

Örnek Bir Çeltik İşletmesinde Kullanılması Gereken Tarım Makinaları Büyüklükleri ve Sayılarının Doğrusal Programlama Yöntemi ile Tespit

Gıyasettin ÇİÇEK¹

Selçuk ARIN¹

Geçiş Tarihi: 24,04.2003

Özet; Çeltik günümüzde buğdaydan sonra en geniş ekim alanına ve üretimine sahip orundur. Bütün tarımsal ürünlerde olduğu gibi çeltik üretiminde de birim alandan elde edilen ürün miktarının artırılmasında tarım makinalarının önemli etkisi vardır. Tarımsal işletmecilik problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılan en önemli yöntemlerden birisi doğrusal programlama yöntemidir. Çeltik üretiminde doğrusal programlama yöntemini kullanarak tarım makinalarının masrafını minimize edecek modellerin kurulması ve bilgisayar yardımı ile bu modellerin çözümü sonucunda büyük oranda ekonomiklik sağlanacaktır. Bu çalışmada çeltik üretiminde yaygın olarak kullanılan tarım makinaları ele alınmış, Microsoft Excel ve QSB paket programları kullanılarak doğrusal programlama yardımı ile makina masrafını minimize edecek makine setinin saptanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: tarım makinaları, çeltik, doğrusal programlama

Determination of Number and Size of Farm Machinery That is Required to Use at A Model Paddy Management by Linear Programming

Abstract; Nowadays, paddy is the most important crop that has the widest production amount and area following wheat. Agricultural machinery have important effects on increasing of yield as in other crops. Linear programming method that is commonly used farm management problems is one of the most important methods. Forming of models that will minimize costs of agricultural machinery by using linear programming method and solving this models by using computer will provided economy at paddy production, in this research machines that are used widely in paddy production were taken up. it was aimed that determination of machinery set that minimize of machinery cost by using Microsoft Excel and QSB computer programs.

Key Words: agricultural machinery, paddy, linear programming

Giriş

Hızlı nüfus artışı karşısında yeterli olmayan gıda maddeleri üretimi dünyamızda her geçen gün giderek büyüyen beslenme sorununa neden olmaktadır. Bu durum ülkeleri tarımlarına daha fazla önem vermeye ve tarımsal üretimlerini artırmak için daha yoğun çalışmaya zorlamaktadır. Bazı ülkeler bu soruna var olan tarım alanlarını genişleterek çözüm ararlarken tarım alanları sınırlı olan ülkelerde birim alandan daha çok ürün almayı amaçlayan ileri üretim teknolojileri uygulamalarına ağırlık vermektedirler (Ulusoy ve Özbaydur 1995).

İnsan iş verimini geliştirerek üretimin ekonomik düzeyini artırmak için tarımsal üretimde teknik tarım uygulamalarının gereği, kullanılan her türlü mekanik araçların tasarım, yapı, geliştirme, uygulama deneyleri, pazara alma, işletme, bakım, onarım ve yayımı ile ilgili tüm hizmetler olarak tanımlanan tarımsal mekanizasyonun belirli bir amaca yönelik optimum planlamasının yapılabilmesi için temel verilerin sağlanarak sağlıklı olarak derlenmesi ile bunların yaygın ve hızlı kullanımının gerçekleştirilmesine yönelik düzenlemelerin yapılmasına büyük gereksinim vardır. Bunda edinme ve enerji maliyetlerinin her geçen gün artması nedeniyle tarımsal mekanizasyon giderlerinin işletmenin genel giderleri içerisindeki yüksek payının rolü büyüktür (Bölüköçlü ve ark. 1994).

Tarımda modernizasyonun sağlanmasında doğru makine seçimi en önemli kısıtlardan biridir. Tarımsal işletmeler makine seçimi yaparken genellikle teknik ve ekonomi şartları göz önüne almaktadırlar. Makine seçiminin optimize edilmesi için hava koşulları, işlem aşamaları, üretim alanı ve makine masrafları gibi bileşenlerin etkilerinin hesaplanması gerekmektedir (Parmarve ark. 1996).

Günümüzde buğdaydan sonra en geniş ekim alanına sahip çeltik üretiminde de birim alandan elde edilen ürün miktarının artırılmasında tarım makinalarının önemi büyüktür. Kısıtlı zaman içerisinde miktar ve kalitenin en az masrafla artırılması gerekmektedir. Bunun için tarım makinalarından birim alan içinde en az masrafla yararlanmayı sağlayacak programlar kullanılmalıdır. Türkiye'deki çeltik ekim alanı ve üretim miktarı göz önüne alınırsa bunun önemi daha iyi anlaşılabilir (Çizelge 1).

Materyal ve Yöntem

Modelde çeltik tarımında yaygın olarak kullanılan tarım makinalarına yer verilmiştir. Çeşitli büyüklüklere sahip bu makinalar Çizelge 2'de verildiği gibidir.

¹ Doktora Tez'inden hazırlanmıştır.

¹ Trakya Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Tekirdağ

Çizelge 1. Türkiye Çeltik Ekim Alanı ve Üretim Miktarı (Anonim 2000)

İl	Ekim alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)
Edirne	30954	172559
Bursa	729	4376
Çorum	5934	40017
Sinop	4645	27150
Samsun	6915	41493
Kastamonu	1630	8250
Çanakale	3766	29468
Balıkesir	2781	46369
Mardin	362	800
Diyarbakır	147	4790
Toplam	57863	375272

Çizelge 2. Çeltik Üretiminde Kullanılan Traktör ve Tarım Makinelerinin Büyüklükleri (Anonim 2002b)

Makine	Makine büyüklüğü (m)
Pulluk (2 gövdeli)	0,6
Pulluk (3 gövdeli)	0,9
Pulluk (4 gövdeli)	1,2
Pulluk (5 gövdeli)	1,5
Goble diskaro	2 3 4
Lazerli toprak tesv. mak.	3,5 4 4,5 5
Kombikürüm	2 2,5 3
Dişli tırmık	2 2,5 3
Ekim makinesi	
Biçerdöver	
Traktör (kW)	100 88 80 74 66 60 52

Modelde çeltik tarımında yaygın olarak kullanılan tarım makinelerine yer verilmiştir. Çeşitli büyüklüklere sahip bu makineler Çizelge 2'de verildiği gibidir.

Bu çalışmada geliştirilen model, çeltik üretimi yapan işletmelerde işletme büyüklüğü, çalışılabilir zaman aralıkları, alet ve makinelerin iş başarıları ve çeki güçleri ile farklı güçte traktörlerle kullanılabilen tarım alet ve makinelerin yıllık maliyetlerine bağlı olarak makine seçimi yapmaktır.

Modelde, kullanılacak makinelerin maliyetleri, iş başarıları ve çeki güçleri önceden tespit edilerek, makine, traktör ve iş gücü gereksinimi göz önüne alınmakta ve sonuç olarak üretim dönemindeki çalışılabilir zamana bağlı olarak minimum maliyeti veren makine seti elde edilmektedir.

Model için gerekli veriler beş başlık altında toplanmıştır (Bölükoğlu ve ark. 1994).

İşletme büyüklüğü: Modelde örnek işletmenin 400 ha alanda çeltik üretimi yaptığı kabul edilmiştir.

Tarla işlemleri ve bu işlemlerde kullanılan tarım makineleri büyüklükleri: Çeltik üretiminde izlenen mekanizasyon zinciri ve kullanılan makineler aşağıdaki gibidir.

Sürüm (pulluk), 1. tırmıklama (goble diskaro), arazi tesviyesi (lazerli tesviye mak.), 2. tırmıklama (kombikürüm), 3. tırmıklama (dişli tırmık), ekim (savurmalı ekim mak.) ve hasat (biçerdöver). İlaçlama ve gübreleme elle yapıldığı için modelde yer verilmemiştir. Modelde ayrıca yörede yaygın olarak kullanılan 7 adet traktör ele alınmıştır (Çizelge 2).

Makinelere ait temel işletmecilik verileri: İşletmecilik verileri olarak makinelerin iş genişlikleri ve ilerleme hızlarına bağlı olan iş başarıları ele alınmıştır. Makinelerin çeki gücü gereksinimleri literatürlerden elde edilmiştir (Çiçek 1997, Arın ve ark. 2001). İş başarıları ise aşağıdaki formülden hesaplanmıştır (Keskin ve Erdoğan 1992).

$$S = 3,6 * B * V * k$$

S: Makinenin iş başarıları (da/h)

B: Makinenin iş genişliği (m)

V: Makinenin çalışma hızı (m/s)

k: Çalışma zamanından yararlanma katsayısı (%)

Yıllık makine masraflarının hesaplanmasında kullanılan veriler: Makine giderlerinin hesaplanmasında satın alma fiyatları, faiz oranları, saatlik ve yıllık ömür, tamir ve bakım faktörleri, işçilik ücreti ve yakıt fiyatı değişkenleri oluşturmaktadır. Bu değişkenler ile amortisman, faiz, muhafaza, bakım, tamir ve yakıt-yağ masrafları hesaplanmıştır (Dinçer 1976).

Amortisman masrafı:

$$a = \frac{A - R}{T}$$

A: Makinenin satın alma bedeli (€)

R: Makinenin hurda değeri (0,1*A)

T: Makinenin ömrü (yıl)

Faiz masrafı:

$$f = \frac{(A + R) * i}{2}$$

i: Yıllık faiz oranı (%) (Ziraat bankası tarım makinelerine Ekim 2002'de % 90 faiz oranı uygulamıştır).

Muhafaza masrafı:

$$m = \frac{0,9 * A}{100} \text{ (Tarım makineleri için)}$$

$$m = \frac{1,3 * A}{100} \text{ (Traktör için)}$$

Tamir masrafı:

$$t = \frac{A * r}{n}$$

r: Tamir faktörü

n: Makinenin ömrü (h)

Bakım masrafı:

$$b = w * L$$

w : Bakım faktörü

L : İşçilik ücreti (€/h)

Yakıt ve yağ masrafı:

$$y_0 = 0,103 * N * K_m$$

N : Kullanılan traktör gücü (kW)

K_m : Yakıt fiyatı (€/lt)

Her periyotta çalışılabilir zaman aralıkları: Bir makinenin sınırlı zaman içerisinde gereken işlemi yapabilmesi onun büyüklüğü ile doğrudan ilgilidir. Modelde sınırlı zaman aralığında belirtilen tarımsal işi yapabilecek en düşük masraflı makinenin seçilmesi amaçlanmıştır.

Bir çok üründe olduğu gibi çeltiğin üretiminde de bir tarımsal işlemin bitmesi diğer bir tarımsal işlemin başlaması demektir. Çeltik üretiminde herhangi bir tarımsal işlem, önceki işlemin bittiği tarihten daha önce başlamakta ve o işlemden birkaç gün sonra bitirilmektedir. İpsala ilçesinde periyotlara göre çalışılabilir saat sayıları Çizelge 3'te verildiği gibidir.

Doğrusal programlamada kullanılan amaç fonksiyonu ve kısıtların belirlenmesinde yararlanılan matematiksel model üç bölümden oluşmaktadır (Agrawal ve Heady 1972, Işık 1992, Sındır ve Evcim 1989, Yakut 1985).

1. Amaç fonksiyonu: Minimum gideri sağlamak amacıyla karar değişkenlerinin etkilerinin karşılaştırıldığı amaç fonksiyonudur.

$$Z_{\min} = \sum_{j=1}^n C_j \cdot X_j$$

Çizelge 3. Periyotlara Göre Çalışılabilir Saat Sayıları (Anonim 2002a)

Periyot	Çalışılabilir saat (h)
Eylül	166
Ekim	163
Geç Mart	124
Erken Nisan	105
Geç Nisan	113
Erken Mayıs	119
Geç Mayıs	96

Z_{min}: Amaç fonksiyonu

n: İşlem sayısı

C_j: j işlemindeki makine masrafı (€/ha)

X_j: j işlemindeki alan miktarı (ha)

2. Kısıtlayıcı fonksiyonlar: Kısıt denklemleri 5 grup altında toplanmıştır.

a) *Alan kısıtı:* Bu kısıt hasat edilen alanın toplam üretim alanı değerine eşit olması gereğinden kaynaklanan kısıttır.

$$\sum_{j=1}^n X'_{ij} = A$$

i: Periyot sayısı

A: İşletmenin üretim alanı (ha)

X_{ij}: i periyodunda yapılan j işleminin alan miktarı (ha)

b) *İşlemlerin ardışımı kısıtı:* Her işlemin yapıldığı alan bir önceki işlemin yapıldığı alana eşit veya küçük olmalıdır.

$$\sum_{j=1}^n X_{i(j+1)} \leq \sum_{j=1}^n X_{ij}$$

X_{i(j+1)}: i periyodunda yapılan j işleminden sonraki tarımsal işlemin alan miktarı (ha)

c) *Traktör kısıtı:* Her çalışma periyodunda, tüm işlemler için gereken traktör zamanı, o periyottaki kullanılabilir traktör zamanını aşmamalıdır.

$$\sum_{j=1}^n Q_{ij} \cdot X_{ij} \leq D_i \cdot X_T$$

Q_{ij}: i periyodundaki j işlemi için gerek duyulan traktör zamanı (h/ha)

D_i: i periyodunda çalışılabilir zaman (h)

X_T: Traktör sayısı

d) *Makine kısıtı:* Her işlem için gereken makine zamanı, o periyottaki kullanılabilir makine zamanını aşmamalıdır.

$$\sum_{j=1}^n P_{ij} \cdot X_{ij} \leq D_i \cdot X_M$$

P_{ij}: i periyodundaki j işlemi için gerek duyulan makine zamanı (h/ha)

X_M: Makine sayısı

e) *İşçilik kısıtı:* Gereken işçilik zamanı, periyottaki kullanılabilir işçilik zamanını aşmamalıdır.

$$\sum_{j=1}^n R_{ij} \cdot X_{ij} \leq D_i \cdot X_O$$

R_{ij}: i periyodundaki j işlemi için gerek duyulan işçilik zamanı (h/ha)

X_O: İşçi sayısı

Model için gerekli veriler Microsoft Excel bilgisayar programına yüklenerek amaç fonksiyonu ve kısıt denklemleri elde edilmiştir. Elde edilen bu denklemlerin QSB paket programına girilmesi ile çeltik üretiminde kullanılacak makine büyüklükleri ve sayıları ondalıklı olarak tespit edilmiştir. Ondalık olarak elde edilen sayılar belirtilen işlemin yapılabileceği ve minimum masrafın sağlanabileceği şekilde tam sayıya çevrilerek 400 ha'lık tarım arazisine sahip bir çeltik işletmesinin elinde bulundurması gereken minimum makine masrafını sağlayacak makine büyüklükleri ve sayıları elde edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çeltik üretiminde kullanılan makinelerin satın alma bedelleri ve hesaplamalar sonucunda bulunan yıllık maliyetleri Çizelge 4'te verildiği gibidir.

Modelin çözümünden sonra minimum makine masrafını veren makine sayıları ve bu makinelerin hangi periyotta ne kadar alan işlediği Çizelge 5'te verildiği gibidir.

Çizelge 5'te görüldüğü gibi işletmede 1 adet 100 kW, 1 adet 66 kW ve 6 adet 52 kW traktörün bulundurulması

Çizelge 4. Çeltik Üretiminde Kullanılan Traktör ve Tarım Makinelerinin Satın Alma Bedelleri ve Yıllık Maliyetleri

Makine	Makine büyüklüğü (m)	Satın alma bedeli (€)	Yıllık maliyet (€/yıl)
Pulluk (2 gövdeli)	0,6	250	200
Pulluk (3 gövdeli)	0,9	375	285
Pulluk (4 gövdeli)	1,2	450	338
Pulluk (5 gövdeli)	1,5	630	458
Goble diskaro	2	1700	1004
	3	2500	1476
	4	2800	1652
Lazerli toprak tes. mak.	3,5	18700	10837
	4	19100	11046
	4,5	22000	12693
	5	25000	14391
Kombikürüm	2	500	331
	2,5	800	531
	3	1100	724
Dişli tırmık	2	150	94
	2,5	190	118
	3	250	153
Ekim makinesi		600	378
Biçerdöver		150000	96725
Traktör (kW)	100	60000	40450
	88	56000	37770
	80	55000	37100
	74	41000	27720
	66	15750	10803
	60	23600	16062
	52	6900	4873

Çizelge 5. Minimum Makine Masrafını Sağlayacak Makine Büyüklükleri ve Sayıları

Makine	Makine büyüklüğü	Makine sayısı	Periyot	İşlenen alan(ha)
Pulluk	3 gövdeli	2	3	24,72(52 kW ile)
			4	19(52 kW ile)
	4 gövdeli	5	3	34,25(66 kW ile)
			3	102,69(52 kW ile)
			4	29(66 kW ile)
			4	86,95(52 kW ile)
	5	31,26(66 kW ile)		
	5	72,14(52 kW ile)		
Goble diskaro	4 m	1	3	152,81(52 kW ile)
			4	143,84(52 kW ile)
			5	103,35(52 kW ile)
Lazerli tesviye mak.	5 m	1	3	149,4(100 kW ile)
			4	114,45(100 kW ile)
			5	136,15(100 kW ile)
Kombikürüm	2 m	3	6	6,84(66 kW ile)
			6	126,49(52 kW ile)
	2,5 m	2	5	129,88(52 kW ile)
			6	136,78(52 kW ile)
Dişli tırmık	3 m	2	5	43,28(52 kW ile)
			6	356,72(52 kW ile)
Ekim mak.		2	7	400(52 kW ile)
Biçerdöver		2	1	238,85(52 kW ile)
			2	161,15(52 kW ile)
Traktör	100 kW	1		
	66 kW	1		
	52 kW	6		
İşçi		8		

yeterli olmaktadır. Sürüm işlemi için 2 adet 3 gövdeli, 5 adet 4 gövdeli pulluk, 1. tırmıklama için 1 adet 4 m'lik goble diskaro, tesviye için 1 adet 5 m'lik lazerli tesviye makinesi, 2. ve 3. tırmıklama için 3 adet 2 m'lik ve 2 adet 2,5 m'lik kombikürüm ile 2 adet 3 m'lik dişli tırmık, 2 adet ekim makinesi, 2 adet biçerdöver ve son olarak tüm işlemlerin yapılabilmesi için 8 adet işçiye gereksinim olmaktadır.

Hangi makinenin hangi periyotta hangi traktör ile ne kadarlık alan işlemesi gerektiği çizelgede belirtildiği gibidir.

Modelin çözümü sonucunda işletmenin yıllık makine masrafı 658419,9 €/yıl olmaktadır. Bulunan masrafın % 70'ini sabit masraflar oluşturduğu için çok yüksek bir rakam ortaya çıkmaktadır. Masrafın büyük bölümünü sabit masrafların oluşturduğunun belirtilmesi çiftçiler açısından daha anlaşılır olacaktır.

Sonuç

Elde edilen sonuçlar gerçek işletmeler ile karşılaştırıldığında, çeltik tarımını büyük alanlarda yapan işletme sahiplerinin gereğinden fazla sayıda ve büyüklükte makine ve traktör kullandıkları söylenebilir.

Günümüzde elle çeltik üretimi yapmak pahalı olmakta, kısıtlı zaman dolayısıyla işler yetişmemekte ve makinele üretime göre daha az verim alınmaktadır. Bu nedenle küçük işletmeler satın alma bedelleri yüksek olan makineleri satın alamadıkları için ya bu makineleri kiralama yoluna veya arazilerini büyük işletmelere kiraya verme yoluna gitmelidirler.

Çeşitli büyüklüklerdeki çeltik işletmeleri için yapılan hesaplamalarda ortalama %20'lik bir masraf azalması meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu ise 658 420 €/400 ha masraf için 329,2 €/ha anlamına gelmektedir. Ülkemizdeki bütün çeltik alanları göz önüne alındığında toplam 19 054 286 € masraf azalması meydana gelmektedir. Böylelikle çeltik işletmelerinin üretimde kullanacakları makine seçiminde doğrusal programlama yardımı ile en az masrafı verecek olan makine setini tespit etmeleri ve bunu uygulamaları ile hem kendi işletmeleri hem de ülke ekonomisi için büyük bir kazanç sağlanacağı açıkça görülmektedir.

Kaynaklar

- Agrawal, R. C. and E. O. Heady, 1972. Operations Research Methods for Agricultural Decisions. The Iowa State University Press, AMES, USA.
- Anonim, 2000. Tarım İl Müdürlükleri ve Çeltik Komisyonları Kayıtları.
- Anonim, 2002a. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 10 Yıllık İpsala İlçesi Meteorolojik Verileri. Ankara.
- Anonim, 2002b. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, İpsala Tarım İlçe Müdürlüğü 2002 Verileri. İpsala.

Arın, S., E. Kahya ve G. Çiçek, 2001. Trakya Yöresi'nde Kullanılan Tarım Makineleri İşletmeciliği Veri Tabanının Bilgisayar Ortamında Hazırlanması. Tarımda Bilişim Teknolojileri 4. Sempozyumu. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. 2001. Kahramanmaraş.

Bölüköçü, H., İ. Girgin, G. Yüksel, A. Darga ve A. Yaltırık, 1994. Tarım Makinelerinin Seçimine Yönelik Veri Tabanının Oluşturulması ve Model Parametrelerin Saptanması. TOAG 642. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makineleri Bölümü. Bursa.

Çiçek, G. 1997. Trakya Bölgesinde Tarım Makineleri İşletmeciliği Veri Tabanı. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Edirne.

Dincer, H., 1976. Tarım işletmelerinde makine kullanma masrafları. Türkiye Ziraat Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, Ankara.

İşık, A. 1992. Doğrusal Programlama Tekniği ile Mekanizasyon Yatırımlarına Bağlı Üretim Planlaması. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi. 14-16 Ekim 1992. S: 463-473. Samsun.

Keskin, R. ve D. Erdoğan, 1992. Tarımsal Mekanizasyon. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. Yayın No: 1254, Ders Kitabı No: 359. Ankara.

Parmar, R. S., R. W. McClendon and W. D. Potter, 1996. Farm Machinery Selection Using Simulation and Genetic Algorithms. Transaction of the ASAE. Vol. 39(5). 1905-1909.

Sındır, K. O. ve H. Ü. Evcim, 1989. Bir İşletme Örneğinde Mekanizasyon Gereksinimlerinin Doğrusal Programlama Modeli ile Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 12. Ulusal Kongresi. S: 18-25. 1-2 Haziran 1989. Tekirdağ.

Ulusoy, E. ve H. A. Özbaydur, 1995. Değişik İşletme Büyüklüklerinde Bilgisayar Destekli Mekanizasyon Planlaması. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi. 5-7 Eylül 1995. Bursa.

Yakut, H. 1985. Doğrusal Programlama Yardımı ile İşletme Biriminde Tarımsal Mekanizasyon Planlaması. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

İletişim adresi:

Gıyasetin ÇİÇEK
Trakya Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Tekirdağ