

Isparta İli Elma Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi

K. Ekinci^a, D. Akbolat^a, V. Demircan^b, Ç. Ekinci^c

^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Bölümü, Çünür, Isparta
kekinci@ziraat.sdu.edu.tr, dakbolat@ziraat.sdu.edu.tr

^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Çünür, Isparta
vecdem@ziraat.sdu.edu.tr

^c Infrastructure and Environment Department, Faculty of Civil Engineering, Bauhaus University, Germany
caglar_ekinci@yahoo.com

Özet: Bu çalışmada, Isparta ili elma (*Malus communis* L.) üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Isparta iline bağlı Eğirdir, Gelendost ve Senirkent ilçelerinden toplam 14 köyde 109 elma üreticisinden anket yöntemi ile elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre, toplam enerji girdisi 42 252.82 MJ ha⁻¹ olarak belirlenirken, toplam enerji çıktısı ise 69 073.17 MJ ha⁻¹ olarak saptanmıştır. Enerji kullanım etkinliği 1.63 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlara göre toplam enerji girdisinin %16.45'sini yenilenebilir enerji kaynakları oluştururken, %83.55'ini ise yenilenemez enerji kaynakları oluşturmuştur. Sonuçlara göre üretimde kullanılan yenilenebilir enerji girdisinin çok az olduğunu söylemek olasıdır.

1. GİRİŞ

Türkiye de tarım sektörü en fazla enerji tüketicisi olmamasına karşın [1], toprak işleme, ekim dikim, yabancı ot kontrolü, sulama, gübreleme, hasat, taşıma, kurutma gibi çok sayıda işlemleri oluşturmasından dolayı kırsal kesimde önemli ölçüde enerji tüketimi vardır [2]. Bu işlemlerin modernizasyonu sonucunda enerji tüketimleri de buna koşut olarak artmaktadır. Nitekim, [3] tarımsal üretimin artması ile enerji tüketiminin de artacağı bildirilmiştir. Türkiye tarımında, verimliliği artırmak için enerji tüketimi yavaş bir şekilde artmasına karşın [1], enerji kullanım etkinliği sürekli olarak düşmektedir [4]. Bunun ötesinde, tarımın sürdürülebilir biçimde yürütülebilmesi, hava kirliliğinin azaltılması, fosil yakıtların kullanımının azaltılması ve ekonomik kazanımları sağlaması açısından, tarımsal üretimde etkin enerji kullanımı gerekmektedir [5, 6]. Bu nedenle, araştırmalar, ekosistemdeki kaynakların planlaması için farklı tarımsal üretim dallarında enerji analizi üzerine yoğunlaşmıştır [7]. Bitkisel üretimde enerji etkinliğini belirlemek için bir çok araştırma yapılmıştır. Nitekim, Şili de meyve üretiminin (üzüm, böğürtlen, portakal, limon, erik, armut, ve elma) [8]; İtalya da, buğday, şeker kamışı, ayçiçeği, zeytin, badem, arpa, yulaf, pirinç, portakal, limon, elma, armut, kayısı, şeftali ve erik üretiminin [9]; Merkezi Hindistan'da soyaya dayalı üretim sisteminin [7]; Türkiye de kayısı üretiminin [10]; kuzey doğu Amerika da elma üretiminin [5] enerji kullanım etkinlikleri üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Fakat, Türkiye'de, elma (*Malus communis* L.) üretiminde enerji etkinliği üzerinde hiç bir çalışma yapılmamıştır. Türkiye 2003 yılı verilerine göre 2 600 000 ton elma üretimiyle dünya sıralamasında üçüncü sırada yer almaktadır [11]. Isparta ili, 2003 yılı verileri dikkate alındığında, 514 221 ton elma üretimiyle Türkiye de birinci sırada bulunmaktadır [12]. Üreticiler daha etkin enerji girdisine sahip girdiler hakkında bilgi sahibi olmaksızın, üretimi artırmak için yüksek enerjiye sahip girdiler kullanmaktadırlar. Bu durum sonucunda üretim maliyeti artmaktadır. Üretim sürdürülebilirliği için üretim girdileri belirlenerek enerji analizinin yapılması gerekmektedir. Enerji analizinin kullanımı, tarımsal üretim sistemindeki enerji akışı için bir metodoloji sağlar [5]. Ek olarak, enerji analizi enerjinin verimliliğini artırmak ve enerji girdisini azaltmak için yöntem göstermektedir [5]. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin elma üretiminde %19.78'lik paya sahip olan Isparta ilinde elma üretiminde enerji kullanım etkinliğini belirlemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın esas materyalini Isparta ilinde elma üretiminin yoğun olarak yapıldığı ilçelerden anket yöntemi ile toplanan orijinal nitelikli veriler oluşturmuştur. Anket çalışması elma üretim faaliyetinin yoğun olarak yapıldığı Eğirdir, Gelendost ve Senirkent ilçelerine bağlı toplam 14 köyde yürütülmüştür.

Anket formları gerek duyulan direkt (insan iş gücü ve dizel yakıtı) ve dolaylı (kimyasal gübre, çiftlik gübresi, tarım alet ve makineleri ve tarımsal savaş ilaçları), girdiler, arazi kullanım şekli, elma üretimi, işlem zamanları gibi

bilgileri toplamak için hazırlanmıştır [13,7,14]. Bu anket formları kullanılarak 2002-2003 üretim dönemi için üreticilerle yüz yüze görüşmeler yapılarak birincil veriler toplanmıştır. İkincil veriler ise konuyla ilgili kuruluşlar, bireyler ve benzer çalışmalardan elde edilmiştir. Anket uygulanacak işletmelerin seçiminde aşağıda verilen Basit Tesadüfi Örnekleme Yöntemi kullanılmıştır [15].

$$n = \frac{N \sigma^2}{(N-1) D^2 + \sigma^2} \quad (1)$$

Burada; n= Örnek hacmini, N=Populasyonu oluşturan işletme sayısını, σ^2 =Populasyonun varyansını, D^2 : (d/t)² olup, d ortalamadan belirli bir orandaki (%5) sapmayı, t ise %95 güven sınırına karşılık gelen t tablo değerini (1.96) ifade etmektedir. Örnek hacminin belirlenmesinde %5 hata ve %95 güven sınırları içinde çalışılmıştır. Eşitliğin kullanımıyla anket uygulama alanını temsil edecek anket sayısı 109 olarak hesaplanmış ve işletmeler tesadüfi olarak seçilmiştir.

Yöntem olarak; [5] ve [16] izlenerek Isparta yöresinde elma üretimi için enerji kullanım etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır. Birim alana (hektar) toplam enerji girdisi, üretimde kullanılan her bir girdinin kısmi enerjilerinin toplamından oluşmaktadır. İncelenen girdi kategorileri; insan işgücü, dizel yakıtı, tarım alet ve makineleri, çiftlik gübresi, sulama suyu, kimyasal gübre (NPK) ve tarımsal savaş ilaçlarından oluşmaktadır. Her bir girdinin enerji eşdeğerinin hesaplanmasında Çizelge 1 'de verilen bilgilerden yararlanılmıştır. Toplam enerji çıkışının hesaplanmasında ise verim ve elmanın enerji eşdeğeri kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Girdi ve çıktıların enerji eşdeğerleri.

Girdiler ve çıktı	Birimler	(MJ/ Birimler)	Kütle (kg)	Kaynaklar
1. İş gücü	h	2.3		[2]
2. Traktör ve makineleri ¹				
Traktör	h	25.4	2206	[16]
Pülverizatör	h	21.4	300	[16]
Üç kulaklı pulluk	h	18.7	260	[16]
Dört kulaklı pulluk	h	21.6	300	[16]
Beş kulaklı pulluk	h	28.8	400	[16]
Toprak frezesi	h	23.6	415	[16]
Diskaro	h	19.6	330	[16]
Kültivatör	h	14.0	250	[16]
Tarım arabası	h	64.1	900	[16]
Elektrik motoru	h	1.4	60	[16]
Durağan güç ünitesi	h	0.5	38	[16]
Çim biçme makinesi	h	0.4	5.1	[16]
Su pompası	h	2.1	178	[16]
Çapa Makinesi (tek akslı)	h	3.8	52	[16]
3. Kimyasal gübreler				
Azot	kg	60.6		[13]
Fosfor (P ₂ O ₅)	kg	11.1		[13]
Potasyum (K ₂ O)	kg	6.7		[13]
4. Çiftlik gübresi	kg	0.3		[13]
5. Tarımsal savaş ilaçları				
İnsektisitler	kg	363.6		[5]
Fungusitler	kg	99.0		[16]
6. Dizel yakıtı	l	56.31		[13]
7. Sulama suyu	m ³	0.63		[2]
8. Kireç	kg	1.32		[5]
9. Elektrik	kwh	1.93		[13]
10. Elma	kg	2.35		[5]

¹:Ankette farklı güçte ve markada traktör ve makine belirlendiğinden dolayı burada sadece örnek bir hesaplama yapılmıştır.

Dizel yakıttan dolayı tüketilen enerji miktarı (MJ ha⁻¹) [17], traktör gücü (her bir ankette elde edilen), traktör yükleme oranı, 0.40 [18], özgül yakıt tüketimi, 0.30 l kwh⁻¹ [18], iş etkinliği (h ha⁻¹), ve dizel yakıtının enerji eşdeğeri, 56.31 MJ l⁻¹ [13] dikkate alınarak saptanmıştır. Traktör ve arkasında çekilen ekipman enerjileri (MJ h⁻¹), traktör veya ekipmanın birim ağırlığının üretimi için gerekli enerji miktarı (MJ kg⁻¹), tamir ve bakım enerjisi (MJ kg⁻¹)

¹), taşıma enerjisi (MJ kg⁻¹), toplam makine ağırlığı (kg) ve Türkiye’de kullanılan makinelerin ekonomik ömrü göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

Toplam enerji çıktısının hesaplanmasında verim ve elmanın enerji eşdeğeri kullanılmıştır (Çizelge 1). Bu araştırmanın sonuçlarını değerlendirmek için enerji kullanım etkinliği terimi kullanılmıştır. Enerji kullanım etkinliği, tanımlanan sistemde, tarımsal girdilerin enerjilerinin toplamının elde edilen ürünün enerji eşdeğerinin toplam enerjisi değerine oranıdır.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Isparta ilinde elma üretim faaliyetinde birim alana toplam enerji girdi ve çıktısı Çizelge 2 de verilmiştir. Hesaplamalarda girdilerin ve çıktının enerji eşdeğerleri dikkate alınmıştır (Çizelge 1). Çizelge 2 ‘de üçüncü sütun, girdilerin ve kültürel işlemlerin (toprak işleme, gübreleme, bitki koruma, ve benzeri işlemler) toplam enerji girdisindeki dağılımlarını vermektedir. Çizelge 2 ‘deki son sütun ise, her bir alt girdinin ve kültürel işlemlerin her bir ana girdi içindeki dağılımlarını vermektedir. Dizel yakıtının (15 343.15 MJ ha⁻¹) toplam enerji girdisi içindeki payı %36.31 olup, girdiler içinde en yüksek orana sahiptir. Başka bir çalışmada, [5] dizel yakıtın enerji değeri ve toplam enerji içerisindeki payları sırasıyla, 67 578.11 MJ ha⁻¹ ve %61.47 olarak tespit edilmiştir. Dizel yakıt, tarımsal savaş, toprak işleme, sulama, gübreleme, taşıma, ve yabancı ot kontrolünde (biçme) kullanılmıştır. Bu işlemlerin her birinin, dizel yakıtı toplam enerjisi içerisindeki dağılımları sırasıyla %65.46, 18.40, 6.35, 6.05, 3.69 ve 0.04 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Kimyasal gübreler, toplam enerji girdisi içinde ikinci sırada yer almakta ve %24.58 oranında paya sahiptir. Hektara tüketilen enerji miktarı 10 386.17 MJ olarak saptanmıştır. Kimyasal gübreler içinde azot %80.86’lık payla (8 398.42 MJ ha⁻¹) en yüksek enerji girdisi değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla fosfor (%14.03) ve potasyum (%5.11) izlemektedir (Çizelge 2). Benzer bir şekilde, [8] Şilide yapılan bir çalışmada, elma bahçelerinde kullanılan azotun enerji girdisi, 8 855.00 MJ ha⁻¹ olarak bulunmuştur. Isparta yöresinde elma tarımında yapılan yoğun ilaçlamadan dolayı tarımsal savaşta kullanılan ilaçlar toplam enerji girdisinin %12.09 ‘unu oluşturmuştur. Elma üretiminde tarımsal savaş için tüketilen enerji miktarı 5 107.00 MJ ha⁻¹ olarak saptanmıştır. Fungusitler tarımsal ilaç enerji girdisinin %61.42’sini, insektisitler ise %38.58 ‘ini oluşturduğu belirlenmiştir. Isparta yöresi için bulunan bu sonuçlar [8] tarafından Şilide elma bahçelerinde belirlenen değerden (4388.00 MJ ha⁻¹) daha yüksek, fakat [5] tarafından kuzey doğu Amerika da elma bahçeleri için belirlenen değerden (17 793.15 MJ ha⁻¹) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Traktör ve tarım makinelerinden dolayı enerji girdisi, toplam enerji girdisinin %10.30 ‘unu oluşturduğu saptanmıştır. İlaçlama için harcanan enerji girdisinin toplam makine enerjisi girdisi içindeki payı yoğun olarak yapılan ilaçlamadan dolayı %53.87 olduğu tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla, taşıma (% 26.88), toprak işleme (%11.04), gübreleme (%5.11), sulama (%3.07) ve yabancı ot kontrolü (%0.03) izlemektedir. Sulama suyu için harcanan enerji (3 116.74 MJ ha⁻¹) toplam enerji girdisi içindeki payı ise %7.38 olarak hesaplanmıştır. Isparta yöresinde elma bahçeleri yılda ortalama 3.69 kez sulanmaktadır. Bunun sonucu olarak sulama suyu enerji miktarı da artmaktadır. Elma bahçelerindeki bazı işlemlerdeki mekanizasyon uygulamalarının örneğin hasat, budama, meyve seyreltme işlemlerinin yeterince mekanizasyonu yapılmadığı veya hiç yapılmaması nedeniyle, insan iş gücünün toplam enerji girdisi içindeki payı düşük (%6.19) olarak belirlenmiştir. Çizelge 2’de insan iş gücünün kültürel işlemler içindeki dağılımını göstermektedir. Çizelge 2 ‘de görüleceği üzere, elma bahçelerinde hasat işlemleri, insan iş gücü olarak harcanan enerjinin %55.26 ‘sını kapsamaktadır. Çiftlik gübresi toplam enerji girdisinin %2.88 ‘ini oluşturmakta ve enerji değeri 1 215.95 MJ ha⁻¹ ‘dır. Elektrik enerjisi su pompalarının hareketini sağlayan elektrik motorlarında kullanılmaktadır. Birim alana enerji kullanım değeri 78.35 MJ ha⁻¹ ve toplam enerji girdisi içindeki payı çok düşüktür (%0.19). Bu sonuçlar, [5] tarafından bulunan değerlere yakındır. Isparta yöresinde 109 işletmeden elde edilen hektara üretim miktarı 29392.84 kg ‘dır. Bu değer Isparta yöresi için bildirilen değere (29254.23 kg ha⁻¹) çok yakın değerdir [12]. Toplam enerji çıktısı, elmanın enerji eşdeğerinin (2.35 MJ kg⁻¹) hektara üretim miktarı ile çarpılmasıyla bulunmuştur. Toplam enerji çıktı değeri 69073.17 MJ ha⁻¹ olarak bulunmuştur.

Enerji kullanım etkinliği değeri toplam enerji girdi ve çıktısı değerlerini dikkate alarak 1.63 olarak hesaplanmıştır. Bu değer diğer elma üretim sistemleri ile karşılaştırıldığında, Isparta yöresine ait elma üretiminin enerji kullanım etkinlik değerinin kuzey doğu Amerikadaki elma üretiminin enerji kullanım etkinlik değerinden yüksek (0.89) [5] fakat Şili ‘ye ait değerden (2.21) düşük olduğunu söylemek olasıdır. Kuzey doğu Amerika’daki enerji kullanım etkinliği değerinin düşük olmasının sebebi, yoğun mekanizasyon, ilaç ve gübre kullanımı ve buna bağlı olarak da verimin (41 546.00 kg ha⁻¹) aynı oranda artmamasıdır. Şili’de ise Kuzey doğu Amerika ‘daki kadar yoğun mekanizasyon, ilaç ve gübre kullanımı olamamasına karşın verim (43 766.09 kg ha⁻¹) daha yüksektir.

Çizelge 2. Girdilerin toplam enerji girdisi içerisindeki ve gruplar arasındaki dağılımları, verim, enerji çıktısı ve enerji etkinlik değeri.

Girdiler ve kültürel işlemler	Toplam enerji eşdeğeri	Girdilerin ve kültürel işlemlerin toplam enerji girdisindeki dağılımları	Girdilerin ve kültürel işlemlerin her bir girdi içerisindeki dağılımları
	MJ ha ⁻¹	%	%
1. Traktör ve Makine kullanımı	4351.53	10.30	100.00
Toprak işleme	480.62	1.14	11.04
Yabancı ot kontrolü (biçme)	1.26	0.00	0.03
Gübreleme	222.34	0.53	5.11
Tarımsal savaş	2 344.11	5.55	53.87
Sulama	133.54	0.32	3.07
Taşıma	1 169.66	2.77	26.88
2. Dizel yakıtı	15 343.15	36.31	100.00
Toprak işleme	2 823.62	6.68	18.40
Yabancı ot kontrolü (mekanik)	6.60	0.02	0.04
Gübreleme	928.66	2.20	6.05
Tarımsal savaş	10 043.64	23.77	65.46
Sulama	974.48	2.31	6.35
Taşıma	566.15	1.34	3.69
3. İş gücü	2 616.67	6.19	100.00
Toprak işleme	29.87	0.07	1.14
Yabancı ot kontrolü (biçme)	73.78	0.17	2.82
Gübreleme	63.36	0.15	2.42
Tarımsal savaş	207.09	0.49	7.91
Sulama	92.04	0.22	3.52
Budama	510.81	1.21	19.52
Hasat	1 445.84	3.42	55.26
Meyve seyreltme	188.58	0.45	7.21
Taşıma	5.31	0.01	0.20
4. Kimyasal gübreler	10 386.17	24.58	100.00
Azot	8398.42	19.88	80.86
Fosfor (P ₂ O ₅)	1456.85	3.45	14.03
Potasyum (K ₂ O)	530.90	1.26	5.11
5.Çiftlik gübresi	1 215.95	2.88	100.00
6.Sulama suyu	3 116.74	7.38	100.00
7.Elektrik	78.35	0.19	100.00
8.Tarımsal savaş ilaçları	5 107.00	12.09	100.00
İnsektisitler	1970.37	4.66	38.58
Fungusitler	3136.63	7.42	61.42
9. Kireç	37.26	0.09	100.00
Toplam enerji girdisi	42 252.82	100.00	
Elma verimi (kg ha ⁻¹)	29 392.84		
Toplam enerji çıktısı	69 073.17		
Enerji kullanım etkinliği (-)	1.63		

Enerji etkinliği değerini arttırmak için ya verimin artırılması yada girdilerin azaltılması gerekmektedir. Özellikle toplam enerji girdisi içerisinde büyük yer tutan yakıt, kimyasal gübreler, tarımsal ilaçlar, makine ve traktör girdilerinin azaltılması gerekmektedir. Verimin artırılması belirli sınırlar içerisinde sağlanabilir. Fakat enerji kullanım etkinlik değeri girdilerin bilinçli bir şekilde yapılmasıyla (ilaçlama, mekanizasyon ve gübreleme) azaltılabilir. Örneğin uygun traktör ve ekipman seçimi [19] ve bilinçli gübreleme (özellikle azotun kullanımı) [20] ile verimi azaltmadan yenilenemeyen enerji kaynaklarını korumak (sabit tutmak) ve enerji etkinlik değerini arttırmak mümkündür.

Çizelge 2 'den yararlanarak, enerji kaynaklarını yenilenemeyen (yakıtlar, kimyasal gübreler, tarımsal ilaçlar, traktör ve tarım makineleri vb.) ve yenilenebilir ('nsan işgücü, çiftlik gübresi, sulama suyu vb.) olarak ayırmak mümkündür. Kullanılan enerji kaynaklarının % 83.55 ni yenilenemez enerji kaynakları oluştururken, sadece %16.45

ni yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmaktadır. Bunun nedeni olarak alışlagelmiş tarımsal üretimde, üretimi artırmak için yoğun alet makine kullanımı ile birlikte halen yenilenemez enerji kaynaklarına bağımlı olan enerji tüketiminin daha da artması gösterilebilir. Kaynakların korunumu açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımda kullanımını yaygınlaştırmak gerektirmektedir. Ayrıca fosil yakıtların doğrudan veya dolaylı olarak kullanımıyla ortaya çıkan çevresel sorunların etkin bir şekilde önlenmesi için, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması gerekir. Bununla birlikte, tarım sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik uygulanabilirliği ve uygulama yöntemi, bölgesel koşullara bağlı olarak değişmektedir. Günümüzde daha çok sözü edilen ekolojik ve organik tarımsal üretim sistemlerinin kullanımı ile fosil kaynaklı yakıtların tarımsal amaçlı olarak kullanımı azaltılabilir. Adı geçen üretim sistemlerinde verimdeki kısmi azalma girdi kullanımındaki azalmayla telafi edilebilir.

KAYNAKLAR

- [1]. Anonim, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye enerji raporu. Ankara, Türkiye, 2001.
- [2]. Yıldız O, Öztürk H.H., Zeren Y., Başçetinçelik A., 1993. Energy use in field crops of Turkey. 5. International Congress of Agricultural Machinery and Energy, Kuşadası, Türkiye.
- [3]. Baishya A., Sharma G.L., 1990. Energy budgeting of rice-wheat cropping system. *Indian Journal of Agronomy*, 35:s.167-7,
- [4]. Özkan B, Akcaoz H., ve Fert C., 2004. Energy input-output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy*, s.29:39-51.
- [5]. Pimentel D.,1980. Handbook of energy utilization in agriculture. Boca Raton, FL, CRC Pres.
- [6]. Pervanchon F., Bockstaller C. ve Girardin P., Assessment of energy use in arable farming systems by means of an agro-ecological indicator: the energy indicator. *Agricultural Systems*, 72:s.149-2, 2002.
- [7]. Mandal K.G., Saha K.P., Ghosh P.K., Hati K.M. ve Bandyopadhyay K.K., Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. *Biomass and Bioenergy*, s.23:337-5, 2002.
- [8]. Hetz E., Energy utilization in fruit production in Chile. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin America*, s.29:17-20, 1998.
- [9]. Triola L, Unmole H., Mariani A. ve Tomarchio L., Energy analysis of agriculture: the Italian case study and general situation in developing countries. 3. International Congress of Agricultural Machinery and Energy, Adana, Türkiye, s.172-184, 1987.
- [10]. Gezer I, Acaroglu M. ve Haciseferogulları H., Use of energy and labour in apricot agriculture in Turkey. *Biomass and Bioenergy*, s.24:215-9, 2003.
- [11]. FAO. Production year book. Rome, Italy, 2003.
- [12]. Anonim, Isparta Tarım İl Müdürlüğü, Isparta Tarım Master Planı Raporu, Isparta. 2003.
- [13]. Singh JM. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, Hindistan. Master tezi, International Institute of Management University of Flensburg, Germany, 2002.
- [14]. Singh H, Mishra D.ve Nahar N.M., Energy use pattern in production agriculture of a typical village in Arid Zone India-Part I. *Energy Conversion and Management*, s.43:2275-6, 2002.
- [15]. Çiçek, A.ve Erkan O., Tarım ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Yöntemleri. GOPÜ, Ziraat Fakültesi Yayınları No:12, Ders Notları Serisi No:6, Tokat,1996.
- [16]. Fluck R.C., Energy in farm production. In R.C Fluck (ed.), *Energy in World Agriculture* 6. Elsevier, NY, 1992.
- [17]. Sabancı A., ve Özgüven F., Tarımsal mekanizasyon işletmeciliği. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:67, Adana,1988.
- [18]. Amman H. Kostelemente und entschudigungsansatze fur die benutzung von landmaschinen. *FAT-Berichte*, Nr: 322, Tanikon, 1987.
- [19]. Işık A ve Sabancı A., A research on determining basic management data and developing optimum selection models of farm machinery and power for the mechanization planning in the irrigated farming of the Cukurova region. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 15:s.899-20. 1991.
- [20]. Kitani O. Energy for biological systems. In: the International Commission of Agricultural Engineering, editors. *CIGR handbook of Agricultural Engineering: Energy and Biomass Engineering*, Vol V. Published by the American Society of Agricultural Engineers, s.13-42. 1999.