

Biga Yöresinde Çeltik Üretim Alanı ile Makina Sayısı ve Büyüklüğü Arasındaki İlişkinin Doğrusal Programlama Kullanarak Belirlenmesi*

Gıyasettin Çiçek¹, İsmail Kavdır²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, 17100-Çanakkale

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, 17100-Çanakkale
giyas@hotmail.com

Özet : Biga yöresine yönelik yapılan bu araştırmada 10 farklı büyüklüğe sahip çeltik işletmesinde kullanılması gereken tarım makinaları sayıları ve büyüklükleri doğrusal programlama yöntemi kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrusal denklem şekline çevrilmiştir. Biga yöresinde herhangi büyüklüğe sahip bir çeltik işletmesinin çeltik üretimini minimum makina masrafı ile gerçekleştirebilmesi için makinalardan kaç adet kullanması gerektiği bu denklemlerden yararlanılarak bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: Tarım makinaları, çeltik, doğrusal programlama.

Determination of the Relation Between Paddy Field Size and the Number and Size of Machinery in Biga using Linear Programming

Abstract : Numbers and sizes of agricultural machinery which were to be used in 10 different paddy farms in Biga have been studied to figure out using linear programming. Results obtained were transformed into linear equations. How many machinery are needed can be found for paddy production with minimal machinery cost for any paddy farm size.

Keywords: Farm machinery, paddy, linear programming.

GİRİŞ

Dünyanın yarısından fazlasının beslenmesinde temel kaynak olan ve halkımızın beslenmesindeki önemi ise giderek artan çeltiğin üretiminde birim alandan elde edilen ürün miktarının artırılmasında alet ve makinanın önemli ölçüde etkili olduğu bilinmektedir. Tarımsal üretimde üretim artışının sağlanmasının yanında minimum masrafın da sağlanabilmesi için üretim planına uygun makina setinin seçiminin yani mekanizasyon planlamasının yapılması gerekmektedir.

Tarımsal mekanizasyon planlaması, farklı amaçlar doğrultusunda ve farklı şekillerde yapılmaktadır. İşletmenin büyüklüğüne ve güç sunusuna bağlı olarak gereksinim duyulan insan işgücü, makina ve bu makinaların iş genişliklerinin belirlenmesi olabileceği gibi, işletmenin kar maksimizasyonu ya da gider minimizasyonu doğrultusunda, üretimde makinaya

bağlı işlemler için iş programının belirlenmesi şeklinde de olmaktadır (Sındır ve Evcim, 1989, Akıncı ve Çanakçı, 2002).

Son yıllarda hazır bilgisayar programlarını kullanarak yada yeni yazılımlar geliştirerek, seçilen bazı konularda optimizasyonun amaçlandığı çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Sındır ve Watt, 1991, Soğancı vd. 1999). Optimizasyon tekniklerden olan ve sınırlı kaynakların ön görülen bir amacı gerçekleştirecek şekilde üretim aşamasında dağılımını sağlayan doğrusal programlama tekniği (LP) ve buna ilişkin çözüm yöntemleri, özellikleri itibarıyla mekanizasyon planlaması problemlerinin çözümünde kullanılacak tekniklerin başında gelmektedir. LP tekniği değişik işletme birimleri için işletme özelliklerine uygun biçimde yapılandırılarak farklı optimizasyon modelleri biçiminde düzenlenebilir (Coşkun ve Özarslan 2000).

Çeltik üretimindeki teknik tarım uygulamalarında kurulan doğrusal programlama modeli, bilgisayar programı ve tarla uygulamaları ayrı ayrı ne kadar iyi olursa olsun, öğeler arasında sağlıklı bir kombinasyon düzeyi oluşturulmadıkça minimum masrafın sağlanması yoluyla toplam verimliliğin artırılması sınırlı kalacaktır.

Bu çalışmada, alanlarının tümünde çeltik üretimi yapan Biga ilçesindeki çeltik üreticileri örnek alınmış, üretim aşamalarında yaygın olarak kullanılan makineler ele alınarak 10 farklı alan için doğrusal programlama yardımı ile makina masrafını minimize edecek makina seti saptanmıştır. Elde edilen doğrusal programlama modelinin çözümünde QSB paket programı kullanılmıştır. Sonuç olarak alana bağlı olarak makinalarda meydana gelen değişim grafiklerinin denklemleri elde edilerek, herhangi bir alan için minimum masrafı verecek makina sayısının tespit edilebilmesi sağlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Model için gerekli veriler

Modelde istenen çözümün elde edilebilmesi için yararlanılan veriler aşağıdaki gibidir.

İşletme büyüklüğü: Araştırmada 10 farklı işletme büyüklüğü örnek olarak alınmıştır

Çeltik üretimi için yapılan tarla işlemleri ve bu işlemlerde kullanılan tarım makineleri: Biga ilçesinde, çeltik hasadından sonra pulluk ile toprağın sürülmesi, ilk sürümün ardından goble diskaro ile tırmıklama, Mart ayı başlarında toprağın ikinci defa pullukla sürülmesi, kazayağı ile tırmıklama, lazerli toprak tesviye makinası ile tesviye, tırmık bağlı traktörün toprağı bastırması ve biçerdöver ile hasat işlemleri yapılmaktadır.

Makinalara ait temel işletmecilik verileri: Modelde amaç fonksiyonundaki ve kısıtlardaki karar değişkenlerinin katsayılarının belirlenmesinde makinalara ait temel işletmecilik verilerinin bilinmesi gerekmektedir (Çizelge 1).

Makinalara ait tarla kapasitelerinin bulunmasında tarım makineleri iş genişlikleri ve hızlarından yararlanılır. Bazı tarım makineleri yüksek güç gerektiren makinalardır. Bu nedene makinalara ait çeki gücü gereksinimlerinin de bilinmesi gerekir.

Makinalara ait çeki gücü değerleri literatürlerden, iş genişliği ve hız değerleri ise laboratuvar ve tarla denemelerinden elde edilmiştir. Bu değerlerden yararlanarak tarla kapasitelerinin bulunmasında ise aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Srivastava vd., 1993).

$$C_a = \frac{v \cdot w \cdot \eta_f}{10}$$

C_a : Tarla kapasitesi (ha/h)

v : Hız (km/h)

w : Makina iş genişliği (m)

η_f : Tarla etkinliği (%)

Çizelge 1. Modelde Kullanılan Makinalara Ait İşletmecilik Verileri

Makina	Satınalma Bedeli (€)	Makina İş Genişliği (m)	Ortalama Hız (km/h)	Çeki Gücü (kW)
Pulluk 3	703	0,8	3,89	34
Pulluk 4	1000	1,05	3,77	37
Pulluk 5	1312	1,3	3,66	40
G. diskaro 22	2440	1,985	6,84	14
G. diskaro 24	2690	2,08	6,72	15
G. diskaro 28	3205	2,35	6,3	16
Kazayağı 9	453	2,23	8,45	24
Kazayağı 11	515	2,72	8,29	26
Lazer 3,5	18400	3,5		66
Lazer 4	18600	4		74
Lazer 5	19200	5		88
Biçerdöver 4,5	126000	4,5	1,15	
Biçerdöver 5	132000	5	1,12	
Traktör 88	60000			
Traktör 74	53000			
Traktör 60	40000			
Traktör 52	36000			

Makinaların zaman gereksinimleri

Biçerdöverde çeltik üretiminde kullanılan diğer tarım makinelerinden farklı olarak birden fazla sayıda traktör ve işçi kullanılabilir. Bu nedenle diğer tarım makinelerinde makina, traktör ve işçilik zaman gereksinimleri makinaların iş başarısına eşit olduğu halde, biçerdöverde bu değerler kullanılan traktör ve işçi sayısına göre değişmektedir (Çizelge 2).

Makina masraflarının hesaplanması

Yıllık makina masrafları hesaplanırken yıllık toplam sabit masraflar, tamir ve bakım masrafları ile yakıt ve yağ masrafları toplanmaktadır. Yıllık toplam sabit masrafın hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmaktadır (Srivastava vd., 1993).

Çizelge 2. Biçerdöverde Makina Traktör ve İşçilik Zaman Gereksinimleri

	Biçerdöver 4,5	Biçerdöver 5
Makina iş başarısı (h/ha)	2,42	2,25
Traktör iş başarısı (h/ha)	4,84	4,5
İşçilik iş başarısı (h/ha)	7,26	6,75

$$\frac{C_{oa}}{P_u} = (1-S_v) * \left[\frac{I_r * (1 + I_r)^{\tau_L}}{(1 + I_r)^{\tau_L} - 1} \right] + \frac{K_{tis}}{100}$$

C_{oa} : Yıllık toplam sabit masraf (€/yıl)

P_u : Makinanın satın alma fiyatı (€)

τ_L : Makinanın ekonomik ömrü (yıl)

S_v : Makinanın hurda değeri (€)

I_r : Yıllık faiz oranı (%)

K_{tis} : Yıllık vergi sigorta ve koruma maliyeti (%)

Yıllık faiz oranının bulunmasında;

$$I_r = \frac{I_p - I_g}{1 + I_g}$$

formülünden yararlanılmaktadır (Srivastava vd. 1993). Burada;

I_p : Yaygın olarak kullanılan yıllık faiz oranı (%)

I_g : Enflasyon oranıdır (%)

Tamir ve bakım masraflarının hesaplanmasında ise aşağıdaki formülden yararlanılmaktadır (Srivastava vd. 1993).

$$\frac{C_{rm}}{P_u} = RF_1 * \left(\frac{t}{1000} \right)^{RF_2}$$

C_{rm} : Eklemeli tamir bakım masrafı (€)

RF_1, RF_2 : Tamir bakım faktörleri

t : Eklemeli kullanım süresi(h)

Yakıt ve yağ masrafının hesaplanmasında ise aşağıdaki formülden yararlanılmaktadır (Arın, 2002).

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

y_0 : Yakıt ve yağ masrafı (€/h)

N : Kullanılan traktör gücü (kW)

K_m : Yakıt fiyatı (€/lt)

Amaç fonksiyonu ve kısıtların belirlenmesi

Doğrusal programlama modellerinde matematiksel model üç bölümden oluşmaktadır Agrawal Ve Heady, 1972, Işık, 1992).

1) Amaç fonksiyonu: Minimum gideri sağlamak amacıyla karar değişkenlerinin etkilerinin karşılaştırıldığı amaç fonksiyonudur. Modelde çeltik üretimini gerçekleştirecek olan en düşük masraflı makina setinin bulunması amaçlanmıştır. Modelin çözümünde minimum giderin sağlanması amaç fonksiyonunda belirtilen karar değişkenlerinin etkilerine bağlı olarak gerçekleşir (Sındır ve Evcim, 1989).

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

Z_{min} : Amaç fonksiyonu

n : İşlem sayısı

C_j : j işlemdeki makina masrafı (€ /ha)

X_j : j işlemdeki alan miktarı (ha)

2) Kısıtlayıcı fonksiyonlar: Kullanılan makinaların belirli bir süre içerisinde sabit olan üretim kapasitesini gösteren kısıt denklemleridir. Modelde kısıt denklemleri beş grup altında toplanmıştır.

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)

İşlemlerin ardışımı kısıtı: Tarımsal üretimlerde belirli bir zaman aralığında yapılması gereken her işlem başka bir işlemden önce ve diğer bir işlemden sonra yapılmaktadır. Her işlemin yapıldığı alan bir önceki işlemin yapıldığı alandan küçük olmak zorundadır.

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

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

Traktör kısıtı: Modelde Biga ilçesinde yaygın olarak kullanılan dört ayrı traktör büyüklüğü ele alınmıştır. Her çalışma periyodunda, tüm işlemler için gereken traktör zamanı, o periyottaki kullanılabilir traktör zamanını aşmamalıdır.

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

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

D_i : i periyodunda çalışılabilir zaman (h)

X_T : traktör sayısı

Makina kısıtı: Kısıt olarak çeltik üretiminde kullanılan farklı büyüklüklere sahip pulluk, goble diskaro, kazayağı, lazerli tesviye küreği ve biçerdöver ele alınmıştır. Makina kısıtında da her işlem için gereken makina zamanı o periyottaki kullanılabilir makina zamanını aşmamalıdır.

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

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

D_i : i periyodunda çalışılabilir zaman (h)

X_M : makina sayısı

İşçilik kısıtı: Her işlemde çalıştırılan işçi sayısına göre değişmektedir. Diğer kısıtlarda olduğu gibi işçilik kısıtında da gereken işçilik zamanı, periyottaki kullanılabilir işçilik zamanını aşmamalıdır.

$$\sum_{j=1}^n R_{ij} \cdot X_{ij} \leq D_i X_0$$

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

D_i : i periyodunda çalışılabilir zaman (h)

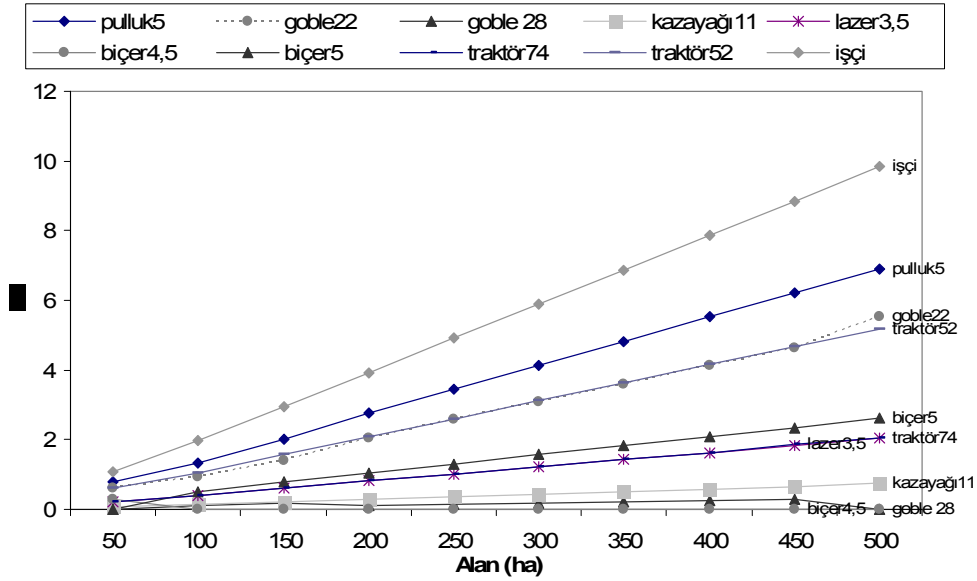
X_0 : işçi sayısı

Traktör, makina ve işçilik kısıtlarındaki koşul, her bir çalışma periyodunda ihtiyaç duyulan zaman gereksinimleri toplamı o periyottaki kullanılabilir zamana eşit yada küçük kılınarak sağlanabilmektedir.

3) Karar değişkenleri: Modelde çözülmesi gereken bilinmeyenleri tanımlayan karar değişkenleridir.

Çizelge 3. Üretim Alanına Bağlı Olarak Elde Edilen Makina-İşçi Sayıları ve Masrafları

Alan (ha)	Makina ve İşçi (Adet)										masraf (€)
	pulluk5	goble22	goble 28	kazay11	lazer3,5	biçer4,5	biçer5	trakt74	trakt52	işçi	
50	0,80	0,59	0	0,07	0,20	0,28	0	0,20	0,6	1,08	83003
100	1,34	0,93	0,11	0,15	0,41	0	0,52	0,41	1,04	1,97	287288
150	2,01	1,4	0,17	0,22	0,61	0	0,78	0,61	1,57	2,96	365171
200	2,76	2,06	0,12	0,29	0,81	0	1,05	0,81	2,07	3,93	442947
250	3,45	2,58	0,15	0,37	1,01	0	1,31	1,01	2,59	4,91	520731
300	4,14	3,1	0,19	0,44	1,22	0	1,57	1,22	3,11	5,9	598460
350	4,83	3,61	0,21	0,52	1,42	0	1,83	1,42	3,62	6,88	676250
400	5,52	4,13	0,25	0,59	1,62	0	2,09	1,62	4,15	7,86	753987
450	6,21	4,64	0,28	0,66	1,83	0	2,35	1,87	4,67	8,83	831775
500	6,9	5,53	0	0,74	2,03	0	2,62	2,03	5,18	9,83	909512



Şekil 1. Alan ve Makine Sayısı Değişimi

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma sonucunda Biga yöresinde farklı büyüklüklerdeki alanlarda çeltik üretiminde kullanılan ve minimum masrafı veren makineler Çizelge 3 te verildiği gibi bulunmuştur. Çizelgede görüldüğü gibi makina büyüklüğü, makina, traktör ve işçi sayısı ile tüm işlemlerin yapılması sonucunda işletmenin yapacağı minimum makina masrafı tespit edilmiştir.

Şekil 1'de alana göre makina sayısındaki değişim grafiği, Şekil 2'de ise alana göre makina masraflarında meydana gelen değişim grafiği verilmiştir. Elde edilen grafikte daha sağlıklı sonuçlar verdiği için makine sayıları ondalıklı olarak bırakılarak tam sayıya çevrilmemiştir. Son olarak Çizelge 4 de elde edilen değişim grafikleri $y = a \cdot x + b$ denklemi şekline dönüştürülmüş ve regresyon katsayıları bulunmuştur.

Model tüm alanlarda 5 gövdeli pulluğun kullanılması gerektiğini göstermektedir. Pulluğun çekilmesinde 52 kW ve 74 kW güçlere sahip iki traktörün farklı periyotlarda kullanılması gerekmektedir. Modelde alanın büyümesi ile en fazla artış işçilikten sonra 5 gövdeli pullukta görülmektedir.

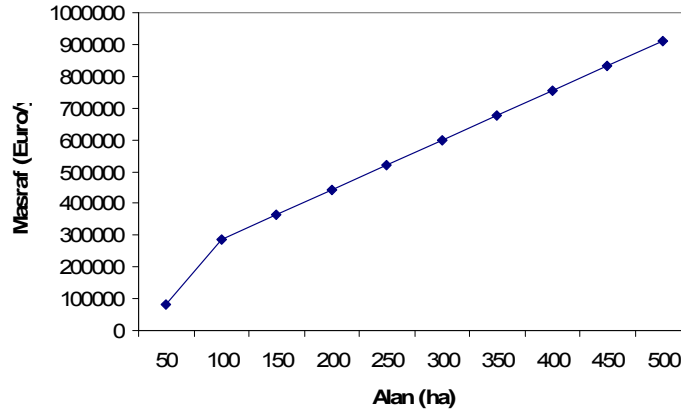
Makineler arasında en fazla değişim goble diskaroda görülmektedir. 50 ha alanda 22'li 0,59 adet goblenin 52 kW traktör ile, 500 ha alanda ise yine 22'li 5,53 adet goble diskaronun 52 kW ve 74 kW Değişimi traktör ile kullanılması gerektiği görülmektedir. Diğer

tüm alanlarda 22'li goble diskaronun yanında 28'li Goble diskaroda modele eklenmiştir. 100 ha dışında kalan tüm alanlarda her iki gobleninde kullanıldığı periyotlar ve traktör aynı olmaktadır. Makina sayılarına bakıldığında 28'li goblenin en fazla 0,28 adet olabildiği, 22'li goblenin ise en fazla artan üçüncü makina olduğu görülmektedir.

Tüm alanlarda kullanılması gereken bir diğer makina 11'li kazayağı kültüvördür. 52 kW traktör ile 6. ve 7. periyotlarda kullanılan kültüvör en fazla 0,74 adet olabilmektedir. Buna sebep olarak kazayağı kültüvörün kullanım hızının yüksek olması gösterilebilir.

Lazerli toprak tesviye makinası incelendiğinde modelin her alanda 3,5 m iş genişliğine sahip makina seçtiği görülmektedir. Kazayağı kültüvörün 52 kW traktör ile kullanıldığı 6. ve 7. periyotlarda 3,5 m'lik lazerli tesviye makinasının 74 kW traktör ile kullanılması gerekmektedir. Çeki güçleri dikkate alındığında modelde 3,5 m'lik lazerli tesviye makinasını çekebilecek en düşük traktör gücü olarak 74 kW'lık traktör görülmektedir.

Modelin 74 kW traktörü seçmesinin en önemli sebebi olarak bu gösterilebilir. Lazer için makina sayısına bakıldığında ise 50 ha için 0,2 adetten 500 ha için 2,03 adede kadar çıkmaktadır.



Şekil 2. Alan ve Yıllık Makina Masrafı

Çizelge 4. Karar Değişkenleri Denklemi ve Regresyon Katsayıları

Karar değişkenleri	Denklem	Regresyon katsayısı
Pulluk 5	$y = 0,0139*x + 0,0143$	$R^2 = 0,9996$
Goble disk 22	$y = 0,0108*x + 0,1164$	$R^2 = 0,995$
Goble disk 28	$y = 0,0002*x + 0,0847$	$R^2 = 0,1368$
Kazayağı 11	$y = 0,0015*x - 0,0008$	$R^2 = 0,9998$
Lazer3,5	$y = 0,0041*x - 0,0052$	$R^2 = 0,9995$
Biçerdöver 5	$y = 0,0055*x - 0,106$	$R^2 = 0,993$
Biçerdöver 4,5	$y = 0,0003*x + 0,1124$	$R^2 = 0,2727$
Traktör 74	$y = 0,0041*x - 0,0052$	$R^2 = 0,9995$
Traktör 52	$y = 0,0103*x + 0,0351$	$R^2 = 0,998$
İşçi	$y = 0,0195*x + 0,0451$	$R^2 = 0,9999$
Makina masrafı	$y = 1693,5*x + 81189$	$R^2 = 0,9826$

50 ha dışında kalan tüm alanlarda 5 m iş genişliğine sahip biçerdöverin hasat işlemini yapması gerekmektedir. Biçerdöverin yanında hasat edilen ürünün taşınmasında büyük oranda 52 kW traktör kullanılmakta, bu traktörün yeterli olmadığı durumda 74 kW traktör küçük miktarda taşıma işine yardım etmektedir. 4,5 m iş genişliğine sahip biçerdöver yalnızca 50 ha alanda 0,28 adet ile hasat işlemini yapmaktadır. 5 m'lik biçerdöver sayısı 100 ha alanda 0,52 adet ile başlamakta ve en fazla 500 ha da 2,62 adet olmaktadır. Tüm hasat işlemi 1, 2 ve 3. periyotlara yayılmıştır.

Modelde traktör olarak 74 kW ve 52 kW traktörlerin kullanılması gerektiği tespit edilmiştir. 74 kW traktör sayısı 0,2'den 2,03'e kadar, 52 kW traktör sayısı ise 0,6'dan 5,18'e kadar çıkmaktadır. Modelin

74 kW traktörü seçmesinin en önemli sebebi yukarıda belirtildiği gibi lazerli tesviye makinasını çekebilecek en düşük güce sahip traktör olmasındandır. Çizelgeler incelendiğinde lazerli tesviye makinası ile 74 kW traktör sayısının tüm alanlarda aynı olduğu görülmektedir. Diğer tüm işlemlerde en düşük masraflı 52 kW traktör yeterli olmaktadır.

İşçi sayısına bakıldığında, tüm işlemlerin yapılabilmesi için en düşük alan olan 50 ha'da 1,08 adet işçinin çalıştırılması gerekmektedir. Her alanda işçi sayısı artmakta ve en fazla 9,83 adet olmaktadır. İşçi sayısı diğer tüm makinaların yanında en fazla artış gösteren değer olarak görülmektedir.

Şekil 1'de üretim alanının artmasına karşılık makinaların ve işçi sayısının değişim grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde alanın artmasıyla en fazla artışın işçi sayısında olduğu görülmekte, bunu sırasıyla 5

gövdeli pulluk, 22'li goble diskaro, 52 kW traktör, 5 m'lik biçerdöver, 3,5 m'lik lazerli tesviye makinası ile 74 kW traktör, 11'li kazayağı kültüvator, 28'li goble diskaro ve son olarak 4,5 m'lik biçerdöver izlemektedir.

Masraf değişim grafiği incelendiğinde üretim alanı 50 ha'dan 100 ha'a çıktığında makina masraflarındaki artış diğer alanlardaki artış oranından daha yüksek olmaktadır. Grafiğin eğimi daha sonra her alan için aynı kalmaktadır.

Karar değişkenlerinin değişim denklemi ve bu değişimin regresyon katsayısı Çizelge 4 te verilmiştir. Burada 28'li goble diskaro ve 4,5 m'lik biçerdöver dışındaki tüm makinaların değişim grafiğinin düzgün

arttığını ve olabilecek en fazla hatanın makinalarda % 0,7, makine masrafında ise % 1,74 olacağı görülmektedir. 28'li goblenin 50 ha ve 500 ha alanlarda kullanılmaması, 4,5 m'lik biçerdöverin ise yalnızca 50 ha alanda kullanılması bu makinalara ait değişim grafiğinin düzgünlüğünü olumsuz yönde etkilemektedir.

Sonuç olarak Biga yöresinde herhangi bir büyüklüğe sahip bir çeltik işletmesinin, çeltik üretimini minimum makina masrafı ile gerçekleştirebilmesi için yaklaşık olarak makinalardan kaç adet kullanılması gerektiği, elde edilen değişim denklemlerinden yararlanarak tespit edilebilir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Agrawal, R.C., Heady, E.O., 1972. *Operations Research Methods for Agricultural Decisions*. The Iowa State University Press, AMES. USA.
- Akıncı, İ., Çanakçı, M., 2002. *Antalya İli Sulu Tarım Tarla İşletmeleri İçin Optimum Makine Boyutu ve Güç Büyüklüğünün Belirlenmesi*. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt: 15, Sayı: 1. Antalya.
- Anonim, 2005. *Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 10 Yıllık Çanakkale İli Meteorolojik Verileri*. Ankara.
- Arın, S., 2002. *Tarım Makineleri İşletme Tekniği. Basılmamış Ders Notları*. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü. Tekirdağ.
- Coşkun, B., Özarslan, C., 2000. *Bir İşletme Örneğinde Optimal Bitkisel Üretim Deseninin ve Uygun Ekipman Setinin Belirlenmesi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. Cilt:6, Sayı:1. Ankara.
- Işık, A., 1992. *Doğrusal Programlama Tekniği İle Mekanizasyon Yatırımlarına Bağlı Üretim Planlaması*. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi. 14-16 Ekim 1992. S: 463-473. Samsun.
- Sındır, K.O., Evcim H.Ü., 1989. *Bir İşletme Örneğinde Mekanizasyon Gereksinimlerinin Doğrusal Programlama Modeli İle Belirlenmesi*. Tarımsal Mekanizasyon 12. Ulusal Kongresi. S: 18-25. 1-2 Haziran 1989. Tekirdağ.
- Sındır, K.O., Watt C., 1991. *Uzman Sistemlerin Tarımda ve Tarımsal Mekanizasyon Alanlarında Uygulanabilirliği*. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi. S: 676-691. 25-27 Eylül 1991. Konya.
- Soğancı, A., Özden D.M., Eker, M., Koral, A.İ., Işık, A., 1999. *Tarla Tarımı İşletmelerinde Üretim Planlamasına Yönelik Bilgisayar Programı*. 3. Tarımda Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu. 3-6 Ekim 1999, Çukurova Üniversitesi. Adana.
- Srivastava, A. K., Goering, C. E., Rohrbach, R. P., 1993. *Engineering Principles of Agricultural Machines*. American Society of Agricultural Engineers. ASAE Textbook Number 6.