler tarafından verilmektedir. Bu noktada, yöneticinin şirketle ilgili karşılaştığı problemlere akılcı çözümler üretebilmesini etkileyen en önemli etken, bu problemlerin çözülmesi aşamasında kullandığı yöntemlerdir (Sezen, 2004).

Bu noktada bir karar probleminde bahsedebilmemiz için, problemde en az bir amacın olması ve amaç veya amaçlara ulaşmak için sonuçları birbirinden farklı olan seçeneklerin bulunması gerekir. Seçenek sayısının bir olduğu problemde karardan bahsedemeyiz, çünkü seçenek tektir ve amaca ulaşmak için mutlaka uygulanmak zorundadır (Sezen, 2004).

Bir karar probleminin ortaya çıkmış olması için, aşağıdaki koşulların ortaya çıkmış olması gerekmektedir:

1. Karar verecek olan yönetici bir problem ile karşı karşıya olduğunun farkındadır,
2. Problemin çözülmesi gerekliliği bulunmaktadır,
3. Problemin çözümünde birden fazla seçenek ile karşı karşıya kalınmıştır,
4. Birden fazla sayıda olan seçeneklerde, belirsizlik söz konusudur (Aladağ, 2011).

Karar verme işlemi, bir süreçtir. Bu süreç genel olarak problem ile ilgili çözüm seçeneklerinin bilinmesini, bilinmedikleri durumlarda çeşitli yöntemleri kullanarak bu seçeneklerin elde edilmesini ve seçenekler arasından tercih yapılmasını gerekli kılar. İşletmelerde karşılaşılan çeşitli problemlere yönelik çözüm seçeneklerinin belirlenmesi, bu seçenekler arasından en iyisinin seçilmesi, bilimsel yöntemlerden faydalanılarak gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte çağdaş işletmecilik anlayışı, çeşitli problemlerle ilgili alınmış olan kararların doğru alınmış kararlar olmasını ve bu kararların uygulanmasını gerektirir. Bu gibi sebepler, bahsedilen problemlerin çözüm aşamasında, nicel yöntemlerin geliştirilmesine ve bu yöntemlerin değişik problemlere de uygulanmasına katkı sağlamış hatta sebep olmuştur (Sezen, 2004).

İşletmelerde meydana gelen gelişmelerle, işgücü ve yönetim kısımlarının birbirinden ayrışmasına bağlı olarak, uzmanlaşma ön plana çıkmıştır. Böylece işletmeleri oluşturan bileşenler özerk bir yapıya sahip olmuştur. Özerk bir yapıya sahip olan bileşenlerin özerk davranmalarıyla, işletmenin genelinin ortak amaç ve faaliyetlere bakışında zayıflama olmuştur. Bu durumda işletmenin kaynakları, faaliyetler arasında dağıtmasının sağlanmasında zorluklar ortaya çıkmıştır. Bu gibi sorunların giderilmesinde, yöneylem araştırması kullanılmaktadır (Taşkın, 2009).

İşletmelerde karar problemlerinin bu derece önemli ve karmaşık bir yapıya sahip olduğu kesindir. Bu karmaşıklığın yöneticiler tarafından aşılması gerekmektedir. Bu karmaşıklığın giderilmesi, yöneticilerin doğru ve hızlı bir şekilde karar verebilmelerini sağlayabilmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, yöneylem araştırması ile işletmelerde var olan üretim planlama çalışmalarına katkı sağlamak amaçlanmıştır. Araştırma için seçilen işletmede optimum çözümü elde etmek için doğrusal programlama tekniği kullanılmıştır. Kurulan matematiksel modelin çözümünde doğrusal programlama tekniklerinden birisi olan simpleks yönteminden yararlanılmıştır. Simpleks yöntem ile çözüm gerçekleştirilirken LINGO paket programının kullanılmasıyla pratik bir şekilde çözüme ulaşılmıştır. Bu şekilde çalışma yapılan işletme için maksimum karı elde edecek olan üretim planı elde edilmiştir. Elde edilen olan üretim planı bir yıllık bir süreyi kapsamakta olup, işletmenin var olan sınırlı kaynaklarını ve imkanlarını gözeterек oluşturulmuştur.

2. Materyal ve Metod

2.1. Materyal

Çalışmada, uygulama alanı olarak döküm sektörü belirlenerek; Erkunt AŞ de döküm 1 Fabrikası, furan kalıplama hattı üzerinde üretim planı çalışması gerçekleştirilmiştir. Verilerin toplanması esnasında yapılan sözleşmeler, geçmiş yılların verileri ve işletmenin veritabanı kullanılmıştır.

ERKUNT AŞ, “sektörün teknik ve çevre standartlarını belirleyecek, sosyal sorumluluklarının bilincinde kurumsal yapısı ile tüm paydaşlarının tatminini sürekli sağlayacak” bir firmadır. Belirlediği misyon doğrultusunda çevreye ve insan sağlığına önem veren, kaliteyi yaşam felsefesi olarak benimseyen, sürekli gelişmeye açık; ileri teknolojiyi kullanan, uluslararası standartlarda üretim yapan müşteri odaklı bir şirkettir.

Erkunt Sanayi A.Ş. bünyesinde otomotiv, traktör ve iş makinelerine yönelik yürütülen faaliyetler ve tesisler için:

- Döküm teknolojisine dayalı, yüksek kalite ve hassasiyet gerektiren her türlü parça, işlenmiş parça ve ara ürünü sektörün değişen ihtiyaçlarını tam karşılayacak şekilde sunmayı,
- Kalite seviyesini müşteri ve pazar gereksinimlerinin üstüne çıkartmak için beklentileri alıp analiz ederek müşteri memnuniyetini sağlamayı,
- Sürdürülebilir kalkınma ilkesiyle girdiler ve doğal kaynakları verimli yöneterek çevre dostu üretim yapmayı,
- Enerji kullanımında en büyük payı olan elektrik enerjisini tasarımdan başlayarak proseslerine kadar her aşamada değerlendirmeyi,
- Makine ve teçhizat satın alırken enerji verimliliğini dikkate alarak enerji performansını arttırmayı,
- Atıkları öncelikle kaynağında azaltmayı ve teknolojik gelişmeleri takip ederek çevresel kirlenmeyi önlemeyi

- Faaliyetlerden kaynaklanabilecek meslek hastalıklarını, iş kazalarını ve olumsuz çevresel etkileri önlemeyi; çevre boyutları, enerji kullanımları ve iş güvenliği riskleri ile ilgili ulusal ve uluslararası yasal ve diğer gerekliliklere uymayı,

- Entegre yönetim sisteminin etkinliğini, çevre, iş sağlığı ve güvenliği, kalite performanslarını ve enerji verimliliğini sürekli iyileştirmek için süreçlere yönelik amaç ve hedefler koyarak periyodik gözden geçirmeyi, bunları gerçekleştirmek için gerekli olan tüm imkanları sağlamayı,

Sosyal sorumluluk anlayışı gereği tüm çalışanları, tedarikçi ve taşeronları eğiterek, işbirliği ve geri bildirim dayalı sürekli gelişime açık bir kurum kültürü oluşturmayı, taahhüt etmektedir.

Misyonu: Döküm teknolojisine dayalı, yüksek kalite ve hassasiyet gerektiren her türlü parça, işlenmiş parça ve ara ürünü sektörün değişen ihtiyaçlarını tam karşılayacak şekilde sunarak, sektörün teknik ve çevre standartlarını belirleyecek, sosyal sorumluluklarının bilincinde kurumsal yapısı ile tüm paydaşlarının tatminini sağlamaktır.

2.1.1. Problemin Tanımlanması

Sistemin gözlemlenmesi ile gerekli olan verilerin araştırılması yapılarak, problem tanımlanmıştır. Veriler toplanırken, daha önceden işletme bünyesinde var olan veritabanı ve yapılan gözleme çalışmaları kullanılmıştır.

ERKUNT Makine A.Ş. Döküm 1 Fabrikası, furan kalıplama hattında seri üretim olarak, 20 çeşit parçanın üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu parçalar döküm işlemiyle elde edilmektedir. Parçaların üretimi için var olan kıt kaynaklar en verimli şekilde kullanılarak, gerekli şartlar sağlanarak, maksimum kâr elde edileceği üretim planı oluşturulmaya çalışılmıştır. Çünkü rekabet ve gelişen teknolojiyle beraber sadece üretmenin tüm sorunları çözmediği endüstride; işletmede belirtilen koşullar göz önüne alınarak, hangi üründen kaç adet üretilirse en yüksek kâr elde edilir sorusuna cevap aranmıştır.

Furan kalıplama hattında gündüz 8 saatlik çalışma ile belirtilen parçaların yapılmaktadır. Haftada 6 gün üretim yapılmakta olup, 9 kişi furan kalıplama hattında çalışmaktadır. Çalışanların yıllık izinleri çalışma sürelerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Buna göre 7 kişinin 30'ar günlük, 2 kişinin ise 20'şer günlük izin hakları bulunmaktadır. Üretim dönemi olarak, 1 Temmuz 2013 ile 30 Haziran 2014 tarihleri arasındaki süreç için çalışma yapılmıştır. İşgünü takvimi tablo3.1'de belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Erkunt Makina Üretim Planlama Dönemi Çalışma Takvimi

ERKUNT AŞ TEMMUZ 2013-HAZİRAN 2014 ÇALIŞMA TAKVİMİ															
	Tem.13				Ağu.13				Eyl.13						
Pazartesi	1	8	15	22	29	5	12	19	26	2	9	16	23	30	
Salı	2	9	16	23	30	6	13	20	27	3	10	17	24		
Çarşamba	3	10	17	24	31	7	14	21	28	4	11	18	25		
Perşembe	4	11	18	25		1	8	15	22	29	5	12	19	26	
Cuma	5	12	19	26		2	9	16	23	30	6	13	20	27	
Cumartesi	6	13	20	27		3	10	17	24	31	7	14	21	28	
Pazar	7	14	21	28		4	11	18	25		1	8	15	22	29
	27 İşgünü				23 İşgünü				25 İşgünü						
	Eki.13				Kas.13				Ara.13						
Pazartesi		7	14	21	28	4	11	18	25	3	10	17	24	31	
Salı	1	8	15	22	29	5	12	19	26	4	11	18	25		
Çarşamba	2	9	16	23	30	6	13	20	27	5	12	19	26		
Perşembe	3	10	17	24	31	7	14	21	28	6	13	20	27		
Cuma	4	11	18	25		1	8	15	22	29	7	14	21	28	
Cumartesi	5	12	19	26		2	9	16	23	30	1	8	15	22	29
Pazar	6	13	20	27		3	10	17	24		2	9	16	23	30
	22 İşgünü				26 İşgünü				26 İşgünü						
	Oca.14				Şub.14				Mar.14						
Pazartesi		6	13	20	27	3	10	17	24	3	10	17	24	31	
Salı		7	14	21	28	4	11	18	25	4	11	18	25		
Çarşamba	1	8	15	22	29	5	12	19	26	5	12	19	26		
Perşembe	2	9	16	23	30	6	13	20	27	6	13	20	27		
Cuma	3	10	17	24	31	7	14	21	28	7	14	21	28		
Cumartesi	4	11	18	25		1	8	15	22		1	8	15	22	29
Pazar	5	12	19	26		2	9	16	23		2	9	16	23	30
	26 İşgünü				24 İşgünü				26 İşgünü						
	Nis.14				May.14				Haz.14						
Pazartesi		7	14	21	28	5	12	19	26	2	9	16	23	30	
Salı	1	8	15	22	29	6	13	20	27	3	10	17	24		
Çarşamba	2	9	16	23	30	7	14	21	28	4	11	18	25		
Perşembe	3	10	17	24		1	8	15	22	29	5	12	19	26	
Cuma	4	11	18	25		2	9	16	23	30	6	13	20	27	
Cumartesi	5	12	19	26		3	10	17	24	31	7	14	21	28	
Pazar	6	13	20	27		4	11	18	25		1	8	15	22	29
	25 İşgünü				25 İşgünü				25 İşgünü						
TOPLAM 300 İŞGÜNÜ															

Yıllık işgünü sayısı 300 olarak hesaplanmış olup, yıllık toplam işgücü miktarı aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

$$9 \text{ kişi} \cdot 8 \text{ saat} \cdot 300 \text{ gün} = 21600 \text{ işgücü} \cdot \text{saat},$$

$$250 \text{ gün} \cdot 8 \text{ saat} = 2000 \text{ işgücü} \cdot \text{saat} [\text{izin günleri}]$$

$$21600 \text{ işgücü} \cdot \text{saat} - 2000 \text{ işgücü} \cdot \text{saat} = 19600 \text{ işgücü} \cdot \text{saat}$$

İşletmede çalışma sürelerine bağlı olarak 7 çalışanın 30'ar gün, 2 çalışanın 20'şer gün izin hakları bulunmaktadır. Toplam işgücü miktarı hesaplanırken, izin sürelerindeki işgücü miktarı düşülerek hesaplama yapılmıştır.

Belirtilen 20 çeşit parçanın bir yıllık üretimi için sağlanabilecek olan hammadde miktarı 3 000.000 kg'dır. Ayrıca furan kalıplama hattı üretimi için ayrılan yıllık sermaye miktarı da 6.000.000 TL'dir.

Bir yıllık döküm makinasında yapılabilecek işlem süresi 2 400 saat ve yıllık kullanılacak işgücü miktarı da 19 600 işgücü.saat olarak karşımıza çıkmaktadır. Furan kalıplama hattında yıllık maksimum 24 000 adet ürün üretimi gerçekleştirilmesi kararlaştırılmıştır. Yapılan sözleşmeler, işletme olanakları, geçen yılların verileri bu konudaki kısıtlamada sebep olarak belirtilmektedir.

Ayrıca Erkunt A.Ş.'de üretimi gerçekleştirilen ürünlerden, dönem başında stokta ürün bulunmadığı belirtilmiştir. Stoklamanın minimum seviyede tutulması ve üretimde müşteri siparişlerinin etkili olduğundan dönem başında stoklarda ürün bulunmadığı açıklanmıştır.

Furan kalıplama hattında üretimi gerçekleştirilen ürünler ile ilgili detaylı ve çalışmada gerekli olan bilgiler tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Furan Kalıplama Hattı Ürün Özellikleri

ÜRÜN	Değişken	Ağırlık (kg)	Maliyet (tl)	Kar (tl)	Min. Üretim (Adet)	(Döküm) Makinada İşlem Süresi (Saat)	İşgücü (Saat)
496 Arka ağırlık	X ₁	49,7	104,37	33,83	2230	0,05	0,7
128 Ara parça	X ₂	28,74	60,35	20,1	3155	0,045	0,59
129 Volan Komp.	X ₃	39,54	83,03	27,27	1550	0,05	0,58
Sonafika ara parça	X ₄	25	52,5	17,5	8	0,045	0,58
690 Yağ karteri	X ₅	164,24	344,9	106,75	4430	0,125	0,65
Dönüş kutusu	X ₆	201,69	463,85	98,86	3300	0,15	0,65
Aks kovam - Uzun	X ₇	68,95	144,8	46,2	1100	0,06	0,6
Aks Kovam - Kısa	X ₈	59,29	124,5	39,15	330	0,05	0,6
560 - Adaptor	X ₉	108,5	227,85	70,55	935	0,1	0,67
908 - Adaptor	X ₁₀	171,6	360,36	111,54	770	0,13	0,75
178 - 8231Ön dişli kutu	X ₁₁	140,58	295,2	92,8	1980	0,12	0,72
508 Yağ karteri alt kapak	X ₁₂	250	557,5	127,5	10	0,175	0,72
508 - Freze aparatı	X ₁₃	150	328,5	84	12	0,125	0,6
110 - Dişli kutusu	X ₁₄	250	557,5	165	7	0,2	0,8
813 - Dişli kutusu	X ₁₅	100	215	64	16	0,11	0,7
813 - Dişli kutusu (zf)	X ₁₆	150	334,5	81	13	0,17	0,8
6 Silindir kafa MC01	X ₁₇	300	675	195	8	0,2	0,85
6 Silindir kafa MC02	X ₁₈	400	920	260	8	0,235	0,9
6 Silindir kafa MC04	X ₁₉	150	334,5	85,5	13	0,125	0,67
6 Silindir kafa MC05	X ₂₀	100	214	62	14	0,1	0,59

2.2. Metod

Belirli kısıtlamalar göz önünde bulundurularak, optimum çözümün bulunmasını sağlayan yöntem matematiksel programlama denir. Amacın ve kısıtlamaların doğrusal ilişkiler halinde gösterildiği, matematiksel programlama tekniğine doğrusal programlama denir. Doğrusal programlama kıt kaynaklardan, maksimum faydanın elde edilmesini sağlayan bir tekniktir. Bu nedenle doğrusal programlamada amaç karın maksimum yapılması veya maliyetin minimum yapılması olabilir (İmrek, 2003).

Herhangi bir yöneylem araştırması probleminde, doğrusal programlama modelinin üç temel bileşeni bulunmaktadır. Bunlar:

1. Amaç Fonksiyonu
2. Kısıtlayıcı Fonksiyonlar
3. Pozitif Kısıtlamadır (Esin, 2003).

Bir doğrusal programlama probleminde, modelden beklenen sonucun elde edilmesi için ulaşılmak istenen amacın net bir şekilde biliniyor olması ve nicel olarak yazılması gereklidir. Genel olarak amaç ya karın maksimum yapılması ya da maliyetin minimum yapılması olarak karşımıza çıkmaktadır. Karar değişkenleri x_1, x_2, \dots, x_n ile gösterilirse, kar veya maliyet sabit katsayıları, C_1, C_2, \dots, C_n ile gösterilirse, amaç fonksiyonu:

\max veya $\min Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ olarak ifade edilir (Öztürk, 2002).

Üretim kapasitesi ve olanakları sınırlı olduğundan dolayı, kısıtlayıcı fonksiyonlar aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$\begin{array}{l}
 a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n (\leq, =, \geq) b_1 \\
 a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n (\leq, =, \geq) b_2 \\
 \text{Kısıtlar,} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\
 \quad \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\
 \quad \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\
 a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n (\leq, =, \geq) b_m
 \end{array}$$

Matematiksel model aşağıdaki şekilde gösterilebilmektedir:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_j \begin{array}{l} \leq \\ \geq \end{array} b_i \quad (i = 1, \dots, n)$$

İşletmenin elinde bulunan kaynak miktarlarını b_1, b_2, \dots, b_m ile gösterilmektedir. a_{ij} üretimin teknik katsayısı olarak adlandırılmaktadır. Bu kaynaktan üretilecek olan her bir ürüne ayrılacak olan miktarı a_{ij} ile ifade edilir. a_{ij} ifadesiyle bir birim j ürünü üretmek için i kaynağından kullanılacak olan miktardır (Srinath, 198).

Gerçek hayatta bir işletme için, doğrusal programlama probleminde yer alan faaliyetlerin bir anlam ifade edebilmesi için negatif değer almaması gerekmektedir. Çünkü bir üretim faaliyeti gerçekleşiyorsa pozitif, gerçekleşmiyorsa bu değer sıfır olur. Negatif değer alamaz. Bu yüzden bir doğrusal programlama probleminde yer alan karar değişkenleri pozitif kısıtlamaya sahiptirler (Öztürk, 2002).

Pozitif kısıtlama mantıksal yapı olarak ta anlamlı bir durumdur. Örnek olarak x_1 karar değişkeni, televizyon üretimini temsil ediyorsa bunun negatif bir değer alması anlamsız olacaktır. Bu yüzden doğrusal programlama probleminde pozitif kısıtlama kullanılır (Sarıaslan, 2000).

Pozitif kısıtlama, $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0$

İşletme uygulaması çalışmasında, üretim faaliyetinin 1 yıllık süreçte planlaması yapılmıştır. Yöneylem araştırması çalışması gerçekleştirilerek işletmenin içerisinde bulunduğu imkan ve kısıtlamalar doğrusal olarak ifade edilmiştir. Doğrusal programlama problemlerinin çözümünde yaygın bir kullanım alanına sahip olması ve değişken sayısı bakımından sınırsız değişken tanımlanabilmesi özelliklerinden dolayı simpleks yönteminden faydalanılmıştır.

Gelişen teknolojiyle beraber bilgisayar alanındaki yaşanan gelişmeler göz önüne alınarak, problemin çözüm aşamasında LINGO paket programından faydalanılmıştır. Bu şekilde zaman bakımından daha kısa bir sürede çözüm elde edilebilmektedir. Ayrıca uygulamada karşılaşılabilecek farklı durumlar karşısında modelde yapılabilecek olası değişikliklerin uygulanmasına kolaylık sağlanmıştır.

2.2.1. Modelin Kurulması

Modelin kurulması aşamasında, işletmede var olan sınırlılıklar ve kaynaklar göz önünde bulundurularak, en çok kâr etmeyi sağlayan matematiksel model doğrusal olarak ifade edilmektedir. İşletmede üretimi gerçekleştirilen ürünler dikkate alınarak, işletmeyi temsil eden model oluşturulmuştur.

İşletme koşulları göz önünde bulundurularak, doğrusal programlamayı kullanarak bir amaç fonksiyonu oluşturulduğunda;

$$Z_{\max} = 33,83 X_1 + 20,1 X_2 + 27,27 X_3 + 17,5 X_4 + 106,75 X_5 + 98,86 X_6 + 46,2 X_7 + 39,15 X_8 + 70,55 X_9 + 111,54 X_{10} + 92,8 X_{11} + 127,5 X_{12} + 84 X_{13} + 165 X_{14} + 64 X_{15} + 81 X_{16} + 195 X_{17} + 260 X_{18} + 85,5 X_{19} + 62 X_{20}$$

şeklinde olur.

Aynı şekilde işletmenin içerisinde bulunduğu kısıtlamalar ve koşullar doğrusal kısıtlar şeklinde ifade edildiğinde:

Bir yılda belirtilen 20 çeşit ürün için kullanılabilir olan maksimum hammadde miktarı 3.000.000 kg'dır. Her bir ürünün birim başına bu kaynaktan kullandığı miktarlar katsayı olarak kullanılarak, hammadde kısıtı oluşturulmuştur. Her birimin kaynaktan kullandığı miktarlar teknik katsayı olarak adlandırılmaktadır.

$$\text{HAMMADDE } 49,7 X_1 + 28,74 X_2 + 39,54 X_3 + 25 X_4 + 164,24 X_5 + 201,69 X_6 + 68,95 X_7 + 59,29 X_8 + 108,5 X_9 + 171,6 X_{10} + 140,58 X_{11} + 250 X_{12} + 150 X_{13} + 250 X_{14} + 100 X_{15} + 150 X_{16} + 300 X_{17} + 400 X_{18} + 150 X_{19} + 100 X_{20} \leq 3\,000\,000 \text{ kg}$$

Bir yılda belirtilen 20 çeşit ürünün üretimi için kullanılabilir olan, maksimum sermaye miktarı 6 000 000 TL'dir. Her bir ürünün birim başına bu kaynaktan kullandığı miktarlar katsayı olarak kullanılarak, sermaye kısıtı oluşturulmuştur.

$$\text{SERMAYE } 104,37 X_1 + 60,35 X_2 + 83,03 X_3 + 52,5 X_4 + 344,9 X_5 + 463,85 X_6 + 144,8 X_7 + 124,5 X_8 + 227,85 X_9 + 360,36 X_{10} + 295,2 X_{11} + 557,5 X_{12} + 328,5 X_{13} + 557,5 X_{14} + 215 X_{15} + 334,5 X_{16} + 675 X_{17} + 920 X_{18} + 334,5 X_{19} + 214 X_{20} \leq 6\,000\,000 \text{ tl}$$

Bir yılda belirtilen 20 çeşit ürünün üretimi için kullanılabilir var olan, maksimum işgücü miktarı 19 600 saat'tir. Her bir ürünün birim başına bu kaynaktan kullandığı net miktarlar katsayı olarak kullanılarak, işgücü kısıtı oluşturulmuştur.

$$\text{İŞÇİLİK } 0,7 X_1 + 0,59 X_2 + 0,58 X_3 + 0,58 X_4 + 0,65 X_5 + 0,65 X_6 + 0,6 X_7 + 0,6 X_8 + 0,67 X_9 + 0,75 X_{10} + 0,72 X_{11} + 0,72 X_{12} + 0,6 X_{13} + 0,8 X_{14} + 0,7 X_{15} + 0,8 X_{16} + 0,85 X_{17} + 0,9 X_{18} + 0,67 X_{19} + 0,59 X_{20} \leq 19\,600 \text{ işgücü.saat}$$

Parçaların üretimi sırasında kullanılan döküm makinası kısıtı, her bir birim ürünün makinada işlem süresi kullanılarak döküm kısıtı elde edilmiştir.

$$\text{DÖKÜM } 0,05 X_1 + 0,045 X_2 + 0,05 X_3 + 0,045 X_4 + 0,125 X_5 + 0,15 X_6 + 0,06 X_7 + 0,05 X_8 + 0,1 X_9 + 0,13 X_{10} + 0,12 X_{11} + 0,175 X_{12} + 0,125 X_{13} + 0,2 X_{14} + 0,11 X_{15} + 0,17 X_{16} + 0,2 X_{17} + 0,235 X_{18} + 0,125 X_{19} + 0,1 X_{20} \leq 2\,400 \text{ saat}$$

İşletmenin kısıtlamalarından bir tanesi olan, toplam üretim sayısı 24 000'dir. Bir yılda furan kalıplama hattından üretimi gerçekleştirilecek maksimum parça adedi olarak karşımıza çıkmaktadır. Toplam üretim miktarı kısıtının geçen yılların verileri, üretim olanakları, üretim için yapılan anlaşmalardan elde edilmiştir.

$$\text{TOPLAM ÜRETİM } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} \leq 24\ 000$$

Furan kalıplama hattında üretimi gerçekleştirilen parçaların, her birinden en az üretilmesi gereken miktarlar da bir sınırlılık oluşturduğu için, kısıt teşkil etmektedir.

Ayrıca, işletmede her üründen sözleşmeler ve geçmiş yıllara ait verilerden kaynaklanan minimum üretim sayısı olarak belirtilen miktar kadar üretim gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. Ayrıca bazı ürünlerin üretim miktarları ile ilgili farklı koşullar bulunmaktadır. Bu koşullar yapılan müşteri sözleşmeleri, geçmiş yıllara ait veriler, müşteri istekleri, ürünün kullanım alanları vb. unsurlardan kaynaklanmaktadır.

Bunlar aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$\begin{array}{llll} X_1 \geq 2230 & X_2 \geq 3155 & X_3 \geq 1550 & X_4 \geq 8 \\ X_5 \geq 4430 & X_6 \geq 3300 & X_7 \geq 1100 & X_8 \geq 330 \\ X_9 \geq 935 & X_{10} \geq 770 & X_{11} \geq 1980 & X_{12} \geq 10 \\ X_{13} \geq 12 & X_{14} \geq 7 & X_{15} \geq 16 & X_{16} \geq 13 \\ X_{17} \geq 8 & X_{18} \geq 8 & X_{19} \geq 13 & X_{20} \geq 14 \\ \\ X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \leq 10\ 000 & X_7 + X_8 \leq 1750 & X_9 + X_{10} \leq 2000 & \\ X_{12} + X_{13} \leq 45 & X_{14} + X_{15} + X_{16} \leq 430 & X_{11} \leq 2850 & \\ X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} \leq 50 & & & \end{array}$$

Ayrıca yapılan çalışmada ele alınan üretimin ya yapılacağından dolayı bir değer alacağı, ya da hiç üretim yapılmayıp sifıra eşit olacağından; pozitif kısıtlama yer almaktadır.

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17}, X_{18}, X_{19}, X_{20} \geq 0$$

3. Deneysel Bulgular Ve Tartışma

Oluşturulan doğrusal programlama modelinin çözümü ve yapılan çözüm işleminin yorumlanarak açıklanması yapılacaktır. Bu kapsamda eldeki kısıtlı imkanlarla, en büyük karın elde

edilmesi için; 2013 Temmuz / 2014 Haziran döneminde üretilmesi gereken ürün miktarları, üretim miktarlarını belirtilen kısıtlamaların nasıl etkilediği, bu değerlerdeki değişimlerden sonucun nasıl etkileneceği açıklanmıştır. Yapılan çözümleme işlemiyle maksimum kâr 1 715 473 tl olarak hesaplanmıştır.

Problemin çözümünde LINGO paket programı kullanılmıştır. Matematiksel modelin çözümünden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Bulunan Global Optimum Çözüm.

Amaç Fonksiyonu Değeri:	1715473.
İmkansızlıklar:	0.000000
Toplam Çözüm İterasyonu:	7
Geçen zaman saniye:	0.05
Model Sınıf:	LP
Toplam Değişken:	20
Doğrusal Olmayan Değişkenler:	0
Tamsayı Değişkenleri:	0
Toplam Kısıtlama:	33
Doğrusal Olmayan Kısıtlamalar:	0
Toplam Sıfırdan Farklı:	158
Doğrusal Olmayan Sıfırdan Farklı:	0

Değişken	Değer	İndirgenmiş Maliyet
X ₁	3720	0.000000
X ₂	3155	0.000000
X ₃	1550	0
X ₄	8	0
X ₅	5142	0
X ₆	3300	0
X ₇	1420	0
X ₈	330	0
X ₉	935	0
X ₁₀	1065	0
X ₁₁	2850	0
X ₁₂	33	0
X ₁₃	12	0

X ₁₄	401	0
X ₁₅	16	0
X ₁₆	13	0
X ₁₇	8	0
X ₁₈	15	0
X ₁₉	13	0
X ₂₀	14	0

Satır	Aylak Değişken	İkil Değişken
1	1715473.	1.000000
HAMMADDE	224926.0	0.000000
TOPLAM_URETIM	0.000000	33.83000
SERMAYE	22967.90	0.000000
ISCILIK	3805.780	0.000000
DOKUM_SURESI	81.17000	0.000000
7	1490.000	0.000000
8	0.000000	-13.73000
9	0.000000	-79.48000
10	0.000000	-89.25000
11	712.0000	0.000000
12	0.000000	-7.890000
13	320.0000	0.000000
14	0.000000	-7.050000
15	0.000000	-40.99000
16	295.0000	0.000000
17	870.0000	0.000000
18	23.00000	0.000000
19	0.000000	-43.50000
20	394.0000	0.000000
21	0.000000	-101.0000
22	0.000000	-84.00000
23	0.000000	-65.00000
24	7.000000	0.000000
25	0.000000	-174.5000

26	0.000000	-198.0000
27	0.000000	12.37000
28	0.000000	77.71000
29	0.000000	226.1700
30	0.000000	93.67000
31	0.000000	131.1700
32	0.000000	72.92000
33	0.000000	58.97000

Modelin geçerliliğinin onaylanması aşamasında, modelden elde edilen değerler Erkunt A.Ş.'nin geçmiş verileri ile kıyaslanmıştır. Daha önceki yıllara ait kaynak miktarı ve yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar, çalışmada elde edilen sonuçların geçerliliğini göstermiştir. Yani çalışmada oluşturulan modelin işletmeyi temsil ettiği, bu şekilde bir üretimin gerçekleştirilmesiyle amaç fonksiyonundaki değer maksimum kâr olarak elde edileceği anlaşılmıştır. Elde edilen bu sonuçla model geçerli olarak nitelendirilmiştir.

Çözümün uygulanması aşamasında, modelin çözülmesi ile elde edilen sonuç firma ile paylaşılarak, uygulama önerisinde bulunulmuştur. Ayrıca sonuçlardan, üretimi sınırlandıran faktörlerden hangisinde iyileştirme yapılırsa kâr artırımını sağlanabileceği üzerine de sonuçlar elde edilmiştir. Üretim planı konusunda yetkili kişi ve birimlere gerekli bilgiler rapor halinde sunulmuştur.

LİNGO çözüm raporunda optimum üretim planının elde edilebilmesi için gereken üretim miktarları, value sütununda belirtilmektedir. Buna göre işletmenin içerisinde bulunduğu imkan ve koşullar göz önünde bulundurularak, tablo 4,1'de belirtilen miktarlarda üretim yapılması ile maksimum kar sağlanacaktır.

Yapılan üretim planlama çalışmasında, ERKUNT A.Ş. Döküm 1 Fabrikası Furan Kalıplama Hattına ait çıkarılan üretim planında en yüksek kârı elde etmek için yapılması gereken üretim miktarı tablo 4,1'deki şekildedir. Bu şekilde bir üretim uygulandığında, kâr 1 715 473 TL olarak en büyük değerini almaktadır. Bu değer, üretimi sınırlandıran tüm kısıtların göz önünde bulundurularak elde edilebilecek en büyük değerdir. Maksimum kâr, ürünlerin çizelge 4,1'te belirtilen miktarlarda ürünlerin üretilmesiyle mümkündür.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar paylaşılacak ve çözüm sonuçları literatür taramasında yapılan araştırma sonuçları ile karşılaştırılarak, tartışılacaktır.

Erkunt A.Ş. Döküm 1 Fabrikası furan kalıplama hattında eldeki kaynaklarla bir yılda elde edilebilecek en büyük kâr miktarı 1 715 473 TL'dir. Bu kârın sağlanabilmesi için tablo 5,1'deki şekilde bir üretim gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Tablo 5.1. Maksimum Kâr Elde Etmek için Üretilmesi Gereken Ürün Miktarları

Ürün	Değişken	Üretim Miktarı
496 Arka ağırlık	X_1	3720
128 Ara parça	X_2	3155
129 Volan Komp.	X_3	1550
Sonalika ara parça	X_4	8
690 Yağ karteri	X_5	5142
Dönüş kutusu	X_6	3300
Aks kovani - Uzun	X_7	1420
Aks Kovani - Kısa	X_8	330
560 – Adaptor	X_9	935
908 - Adaptor	X_{10}	1065
178 – 8231Ön dişli kutu	X_{11}	2850
508 Yağ karter alt kapak	X_{12}	33
508 – Freze aparatı	X_{13}	12
110 – Dişli kutusu	X_{14}	401
813 – Dişli kutusu	X_{15}	16
813 – Dişli kutusu (zf)	X_{16}	13
6 Silindir kafa MC01	X_{17}	8
6 Silindir kafa MC02	X_{18}	15
6 Silindir kafa MC04	X_{19}	13
6 Silindir kafa MC05	X_{20}	14

İşletmeden ulaşılan geçmiş veriler, yapılan anlaşma ve üretim maliyetleri göz önünde bulundurularak tablo 5,1'deki üretimin gerçekleştirilmesiyle belirtilen en büyük miktarda kârın elde

edilebileceği anlaşılmıştır. Bu durum yapılan çalışmanın anlamlı ve uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

Erkunt A.Ş. döküm 1 fabrikası furan kalıplama hattında gerçekleştirilen tez çalışması sonucunda, firma kıt kaynaklarını daha verimli kullanabilme, geleceğe dönük olarak planlama yapabilme olanağına kavuşmuştur.

İşletmeyi temsil eden model geliştirilmeye açıktır. Model oluşturma sürecinde minimum düzeyde program bilgisi kullanılmıştır. Bu sayede, geliştirilen model üzerinde değişen piyasa koşullarına göre güncelleme yapılarak duyarlılık analizi çalışmaları yapılmasına imkân verilmiştir.

KAYNAKÇA

Aladağ, Z., (2011), “Yöneylem araştırması -1-“, Umuttepe Kitabevi, Kocaeli.

Aladağ, Z., (2011), “Karar Teorisi“, Umuttepe Kitabevi, Kocaeli.

Doğan, İ., (1995), “Yöneylem Araştırması Teknikleri ve İşletme Uygulamaları”, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.

Esin, A. (2003), “Yöneylem Araştırmalarında Yararlanılan Karar Yöntemleri”, Gazi Kitabevi, Ankara.

İmrek, M. K. (2003), “Yöneticiler için Karar Verme Teknikleri El Kitabı”, Beta Basım A.Ş., İstanbul.

Öztürk, A. (2002), “Yöneylem Araştırması”, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa.

Sarıaslan, H. (2000), “Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama”, Turhan Kitabevi, Ankara.

Sezen, H.K. (2004), “Yöneylem Araştırması Sayımlama Yöntemleri”, Ekin Kitabevi, Bursa.

Srinath, L.S. (1983), “Linear Programming: Principles and Applications”, the Macmillan Press Limited, London

Taşkın, H. (2009), “Yöneylem araştırması”, Endüstri Mühendisliğine Giriş, Papatya yayıncılık eğitim, Ankara.