

DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİ İLE BİR KOBİ'DE HİZMET ÜRETİM PLANLAMASI

SERVICES PRODUCTION PLANNING WITH LINEAR PROGRAMMING MODEL: THE CASE OF A SME

Adem BABACAN*

ÖZET: Çağımızın zorlayıcı değişim ortamında organizasyonların yaşayabilmesi uygulayacakları stratejiler sonucu olacaktır. Bu stratejilerin en önemlilerinden biri kısıtlar göz önünde bulundurularak kaynakların en etkin bir şekilde kullanımı ve sonucunda en uygun üretim bileşenlerinin tespit edilmesi ile rekabet avantajını yakalamaktır. KOBİ'ler rekabet avantajı elde etmek için bilimsel metotları yoğun şekilde kullanacak eleman istihdam etmeleri çoğunlukla mümkün olmamaktadır. Bu tür elemanlar yüksek maliyetli çalışmaktadırlar. İstihdam ettikleri elemanları ise uzman bilgi kullanımı yerine basit ve temel bilgi kullanımı için daha uygundur. Bu sebeple basit ama geçerli metotların KOBİ'ler için kullanılabilir hale getirilmeleri önemi ortaya çıkmaktadır. Çalışmaya konu olan KOBİ otomotiv hizmet sektöründe çalışmaktadır. Bu sektörde çalışmalar mevsimsellik göstermektedir. Yılın belli aylarında iş yeri hiç boş zaman ve boş makine kalmayacak şekilde çalışırken mevsimselliğe bağlı olacak şekilde belli aylarda ise çok düşük iş yoğunluğu ile faaliyetine devam etmektedir. Bu çalışmada Matematiksel Doğrusal Programlama Tekniği kullanılarak Sivas ilinde otomotiv hizmet sektöründe on bir kişilik çalışan ile faaliyet gösteren bir KOBİ için Doğrusal Programlama Modeli belirlendi. Bu belirlenen model ile KOBİ'nin çalışma süresi ve çalışan sayısı kısıtları ile KOBİ'nin elde ettiği cironun maksimizasyonuna çalışıldı. Bu model Lingo Bilgisayar Paket Programı ile çözüldü ve çalışmaya konu olan KOBİ için optimal hizmet üretim bileşeni belirlenmiştir. Bu belirlemeye göre KOBİ; yoğun çalışma zamanı olan aylarda hizmet üretimi yaptığı on dört hizmet alanından, Lastik Değişimi, Yağ ve Antifriz Değişimi; Ön Düzen Tamiri, Bilgisayarlı Fren Test hizmet alanı işlerinde zaman ve işçilik kullanarak üretim yapması halinde cirosunu maksimize etmektedir. Ayrıca bu çalışma KOBİ'lerin veri biriktirmeleri gerekliliğini göstermiştir. Bu geçmiş verileri kullanarak geleceklerini daha iyi bir şekilde planlayabileceklerini göstermektedir.

Anahtar sözcükler: Doğrusal Programlama, Matematiksel Modelleme, Optimizasyon, Otomotiv.

ABSTRACT: In the environment of modern age compelling for change, organizations can survive depending on the strategies they implement. The most important of these strategies is to gain competitive edge via determining the optimal production components by using finite sources most effectively and thus determining the most optimal production components. It is not generally possible for SME to employ staff who can intensively use scientific methods to gain competitive edge. Staff with such quality work for higher wages. The staff they employ are more suitable for basic and simple knowledge use. Hence the importance of making simple and valid methods applicable for SMEs becomes obvious. The SME, which is handled in this study, automotive service sector. In this sector, work load vary according to seasons. While the workplace Works at full performance with no time free time and free machine, it has a very low workload in some months due to seasonal reasons. In this study, using a mathematical linear programming technique, a linear programming model for a SME (Small and Medium Sized Enterprises) operating in automotive service industry in Sivas with 11 people, was identified. This model was solved with Lingo Package Program and the optimal service production component for the SME was determined. According to this determination, SME; Tire Change, Oil and Antifreeze Exchange; Front Wheel Repair, Brake Test using computerized work is to maximize the time and labor turnover in the event of a production. Besides, this study shows that it is necessary for SMEs to accumulate data and that they can better plan future by using past data.

Keywords: Linear Programming, Mathematical Modelling, Optimization, Automotive.

* Yrd .Doç. Dr, Cumhuriyet Üniversitesi, İİBF, Sivas-Türkiye, ababacan1@hotmail.com

1. GİRİŞ

Son yıllarda enflasyonun düşüşü ve üretim karlarının azalması ile birlikte gelişmiş ekonomilerde olduğu gibi gelişen ülkelerde de verimliliğin farkındalığı artmaktadır. Bunun sonucunda ise işletmelerde yönetici tecrübelerinin yerine matematiksel modelleri kullanarak optimal üretim miktarlarının belirlenmesini önem kazanmaktadır. Sivas ili örneği ele alındığında yönetici/işletme sahibi tecrübe ve alışkanlıkları çok daha ön plana çıkmaktadır. OSB ve Küçük Sanayi işletmelerin hiçbirinde matematiksel model kullanılmamaktadır. Bu alışkanlıkların yıkılması özellikle KOBİ'lerde daha uzun süreler alacaktır. Bu çalışmada yönetici tecrübeleri yerine bir matematiksel modelleme olan doğrusal programlamanın kullanımının bir örnek uygulama üzerinde kullanılmasının şirketin üretim karışımının belirlenmesinde yararı anlatılacaktır.

Doğrusal programlama sınırlı kaynakların kullanımını en uygun yapmak için tasarlanmış bir matematiksel modelledir (Taha, 2003;11). Doğrusal Programlama (DP) doğrusal olarak yazılabilen bir amaç fonksiyonu ve doğrusal eşitsizlikler olarak yazılabilen kısıtların çözümünü içeren bir tekniktir. İşletmenin kurulumundan önce uygulanabileceği gibi kurulmasından ve faaliyete geçmesinden sonrada uygulanabilir.

DP birçok alanda kullanılabilen tekniktir. Doğrusal Programlama, su taşıma borularının maliyet minimizasyonundan Altınbilek (Altınbilek, 1978;435-453), Doğanlı (Doğanlı, 2006; 190-196) Tamsayılı Programlama ile Tekstil İşletmesinde, Ergülen (Ergülen ve Kazan, 2007; 109-125) taşımacılık sektöründe Tamsayılı Doğrusal Programlama ve Çevik (Çevik, 2006;157-171) Tamsayılı Doğrusal Programlama ile iş gücü planlaması ve (Çevik, 2010;15-26) Bulanık Doğrusal Programlama ile süt ürünler işletmesinde çalışmıştır. Eevli ve arkadaşları (Eevli, 2007;47-56) DP tekniği ile Garp Linyitleri İşletmesinde kömür dağıtım optimizasyonu çalışmışlardır. Alp (Alp, 2008; 73-91) Doğrusal Hedef Programlama Yönteminin Otobüsle Kent İçi Toplu Taşıma Sisteminde Kullanılması, Öncer (Öncer, 2012; 405-420) işletmelerin büyüme stratejisini belirlemede doğrusal programlama yaklaşımı konusunu çalışmıştır. Bostancı (Bostancı B., 2011) taşınmaz geliştirmede doğrusal programlama çalışmıştır. Ecemiş ve arkadaşları (Ecemiş, 2013;245-252) Türkiye'deki özel güvenlik yapılanmasındaki risklerin belirlenmesinde doğrusal programlamayı kullanmıştır.

Bu çalışmada Sivas ilinde bulunan 12 yıllık çalışma geçmişine sahip ve hiçbir üretim planlaması çalışması yapmamış bir oto lastik servisinde 2014 yılı en yoğun/tam kapasite çalışma ayı olan aralık ayı için üretim karışımı belirlenmesi için çözümler elde edilmiştir.

2. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Günümüz DP modeline uygun girdi-çıktı analizi 1930 yılında Leontief tarafından geliştirilmiştir. 1930 ve 1940 yıllarında Hitcock ve Koozmans ulaştırma problemi çözümünde DP modeli oluşturmuşlardır. 1940 yılında Kantorovich ve 1947 yılında Dantzig DP problemi için genel çözümler geliştirmişlerdir (Bostancı, 2011;2). Günümüzde DP, yöneylem araştırmasının en yaygın kullanım alanını oluşturmaktadır. DP, kısıtlı kaynakların rakip faaliyetler arasında en uygun (optimal) dağılımının problemidir. Bu problemin amaç fonksiyonu ve kısıtları matematiksel olarak doğrusal fonksiyonlar şeklinde ifade edilmelidirler. DP, böyle bir problemde amaç fonksiyonunu enbüyükleyen (maksimize) ya da enküçükleyen (minimize) bir modeldir. DP modelini

- Karar Değişkenleri
- Amaç

- Kısıtlar

gibi üç temel elemanı vardır (Taha, 2003;12) Ayrıca doğrusal programlamanın tutarlı sonuç vermesi için

- Doğrusallık
- Bölünebilirlik
- Toplanabilirlik
- Kesinlik

varsayımlarına bağlıdır. Bu varsayımlardan bazıları bazı problemlerde yerine gelmeyebilir. Örneğin insan planlaması söz konusu olduğu zaman bölünebilirlik varsayımı çalıştırılmaz. Sonuçların tamsayı olarak elde edilmesi gerekir. Bu durumda doğrusal programlamaya bir kısıt daha eklenerek problem Tam Sayılı Doğrusal Programlamaya dönüştürülür. Doğrusal Programlamanın dönüştürülmesi ile

- **Tam Sayılı Programlama**

- ◆ Saf Tam Sayılı Programlama: Bu tarz problemlerde karar değişkenlerinin tümünün tam sayılı olması istenir, eklenecek kısıt ise

$$X_i \geq 0 \text{ ve Tamsayı}$$

- ◆ Karma Tam Sayılı Programlama: Bazı değişkenlerin tam sayılı değerler almasının istenir, eklenecek kısıt ise

$$X_1, X_2 \geq 0 \text{ ve } X_i; \text{ Tamsayı}$$

- ◆ Sıfır-Bir Tamsayı Programlama: Değişkenler sadece iki değer alabilir. (evet-hayır; var-yok, doğru-yanlış, 1-0, satın al- satın alma gibi), eklenecek kısıt ise

$$X_1, X_2 \geq 0 \text{ ve ya } 1$$

- ◆ Karma Sıfır-Bir Tamsayı Programlama: Değişkenlerden bazıları sıfırdan büyük ise diğer bazıları sadece iki değer alabilir. (evet-hayır; var-yok, doğru-yanlış, 1-0, satın al- satın alma gibi), eklenecek kısıt ise

$$X_1 \geq 0 \text{ ve } X_2; 0 \text{ veya } 1$$

olur.

- **Bulanık Tam Sayılı Programlama**

- **Hedef Programlama**

gibi programlama teknikleri geliştirilmiştir.

2.1. Doğrusal Programlamanın Matematiksel İfadesi

Matematiksel olarak bir doğrusal denklem sisteminin çözümü için bilinmeyen sayısı kadar denkleme ihtiyaç duyulur. Ancak DP daha az denklem ile çözüme ulaşılabilmektedir. DP probleminin

- Amaç fonksiyonu
- Kaynaklar için kısıtlayıcı denklemler
- Pozitif kısıtlar

gibi üç temel bileşeni vardır.

Amaç fonksiyonu

Herhangi bir DP probleminde karar verici, karar değişkenlerinin bazı fonksiyonunu enbüyükleme (kar-gelir vb) veya enküçükleme (maliyetler gibi) ister. Enbüyüklenen veya enküçüklenen bu fonksiyona amaç fonksiyonu denir (Öztürk, 2012:34). Amaç fonksiyonu

$$Z = \sum_j^n C_j X_j$$

olarak doğrusal olarak ifade edilir. Burada,

Z: Enbüyüklenecek/enküçüklenecek Amaç Fonksiyonu

X_j : j. Enbüyüklenecek/enküçüklenecek karar değişkeni; $j=1,2,\dots,n$

C_j : j. Enbüyüklenecek/enküçüklenecek karar değişkeni kar/maliyet katsayısıdır.

Kısıtlayıcı Denklemler

Ekonomi içerisinde makine kapasitesinden teknolojik altyapıya, sermayeden enerjiye kadar üretim faktörleri her zaman sınırlı olduğu gibi ürünlere gelen talepleri de sınırlıdır. Amaç fonksiyonu bu kısıtlamalar altında en uygun çözümü vermelidir. Bu kısıtların matematiksel gösterimi

$$\sum_j^n a_{ij} X_j =, \leq, \geq b_i$$

şeklinde dir. Burada

a_{ij} : i. kısıtın j. üretim faktörünün teknoloji matris elemanı

b_i : i. kısıtın kaynak miktarı

X_j : j. üretim faktörü/karar değişkeni

Karar değişkeninin hem pozitif hem de negatif değerli olduğu varsayılırsa karar değişkeni sınırlandırılmamış karar değişkeni olarak adlandırılır. Ek olarak, böyle bir değişkenin maksimum durumda kısıt katsayısı negatif, minimum durumundaki kısıt katsayısı pozitif ise amaç fonksiyonu değeri sınırlandırılmamıştır demektir (Taha, 2003).

Pozitif kısıtlar

Doğrusal Programlama modelleri gerçek işletme problemlerine uygulanınca karar değişkeni değeri

$$X_j \geq 0$$

olur. Çünkü işletmeler ya üretimde bulunurlar ya da bulunmazlar (Esin,1988:28). Karar değişkeninin hem pozitif hem de negatif değerli olduğu varsayıldığı durumlarda karar değişkeni sınırlandırılmamış karar değişkeni olarak adlandırılır. Bu durumda X_j sınırlandırılmamış olur ve

$$X_j \geq 0 \text{ yerine}$$

$$X_j^+ - X_j^- \geq 0$$

kullanılmalıdır (Öztürk, 2012:36).

Uygun temel çözümün belirlenmesi

Bir Doğrusal Programlama problemi formülasyonu n bilinmeyenli m adet doğrusal eşitsizlikten oluşuyor ise $n > m$ olmak üzere

- n-m değişken sıfır değerini alacaktır ve temel dışı değişken adını alırlar (Optimum çözüm içinde yer almazlar).
- m değişken ise m tane denklemin çözümünden belirlenecektir ve temel değişken adını alırlar(Taha, 2003:) (Taha H. , 2003).

Bu tanımlamadan n bilinmeyenli m eşitlik/eşitsizlik için maksimum mümkün çözüm sayısı

$$\binom{n}{m} = \frac{n!}{m!(n-m)!}$$

formülü ile hesaplanır (Taha, 2003). Uygun temel çözüm bu çözüm kombinasyonlarından biri ile belirlenir.

2.2. Doğrusal Programlama Modeli Çözümünde Kullanılan Tanımlar

Uygun Çözüm Alanı: Tüm kısıtlayıcıları sağlayan X_i karar değişkenlerinin değer kümesidir. Tüm uygun çözümleri kapsar.

Uygun Çözüm: Tüm kısıtlayıcıları sağlayan X_i karar değişkenlerinin özel bir (tek) kümesidir. Uygun bölge içerisinde tek bir noktadaki çözümdür. Bu nokta genellikle uygun alanın köşe noktalarıdır. Bazı özel durumlarda farklılaşabilir.

Optimal Çözüm (en uygun çözüm): Amaç fonksiyonunu enbüyükleyen (maksimize)/enküçükleyen (minimize) uygun çözümdür.

Uygun Olmayan Temel Çözüm: Tüm kısıtlayıcıları sağlayan X_i karar değişkenlerinden temel çözümde yer alan en az birisi sıfır ya da negatif ise bu çözüm uygun olmayan temel çözüm olarak adlandırılır.

Sonsuz Çözüm: Amaç fonksiyonu ya da kısıt eşitsizliklerinin en az bir katsayı oranları

$$\frac{a_{11}}{a_{21}} = \frac{a_{12}}{a_{22}}$$

gibi birbirine eşit ise bu çözüm sonsuz çözüm olarak adlandırılır.

Çözüm Olmaması: Eşitsizliklerin tutarsız olması durumunda çözüm olmaz.

Doğrusal programlama çözüm teknikleri

Doğrusal programlama problemleri

- Geometrik (Grafiksel) Yöntem
- Simpleks Yöntem
- Matris Yaklaşımı

yöntemleri ile çözülebilir (Esin, 1988:63).

Doğrusal programlama başlıca uygulama alanları

- Üretim Planlaması
- Ulaştırma problemleri (Transportation)
- Tahsis Problemleri (Allocation)
- Envanter/Stok Problemleri (Inventory)
- Yer seçimi
- Yatırım Planlaması v.b. (Esin, 1988:63).

2.2. Doğrusal Programlama Modelinin Eksiklikleri

DP modeli tek amaçlı karar problemlerine uygulanır. Bu tek amaç, modelin amaç fonksiyonudur. DP modelinde eksikliklerden ilki birden fazla amacın bulunduğu problemlerde ortaya çıkmaktadır. Birden fazla amacın bulunduğu problemlerde, amaçlardan birini amaç fonksiyonu diğer amaçları ise kısıtlar şeklinde göstererek problemi modelleştirmek gerekir. Burada ise çoğu kez uygun çözümü bulunmayan bir modeli ortaya çıkarır (Özgüven, 2003:225).

3.2. Çalışma Grubu

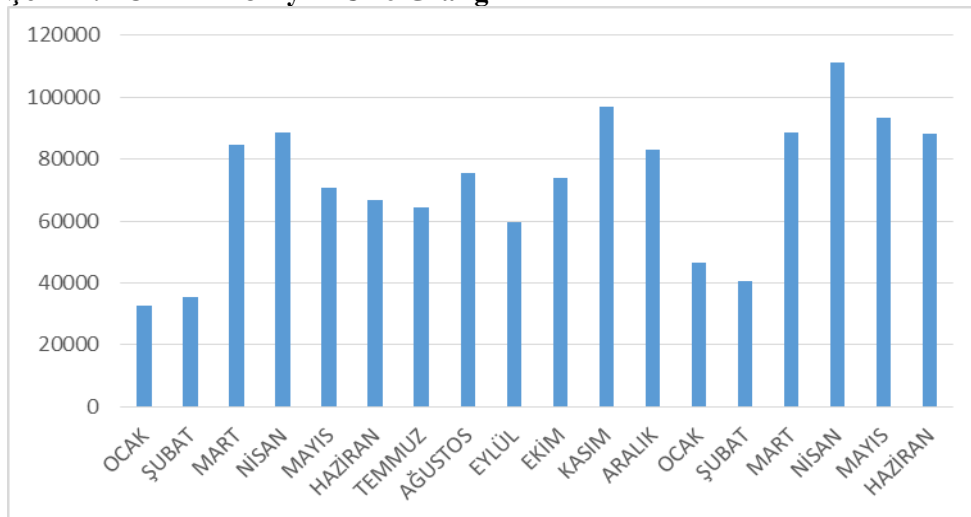
3.2.1. Çalışma Grubunun Özellikleri

İşletmeler, kullandıkları sınırlı kaynakları en verimli bir şekilde kullanarak rekabet avantajı elde ederler ve böylece hem büyüme hem de varlıklarını uzun yıllar devam ettirmeye çalışırlar. Müşteri, rakip, bayi, tedarikçi, finansal kuruluşlar, teknoloji, kamu kısıtları gibi birçok etki işletmelerin bu amaçlarına ulaşmasını engeller. İşletmeler farklı analiz yöntemleri kullanarak piyasada kalmaya çalışırlar. Bazı işletmeler ise herhangi bir matematiksel yöntem kullanmadan sadece kendi yönetici/sahiplerinin tecrübeleri neticesinde yönetilirler. Çalışmamızın amacı çalışma şekli incelenen Sivas'ta en yeni teknolojiyi kullanan, aynı anda en fazla sayıda araca hizmet verebilen otomotiv hizmet sektöründe 11 çalışan ile hizmet üreten bir KOBİ'nin üretim planlamasını matematiksel bir model olan Doğrusal Programlama yöntemini kullanarak nasıl yapabileceğini açıklamaktır.

DP Yöntemi, işletmelerde seçenekli üretim karışımının, en uygun bileşenini maksimum kar/ minimum maliyet ile üretilmesi için belirlemek amacı ile işletmelerde yöneticiler tarafından kullanılabilir. Yöntem, belirli optimallik ölçütü (minimizasyon-maksimizasyon) çerçevesinde sınırlı kaynakların en uygun dağıtımını sağlayan deterministik bir matematiksel modeldir. Maliyetlerin minimizasyonu, karın maksimizasyonu, her işletmede temel gerçeklik olmasından hareketle, DP yöntemi her ölçekteki organizasyon yönetimlerinin kullanacağı bir teknik olarak gözükmektedir.

Çalışma konusu Kobi 14 değişik hizmet üretmektedir. Bu işlerde 2 idareci, 1 öndüzen elemanı ve 8 hizmet elemanı ile hizmet üretmektedir. Üretilen hizmet kullanılan zamana göre ücretlendirilmektedir. Bu KOBİ'nin çalışma kolu belirli aylarda çalışma yoğunluğu yaşamaktadır. Bu KOBİ'nin 18 aylık ciro grafiği Şekil 1 de görülmektedir. Kobi cirosu mevsimsellik göstermektedir. Sivas ilinin en soğuk aylarında iş düşüklüğü aşırı derecede göze çarpmaktadır. Yine benzer şekilde tatillerin yoğun yapıldığı aylarda iş düşüklüğü gözlenmektedir. Ancak bu ayların hemen takip eden aylarda iş yoğunluğu gözlenmektedir. Bu yoğunluğun yaşandığı günlerde hizmet üretimini karşılamakta zorlanmaktadır. Bu sebeple işçi sayısı ve işçilik sürelerinin optimum kullanımı ön plana çıkmaktadır.

Şekil 1:KOBİ'nin18 Aylık Ciro Grafiği



Modelin oluşturulması

Çalışmanın yapıldığı KOBİ 10 adet lift, 3 adet lastik sökme/takma makinası, 2 adet balans makinası, 1 adet nitrojen makinası, 1 adet lastik tamir makinası, 1 kompresör, 1 kampana disk torna makinası, 1 rot çukuru ve rot makinası, 1 bilgisayarlı fren test makinası, 1 jant düzeltme makinası ve Egzoz emisyon ölçüm makinası ve 11 personel ile hizmet üretmektedir. Hizmet üretim süreleri ve hizmetlerden alınan ücretler Tablo 1'de gösterilmiştir. Bu süreleri optimum kullanarak ciroyu maksimum yapmak KOBİ'nin amacını oluşturmaktadır.

Problemin Doğrusal Programlama Modeli:

Doğrusal amaç fonksiyonu

$$\text{Maks } Z = \sum_j^n C_j X_j = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_{14} X_{14}$$

Z: Amaç Fonksiyonu: Cironun maksimizasyonu

Maks

$$Z = 35 X_1 + 5 X_2 + 10 X_3 + 20 X_4 + 2,5 X_5 + 35 X_6 + 10 X_7 + 10 X_8 + 385 X_9 + 20 X_{10} + 20 X_{11} + 20 X_{12} + 375 X_{13} + 15 X_{14}$$

Kısıtlar

$$\sum_j^n a_{ij} X_j \begin{matrix} = \\ (\leq) \\ (\geq) \end{matrix} b_i$$

süre kısıtı

$$0,5 X_1 + 0,033 X_2 + 0,3 X_3 + 0,17 X_4 + 0,083 X_5 + 0,25 X_6 + 0,5 X_7 + 0,17 X_8 + X_9 + 0,5 X_{10} + 0,3 X_{11} + 0,17 X_{12} + 1 X_{13} + 0,17 X_{14} \leq 88$$

İşçi sayısı kısıtı

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_{11} + X_{12} + X_{14} = 9$$

$$X_9 + X_{10} + X_{13} = 2$$

üç iş için süre kısıtı

$$0,25 X_1 + 0,167 X_4 + 0,083 X_5 \leq 0,5$$

adet kısıtları

$$X_1 \leq 150; \quad X_2 \leq 5; \quad X_3 \leq 3; \quad X_4 \leq 3; \quad X_5 \leq 4;$$

$$X_6 \leq 3; \quad X_7 \leq 1; \quad X_8 \leq 1; \quad X_9 \leq 6; \quad X_{10} \leq 10;$$

$$X_{11} \leq 0,33; \quad X_{12} \leq 5; \quad X_{13} \leq 7; \quad X_{14} \leq 15$$

Pozitif kısıtlar

$$X_j \geq 0 \quad ; \quad (j=1,2,\dots,14)$$

Tablo 1: Modelin Amaç Fonksiyon Katsayıları ve Karar Değişkenleri

C _j	Kar/Maliyet Sabit Katsayıları	TL	X _j	Karar Değişkenleridir	SAAT
C ₁	Lastik Değişimi katsayısı	35	X ₁	Lastik Değişimi Karar Değişkeni	0,5
C ₂	Supap Değişimi katsayısı	5	X ₂	Supap Değişimi Karar Değişkeni	0,033
C ₃	Lastik Tamiri katsayısı	10	X ₃	Lastik Tamiri Karar Değişkeni	0,33
C ₄	Balans Ayarı katsayısı	20	X ₄	Balans Ayarı Karar Değişkeni	0,167
C ₅	Nitrojen Dolumu katsayısı	2,5	X ₅	Nitrojen Dolumu Karar Değişkeni	0,083
C ₆	Yağ-Antifriz Değişimi katsayısı	35	X ₆	Yağ-Antifriz Değişimi Karar Değişkeni	0,25
C ₇	Jant Değişimi katsayısı	10	X ₇	Jant Değişimi Karar Değişkeni	0,5

				Değişkeni	
C ₈	Far Ayarı katsayısı	10	X ₈	Far Ayarı Karar Değişkeni	0,167
C ₉	Ön Düzen Tamiri katsayısı	385	X ₉	Ön Düzen Tamiri Karar Değişkeni	1
C ₁₀	Rot Ayarı katsayısı	20	X ₁₀	Rot Ayarı Karar Değişkeni	05
C ₁₁	Kampana Disk Torna katsayısı	20	X ₁₁	Kampana Disk Torna Karar Değişkeni	0,3
C ₁₂	Bilgisayarlı Fren Test katsayısı	20	X ₁₂	Bilgisayarlı Fren Test Karar Değişkeni	0,167
C ₁₃	Fren Tamiri katsayısı	375	X ₁₃	Fren Tamiri Karar Değişkeni	0,167
C ₁₄	Egzoz Emisyon Ayarı katsayısı	15	X ₁₄	Egzoz Emisyon Ayarı Karar Değişkeni	0,167

3. BULGULAR

Problem Lindo paket programla çözüldü. Bu çözüme göre sonuçlar:

Global optimal solution found.

Objective value: 1025.000

Infeasibilities: 0.000000

Total solver iterations: 2

Elapsed runtime seconds: 0.03

Model Class: LP

Total variables: 14

Nonlinear variables: 0

Integer variables: 0

Total constraints: 19

Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 59

Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X1	2.000000	0.000000
X2	0.000000	15.00000
X3	0.000000	10.00000
X4	0.000000	10.02000
X5	0.000000	22.48000
X6	3.000000	0.000000
X7	0.000000	10.00000
X8	0.000000	10.00000
X9	2.000000	0.000000
X10	0.000000	365.0000
X11	0.000000	0.000000
X12	4.000000	0.000000
X13	0.000000	10.00000

X14 0.000000 5.000000

Bu sonuçlara göre çalışma konusu KOBİ X1: 2 birim Lastik Değişimi, X6: 3 birim Yağ ve Antifriz Değişimi; X9: 2 birim Ön Düzen Tamiri, X12: 4 birim Bilgisayarlı Fren Test işlerinde zaman ve işçilik kullanarak üretim yapması halinde cirosunu maksimize etmektedir. İşlerin yoğun olmadığı zamanda yapılan diğer işler ise yardımcı iş olarak nitelenmektedir. Bu işler müşterilere işlerin başka bir iş yerine ihtiyaç duyulmadan yapılabildiğinin göstergesi olarak yapılmaktadır.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Birçok KOBİ'de karşılaşılan ve düzensizlik gösteren üretim planlaması ve yönetimi problemi optimize edilerek başa çıkılması gereken önemli bir problemdir. Bu optimizasyonun yapılmamasından dolayı makine, enerji, işçilik ve zaman israfları yaşanmaktadır.

Girdilerin minimizasyonu ve çıktıların maksimizasyonu konusu KOBİ'lerde önemsenmesine rağmen üstesinden gelinmesi problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Doğrusal Programlama Optimal girdi-çıktı bileşimini veren bir metot olarak ortaya atılmıştır. Kobinin cirosunu maksimize etmek amacıyla Kobi'nin verileri üzerine Doğrusal Programlama Modeli kullanarak matematiksel modellerin kurulabileceğini gösterildi. Kurulan Doğrusal Programı uygun Bilgisayar Paket Programlar (Lingo, WinQSB v.b) ile çözümlenerek en uygun üretim bileşeni örneğimizde olduğu gibi belirlenir. Sonuç olarak bu tür problemlerin belirlenmesi/çözülmesi üniversitelerin aracılığı ile daha rahat belirleneceğinden benzer çalışmaların yaygınlaşması ile Üniversite-Sanayi işbirliği de gelişmiş ve organizasyonlarda verimlilik artışı sağlanmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- Alp, S. (2008). Doğrusal Hedef Programlama Yönteminin Otobüsle Kent İçi Toplu Taşıma Sisteminde Kullanılması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 73-91.
- Altınbilek, D. (1978). Su İletim Borularının Maliyetinin Doğrusal Programlama Yöntemi ile Enküçüklemesi. Türkiye İnşaat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi, 435-453.
- Bostancı B., D. H. (2011). Taşınmaz Geliştirmede Doğrusal Programlama. http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/6ce8effea0cf2ed_ek.pdf. 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ankara, 18-22 Nisan
- Çevik O., Y. (2010). Bulanık Doğrusal Programlama ile Süt Ürünler İşletmesinde Bir Uygulama. KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 15-26.
- Çevik, O. (2006). Tamsayılı Doğrusal Programlama ile iş gücü planlaması ve Bir Uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 157-171.
- Doğanlı, B. (2006). Tamsayılı Programlama Yönteminin Sermaye Bütçelemesi Konusuna Uygulanması ve Bir Tekstil İşletmesi Uygulaması. Muhasebe ve Finansman Dergisi, 190-196.
- Ecemiş O., Y. M. (2013). Türkiye'deki Özel Güvenlik Yapılanmasındaki Risklerin Doğrusal Programlama Yöntemi ile Belirlenmesi. 3.Ulusal Özel Güvenlik Sempozyumu, (s. 245-252). Gaziantep.
- Elevli E., U. N. (2007). Doğrusal Programlama Tekniği ile Kömür Dağıtım Optimizasyonu. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Dergisi, 47-56.
- Ergülen , A., & Kazan, H. (2007). Taşımacılık Sektörünün İşleyiş Süreci, Bulanık Dağıtım Probleminin Tamsayılı Doğrusal Programlama Model Denemesi. ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 109-125.
- Esin, A. (1988). *Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri*. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Öncer A. (2012). İşletmelerin Büyüme Stratejisini Belirlemede Doğrusal Programlama Yaklaşımı. Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi, 405-420.
- Öztürk, A. (2012). *Yöneylem Araştırması*. Bursa: Ekin.
- Özgüven, C. (2003). *Doğrusal Programlama ve Uzantıları*. Detay Yayıncılık. Ankara.
- Taha, H. A. (2003). *Yöneylem Araştırması*. İstanbul: Literatür.