

TÜRKİYE TARIMINDA ENERJİ KULLANIMI

H. Hüseyin ÖZTÜRK

Zeliha B. BARUT

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, 01130 Adana

ÖZET

Türkiye’de 1990-2000 yılları arasındaki dönemde tarım sektöründe enerji kullanımı incelenmiştir. Tarım sektöründe kullanılan dolaysız (dizel yakıtı, elektrik) ve dolaylı (iş gücü, tarım alet ve makinaları, kimyasal gübre, tarımsal savaş ilaçları, sulama ve tohumluk üretimi) enerji girdilerinin miktarı değerlendirilmiştir. Tarım sektöründe enerji kullanım etkinliği ve enerji korunumu önlemlerine ilişkin öneriler verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Türkiye; Tarım; Enerji kullanımı

Energy Use in Agricultural Sector of Turkey

ABSTRACT

This paper presents an analysis of energy utilization in the agricultural sector of Turkey by considering the sectoral energy flows for a period of 10 years between 1990 and 2000. Direct and indirect energy consumptions are evaluated for a period of 10 years. Direct energy consumptions such as diesel and electricity and indirect energy consumptions such as machinery, chemical fertilizers, irrigations, and chemicals for plant protection are considered. Some suggestions for energy efficiency and energy conservation in agricultural sector of Turkey are given.

Key Words: Turkey; Agriculture; Energy use

1. GİRİŞ

Cumhuriyetin ilk yıllarında milli ekonomide % 40 düzeylerinde olan tarım sektörünün Gayri Safi Milli Hasıla içindeki payı, sabit fiyatlarla 1970’li yıllarda % 36, 1980 yılında % 25 düzeylerinde iken, 1990 yılında % 16 ve 2000 yılında da % 13.5 düzeyine düşmüştür. Bununla birlikte, bugün ülkemiz ekonomisinde tarım sektörünün payı, diğer gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında yüksek düzeydedir (TKB, 2004).

Bütün sektörlerde enerji kullanımı, 1970’li yıllardan bu yana en çok önem verilen konulardan birisi olmuştur. Dünya genelindeki ülkeler, 1973 ve 1979 yıllarındaki petrol krizlerinde sonra, enerji korunumuna ilişkin önlemlere yoğun olarak ilgi göstermeye başlamışlardır. Daha sonraları 1980’li yıllarda, esas olarak fosil yakıtların yanması sonucunda oluşan çevre kirliliğine önem verilmeye başlanmıştır. Son yıllarda; enerji kullanımı, sera gazı emisyonları ve bunların küresel iklim değişikliklerine olan potansiyel etkileri en çok tartışılan konulardan birisidir. Endüstri, ulaştırma, ticaret, konut ve tarım sektörlerinde enerji kullanımını azaltmanın en etkin yöntemlerinden birisi de, enerji kullanma etkinliğini artırmaktır. Günümüz endüstri dünyasında, enerji ve diğer kaynaklarının kullanımı önemli düzeye ulaşmıştır. Bu

nedenle, bir taraftan doğal kaynakların temini azalmaya başlamış, diğer taraftan da çevre kirliliği gibi doğal ortama verilen zararlar artarak devam etmektedir. Bununla birlikte, enerji dönüşümüne ilişkin teknik iyileştirmeler yeterince etkin bir şekilde gerçekleştirilememektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, gelecekteki enerji üretim ve tüketim düzeylerinin belirlenebilmesi için; nüfus artışı, ekonomik üretkenlik, tüketici alışkanlıkları ve teknolojik gelişmeler gibi dikkate alınması gereken bir çok etmen vardır. Enerji sektörüne ilişkin yönetim biçimleri, gelecekteki enerji üretim ve tüketim düzeyi ve dağılımında önemli rol oynayacaktır (Dinçer, 1999; Dinçer, 2004a).

Ekonomik üretim; emek, sermaye, doğal kaynaklar, enerji ve teknolojik düzeyin bir fonksiyonudur. Ülkelerin gelişmişlik düzeyi kişi başına ulusal gelir kadar, kişi başına yıllık enerji tüketimleri ile de sergilenebilmektedir. Bu nedenlerle, Türkiye'nin durumu, gelişmiş sanayi ülkelerinden farklı olup, enerji tüketimi artmak zorundadır. Türkiye'de yeterli büyüme çizgisi yakalanıncaya dek, kişi başına enerji tüketiminde ve enerji yoğunluğunda artış olması, kişi başına enerji tüketimi artmakla birlikte enerji yoğunluğunun 2010-2015 döneminden başlayarak düşmesi beklenmelidir (Ültanır, 1998).

Enerji kullanımı ile ilgili sorunlar, sadece küresel ısınma ile sınırlı değildir. Hava kirliliği, asit yağmurları ve ozon azalımı gibi çevresel konular enerji kullanımı ile yakından ilişkilidir. Enerji kullanımının yarattığı çevresel etkilerin en düşük düzeyde olabilmesi için, belirtilen konuların tamamının birlikte dikkate alınması gerekir. Enerji etkinliğinin artırılması, enerji kaynaklarının çevresel etki değerlendirmesi açısından önemlidir. Daha az enerji kullanmak ve çevreye en düşük düzeyde zarar vermek için, sistem etkinliğinin artırılması gerekir. Enerji kaynaklarının kıtlığı ve dikkatsiz kullanılması sonucunda oluşan istenilmeyen yan etkiler, enerji tüketimini doğru bir şekilde planlama ve dikkatli bir şekilde değerlendirmeyi gerektirmektedir. Sektörel bazda enerji tüketimini değerlendirmenin yararları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Dinçer ve Ark., 2004b):

- 1) Enerji kaynaklarından yararlanma sırasında oluşan çevresel etkileri gerçek bir şekilde belirlemek.
- 2) Enerji kaynaklarının daha etkin olarak kullanılmasını sağlamak.
- 3) Enerji sistemlerindeki atık ve kayıpların gerçek değerlerini, tiplerini ve gerçekleştiği yerleri belirlemek.
- 4) Mevcut enerji sistemlerindeki etkinsizlikleri azaltarak, daha etkin sistem tasarım yöntemleri geliştirmek.
- 5) Enerji kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını hedefleyerek, sürdürülebilir bir kalkınma sağlamak.
- 6) Yüksek ve düşük kaliteli enerji kaynaklarının kullanım alanlarını ve yararlanma açısından önceliklerini belirlemek.
- 7) Etkin teknolojilerden yararlanarak iyileştirme sağlanabilecek alanları belirlemek.

Son zamanlarda, enerji korunumuyla ekonomik kazanım sağlanabilmek amacıyla, enerji kullanımının değerlendirilebilmesi için, enerji ve ekserji modelleme yöntemlerine büyük önem verilmektedir. Bir ülkedeki sektörel bazda enerji kullanımı ekserji analiziyle değerlendirilebilir. Türkiye için sektörel enerji kullanımı, ekserji yaklaşımı veya biraz farklı modelleme yöntemleriyle değerlendirilmiştir (Ünal, 1994; İleri ve Gürer, 1995; Özdoğan ve Arikol, 1995; Ertay, 1997; Rosen ve Dinçer, 1997a, 1997b; Hepbaşı, 2001; Canyurt ve Ark., 2003., Utku ve Hepbaşı, 2003; 2004).

Türkiye tarım sektöründe bölgesel ve ülke genelinde, üretim sistemleri ile ürün bazında ve toplam enerji kullanımına ilişkin ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır (Ültanır ve Kadayıncılar, 1971; Ültanır, 1973; 1980; 1985; Uzman, 1984; Arın ve Akdemir, 1987; Yıldız ve Ark., 1990a; 1990b; 1991; 1993; Özkan ve Ark., 2003; 2004a; 2004b; Barut ve Öztürk, 2004; Çanakçı ve Ark., 2004; Hatırlı ve Ark., 2004; Karkacığer ve Göktolga, 2004; Ören ve Öztürk, 2004; Öztürk, 2004; Yılmaz ve Ark., 2004). Bu çalışmada; Türkiye tarım sektöründe son yıllardaki toplam enerji kullanımı incelenmiştir. Tarım sektöründe kullanılan dolaysız (dizel yakıtı, elektrik) ve dolaylı (iş gücü, tarım alet ve makinaları, kimyasal gübre, tarımsal savaş ilaçları, sulama ve tohumluk üretimi) enerji girdilerinin miktarı değerlendirilmiştir. Tarım sektöründe enerji kullanım etkinliği ve enerji korunumu önlemlerine ilişkin öneriler verilmiştir.

2. TARIMDA ENERJİ KULLANIMI

2.1. Genel Enerji Tüketiminde Tarımın Payı

Türkiye’de genel enerji tüketimi içerisinde, tarım sektöründe tüketilen enerji miktarının 1990-2001 yılları arasındaki dönemde değişimi Çizelge 1’de verilmiştir. Tarım sektöründe tüketilen enerji miktarı 1990 yılında 86.06 PJ düzeyinde iken, 1995 yılında 112.46 PJ ve 2001 yılında da 130.41 PJ düzeyine yükselmiştir. Tarım sektöründe tüketilen enerji miktarı düzenli olarak artmakla birlikte, toplam enerji tüketimi içerisinde tarım sektörünün payı düzenli bir değişim göstermemektedir. Toplam enerji tüketiminde tarımın payı, 1990 yılında % 3.69, 1994 yılında % 4.19 ve 2001 yılında ise % 3.84 olarak gerçekleşmiştir. Toplam enerji tüketiminde tarımın payı, 1990-2001 yılları arasındaki dönemde ortalama % 3.77 olarak gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, 1994 yılından sonra toplam enerji tüketiminde tarımın payı azalmaya başlamıştır.

Çizelge 1. Türkiye Tarım Sektöründe Enerji Tüketimi (ETKB, 2004)

Yıllar	Enerji Tüketimi (PJ)		Toplam Enerji Tüketiminde Tarımın Payı (%)
	Tarım	Toplam Tüketim	
1990	86.06	2331.42	3.69
1991	86.94	2388.23	3.64
1992	87.73	2494.09	3.51
1993	107.80	2651.66	4.06
1994	109.12	2601.58	4.19
1995	112.46	2801.87	4.01
1996	119.41	3073.92	3.88
1997	124.21	3246.27	3.82
1998	124.38	3287.19	3.78
1999	128.61	3268.10	3.93
2000	130.32	3573.72	3.64
2001	130.41	3389.93	3.84

Tarım sektöründe 1990–2000 yılları arasındaki dönemde, tarım alanı başına enerji tüketimi değerlerinin yıllara bağlı olarak değişimi Çizelge 2’de verilmiştir. Tarım sektöründe birim işlenen ha başına kullanılan enerji miktarı, 1990 yılında 3.96 GJ iken, 1995 yılında 5.30 GJ ve 2000 yılında 6.20 GJ /ha değerine ulaşmıştır. Tarım sektöründe mekanizasyon ve ileri teknoloji uygulamalarının sonucunda, enerji kullanımı giderek artacaktır. Bu nedenle tarım sektöründe enerji kullanım etkinliğinin artırılması gereklidir.

Çizelge 2. Tarım Alanı Başına Enerji Tüketimi

Yıllar	Ekilen Alan (Milyon ha)	Tarım Alanı Başına Enerji Tüketimi (GJ/ha)
1990	21.7	3.96
1991	21.6	4.02
1992	21.6	4.06
1993	21.8	4.94
1994	21.5	5.07
1995	21.2	5.30
1996	21.3	5.60
1997	21.3	5.83
1998	21.5	5.78
1999	21.2	6.06
2000	21.0	6.20

Ültanır (1998) tarafından, 21. Yüzyıla girerken Türkiye’nin enerji stratejisinin değerlendirilmesi konusunda yapılan bir çalışmada, Türkiye’nin gelecekteki genel enerji sektörel talebi verilmiştir (Çizelge 3). Türkiye genel enerji sektörel talebinde tarım sektörünün payı; 2005 yılında % 4.49, 2010 yılında % 4.37 ve 2020 yılında % 3.68 olacağı bildirilmektedir. Türkiye genel enerji sektörel talebinde tarım sektörünün payının giderek azalan bir eğilim izleyeceği öngörülmektedir.

2.2. Türkiye Tarımında Dolaysız Enerji Girdileri

Tarımsal üretim işlemlerinde tüketilen başlıca dolaysız enerjiler; elektrik enerjisi, kömür, petrol ürünleri, doğal gaz ve biokütle enerjisidir. Tarımsal üretim işlemlerinde tüketilen dolaysız enerjiler arasında, elektrik enerjisi ve tarım alet ve makinalarında kullanılan yağ ve yakıt enerjisi değerleri önemli yer tutmakta ve yeterli doğrulukta belirlenebilmektedir. Hatırlı ve Ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, 1975-2000 yılları arasındaki dönemde Türkiye tarımında dolaylı ve dolaysız enerji tüketimi değerleri belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda belirlenen ve 1990-2000 yılları arasındaki dönemde tüketilen elektrik ve dizel yakıt enerjisi değerleri Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4’den de izlenebileceği gibi, Türkiye tarımında birim ha ekilen alan başına elektrik enerjisi tüketimi, 1990 yılında 1.1 GJ düzeyinde iken, 1995 yılında 3.1 GJ ve 2000 yılında da 6.3 GJ düzeyine ulaşmıştır. Bununla birlikte, birim ha ekilen alan başına tüketilen dizel yakıt enerjisi 1990 yılında 6.2 GJ iken, 1995 yılında 7.1GJ

ve 2000 yılında da 8.7 GJ düzeyine ulaşmıştır. 1990-2000 yılları arasındaki 10 yıllık dönemde, ülkemiz tarımında birim ha ekilen alan başına ortalama 3.25 GJ elektrik enerjisi ve 7.32 GJ dizel yakıt enerjisi kullanılmıştır. Tarımsal üretimde elektrik ve dizel yakıt enerjisi tüketiminin yıllara göre artışı, ülke tarımında mekanizasyon düzeyinin arttığını belirtmektedir.

Çizelge 3. Türkiye Genel Enerji Talebinde Tarım Sektörünün Payı (Ültanır, 1998)

Yıllar	Enerji Talebi (PJ)		Toplam Enerji Talebinde Tarımın Payı (%)
	Tarım	Toplam Talep	
2005	185.68	4129.18	4.49
2006	196.06	4384.86	4.47
2007	207.06	4656.34	4.44
2008	218.63	4944.63	4.42
2009	230.86	5250.78	4.39
2010	243.80	5575.90	4.37
2011	254.01	5909.72	4.29
2012	264.66	6263.53	4.22
2013	275.74	6638.50	4.15
2014	287.32	7035.95	4.08
2015	299.33	7457.20	4.01
2016	311.87	7903.63	3.94
2017	324.94	8376.80	3.87
2018	338.58	8875.15	3.81
2019	352.74	9409.84	3.74
2020	367.53	9973.21	3.68

Çizelge 4. Tarımda Elektrik ve Dizel Yakıt Enerjisi Kullanımı (Hatırlı ve Ark, 2004)

Yıllar	Ekilen Alan (Milyon ha)	Elektrik Enerjisi (GJ/ha)	Dizel Yakıt Enerjisi (GJ/ha)
1990	21.7	1.1	6.2
1991	21.6	1.4	6.4
1992	21.6	1.7	6.5
1993	21.8	2.0	6.7
1994	21.5	2.4	6.8
1995	21.2	3.1	7.1
1996	21.3	3.7	7.4
1997	21.3	4.1	8.0
1998	21.5	4.7	8.2
1999	21.2	5.3	8.5
2000	21.0	6.3	8.7
Ortalama	21.43	3.25	7.32

Ültanır (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye'nin gelecekteki elektrik enerjisi sektörel talebi verilmiştir (Çizelge 5). Türkiye elektrik enerjisi sektörel talebinde tarım sektörünün payı; 2005 yılında % 1.94 ve 2010 yılında % 1.89 olacağı bildirilmektedir. Türkiye elektrik enerjisi sektörel talebinde tarım sektörünün payının giderek azalan bir eğilim izleyeceği öngörülmektedir.

Çizelge 5. Türkiye'nin Gelecekteki Elektrik Enerjisi Talebinde Tarım Sektörünün Payı (Ültanır, 1998)

Yıllar	Elektrik Enerjisi Talebi (GWh)		Toplam Elektrik Enerjisi Talebinde Tarımın Payı (%)
	Tarım	Net Talep	
2005	3 40	174 614	1.94
2006	3 65	188 748	1.93
2007	3 92	204 025	1.92
2008	4 22	220 540	1.91
2009	4 54	238 391	1.90
2010	4 88	257 687	1.89

2.3. Türkiye Tarımında Dolaylı Enerji Girdileri

2.3.1. İnsan ve Hayvan İş Gücü

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, tarımsal üretim işlemlerinde insan işgücü kullanımı önemini sürdürmektedir. Tarımsal işlemlerde kullanılan insan işgücüne ilişkin enerji tüketiminin hesaplanmasında, çalışma süresi esas alınır. İnsan işgücü ile değişik tarımsal işlemlerin yapılması sırasında gerçekleşen enerji tüketimi değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. İnsan İşgücü İle Değişik Tarımsal İşlemlerin Yapılması Sırasında Gerçekleşen Enerji Tüketimi Değerleri (Dinçer, 1977 ve Uzman, 1984)

Yapılan İş	Enerji Tüketimi (kJ/dak)
Kazma veya kürekle çalışma	25.12
Orakla biçme	29.30
Tırpanla biçme	29.30
Sap bağlama	30.56
Sap taşıma	21.35
Sapı dövücüye yedirme	24.28
Bağlı sapı tarım arabasına yükleme	23.44
Pancarı tarım arabasına yükleme	23.44
Hayvan ile sürme	24.70
Makina ile sürme	17.58
Pancar çapalama (kadın)	13.39
Pancar seyreltme (kadın)	10.88
Patates toplama	10.88
Düz yolda yürüme (Hız = 5.5 km/h)	23.44
Tarlada yürüme (Hız = 5.3 km/h)	31.81
20 kg yükü omuzda taşıma	15.07
El ile çalışma	5.02
Çift kol ile çalışma	6.28-12.56
Vücut ile çalışma	10.26-48.14

Türkiye tarımında 1990-2000 yılları arasındaki dönemde, insan ve hayvan işgücüne ilişkin enerji tüketimi değerleri Çizelge 7’de verilmiştir. Türkiye tarımında birim alana düşen insan ve hayvan işgücüne ilişkin enerji tüketimi değerleri çok fazla değişmemiştir. 1990-2000 tarihleri arasındaki dönemde, Türkiye tarımında birim alana düşen insan ve hayvan işgücüne ilişkin enerji tüketimi ortalama 3.76 GJ/ha ve 1.15 GJ/ha olarak verilmektedir.

Çizelge 7. Türkiye Tarımında İnsan ve Hayvan İşgücüne İlişkin Enerji Tüketimi
(Hatırlı ve Ark., 2004)

Yıllar	Enerji Tüketimi (GJ/ha)	
	İnsan	Hayvan
1990	3.7	1.2
1991	3.8	1.2
1992	3.7	1.2
1993	3.7	1.2
1994	3.8	1.2
1995	3.8	1.2
1996	3.8	1.2
1997	3.8	1.1
1998	3.7	1.1
1999	3.8	1.1
2000	3.8	1.0
Ortalama	3.76	1.15

2.3.2. Tarım Alet ve Makinaları

Tarımsal üretim işlemlerinde kullanılan değişik tarım alet ve makinalarının; üretim, onarım ve bakım işlemleri sırasında dolaylı ve dolaysız enerji tüketimi gerçekleşir. Tarım alet veya makinalarının; üretim, onarım ve bakım işlemleri sırasında dolaylı ve dolaysız olarak gerçekleşen enerji tüketimi, tarım alet veya makinaları için enerji maliyetini oluşturur. Tarım alet veya makinaları için belirtilen amaçlarla tüketilen elektrik, dizel yakıtı, kömür, doğal gaz vb. dolaysız enerji tüketimini oluşturan etmenlerdir. Bununla birlikte, tarım alet veya makinalarının üretim, onarım ve bakım işlemlerinde yararlanılan insan işgücü, hammadde ve donatım araçları dolaylı enerji tüketimini oluşturan etmenlerdir. Tarım alet veya makinalarının üretim, onarım ve bakımı için tüketilen dolaylı ve dolaysız enerjilerin toplamı, alet veya makinanın ağırlığına oranlanarak, birim kütle başına enerji maliyeti belirlenir.

Tarım alet veya makinalarının yapımında kullanılan malzemelerin üretimi için tüketilen enerjisi miktarı, aşağıdaki gibi belirlenebilir (Yavuzcan, 1994).

$$MÜE = G_1 \times a + G_2 \times b \dots \dots \dots (1)$$

Bu eşitlikte:

- MÜE = Malzeme üretim enerjisi (MJ),
- G_1 = Alet veya makinanın toplam metal ağırlığı (kgf),
- G_2 = Alet veya makinanın toplam lastik ağırlığı (kgf) ve
- a ve b = Malzeme üretim katsayısıdır (Çelik malzeme için 62.79 MJ/kgf, çelik dışındaki malzemeler için 85.813 MJ/kgf)

Tarım alet veya makinalarının yapımında kullanılan malzemelerin fabrikada biçimlendirilişi sırasında tüketilen enerjisi miktarı, aşağıdaki gibi belirlenebilir (Yavuzcan, 1994).

$$YE = G_t \times c \dots \dots \dots (2)$$

Bu eşitlikte:

- YE = Alet veya makinanın yapım enerjisi (MJ)
- G_t = Alet veya makinanın toplam ağırlığı (kgf) ve Fabrika yapım katsayısıdır (Traktör için $c = 4.625$ MJ/kgf,
- c = biçerdöver ve hasat makinaları için $c = 13.010$ MJ/kgf, pulluk için 8.627 MJ/kgf)

Aşınma veya bozulan tarım alet veya makina parçalarının yenilenmesi için amacıyla takılan yedek parçanın yapımı için tüketilen enerjisi miktarı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Yavuzcan, 1994).

$$YPE = 0.33 \times d \times (MÜE + YE) \dots \dots \dots (3)$$

Bu eşitlikte:

- YPE = Alet veya makinanın yedek parça enerjisi (MJ) ve
- d = Toplam takılmış parça oranıdır (%).

Tarım alet veya makinalarına ilişkin yukarıda belirtilen enerji tüketimlerine bağlı olarak toplam alet veya makina yapım enerjisi aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Yavuzcan, 1994).

$$MYE = 0.82(MÜE + YE) + YPE \dots \dots \dots (4)$$

Tarım alet veya makinasının toplam yapım enerjisinin bir yıla düşen oranının belirlenebilmesi için, bu değer alet veya makinanın ekonomik kullanma ömrüne bölünmesi gerekir.

2.3.3. Kimyasal Gübre Enerjisi

Tarımsal üretimde kullanılan kimyasal gübrelerin enerji eşdeğeri, üretim işlemlerinde kullanılan bütün girdilerin enerji eşdeğerlerinden hesaplanır. Diğer bir deyişle, kimyasal gübrelerin enerji maliyetleri, bu gübrelerin üretiminde kullanılan tekniklerle doğrudan ilişkilidir. Kimyasal gübrelerdeki saf maddenin üretimi için enerji tüketimi değerleri Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Kimyasal Gübrelerdeki Saf Maddenin Üretimi İçin Enerji Tüketimi Değerleri

Kimyasal Gübreler	Enerji Tüketimi (MJ/kg)
Azot	64.40
P_2O_5	11.96
K_2O	6.70

Türkiye tarımında 1990-2000 yılları arasında dönemde, tüketilen kimyasal gübre ve enerji değeri Çizelge 9'da verilmiştir. Çizelge 9'dan da izlenebileceği gibi, Türkiye tarımsal üretiminde yoğun olarak azotlu gübre kullanılmaktadır. Türkiye tarımında toplam gübre enerjisi tüketimi, 1990 yılında 412.583 PJ iken, 2000 yılında 467.995 PJ değerine ulaşmıştır.

Çizelge 9. Türkiye Tarımında Tüketilen Kimyasal Gübre Miktarı ve Enerji Değeri
(Hatırlı ve Ark., 2004)

Yıllar	N (Bin ton)	N (TJ)	P ₂ O ₅ (Bin ton)	P ₂ O ₅ (TJ)	K ₂ O (Bin ton)	K ₂ O (TJ)	Toplam Gübre Enerjisi (TJ)
1990	5711.6	367827.4	3671.1	43906.0	126.8	849.6	412583.0
1991	5254.7	338404.9	3631.5	43432.9	95.1	636.8	382474.6
1992	5742.7	369828.6	3866.1	46238.0	126.7	848.6	416915.2
1993	6356.9	409381.5	4623.2	55294.0	169.9	1138.6	465814.1
1994	4792.3	308622.9	2610.6	31223.2	112.6	754.4	340600.5
1995	5016.6	323069.4	3405.4	40729.1	134.2	899.0	364697.6
1996	5462.7	351798.3	3395.6	40611.7	146.8	983.8	393393.9
1997	5555.7	357790.0	3477.1	41585.7	133.0	890.9	400266.7
1998	6641.0	427677.3	4127.8	49369.1	177.0	1186.0	478232.4
1999	7072.8	455489.7	3751.2	44863.8	161.4	1081.0	501434.5
2000	6563.3	422675.2	3697.4	44220.4	164.2	1100.1	467995.7
Ortalama	5833.7	375687.7	3659.7	43770.4	140.7	942.6	420400.7

2.3.4. Kimyasal İlaç Enerjisi

Tarımsal savaş ilaçlarının enerji eşdeğeri, bu ilaçları üretim işlemleri sırasında tüketilen enerji değerlerinden oluşur. Kimyasal ilaçların üretimi için enerji tüketimi değerleri Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. Kimyasal İlaçların Enerji Değerleri
(Yaldız ve Ark., 1990a; Özkan ve Ark., 2003)

Kimyasal İlaçlar	Enerji Tüketimi (MJ/kg)
Herbisitler	238
İnsektisitler	199
Fungusitler	92

Türkiye tarımında 1991-2000 yılları arasındaki dönemde toplam insektisit, fungusit ve herbisit tüketimi Çizelge 11'de verilmiştir. Türkiye tarımında tüketilen diğer tarım ilaçları Çizelge 12'de verilmiştir. Türkiye tarımında insektisit kullanımına ilişkin enerji tüketimi 1991 yılında 2071.99 TJ iken, 1995 yılında 2955.15 TJ ve 2000 yılında da 2345.81 TJ düzeylerinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 11. Türkiye Tarımında Bazı Pestisitlerin Tüketimi (KKGM-TKB, 2004)

Yıllar	İnsektisit Tüketimi (Ton)	İnsektisit Enerji Eşdeğeri (TJ)	Fungusit Tüketimi (Ton)	Fungusit Enerji Eşdeğeri (TJ)	Herbisit Tüketimi (Ton)	Herbisit Enerji Eşdeğeri (TJ)
1991	10412	2071,99	5599	515.10	7191	1711.46
1992	13125	2611,88	5910	543.73	5861	1394.92
1993	12265	2440,74	5868	539.85	9133	2173.65
1994	11229	2234,57	4862	447.30	8511	2025.62
1995	14850	2955,15	4937	454.20	7583	1804.75
1996	15447	3073,95	6765	622.38	7997	1903.29
1997	12355	2458,65	8848	814.01	7810	1858.78
1998	11999	2387,80	7289	670.58	5077	1208.33
1999	11395	2267,61	7444	684.84	7426	1767.39
2000	11788	2345,81	7777	715.48	6958	1656.00
Ortalama	12486.50	2484.82	6529.90	600.75	7354.70	1750.42

Çizelge 12. Türkiye Tarımında Tüketilen Diğer Tarım İlaçları
(KKGM-TKB, 2004)

Yıllar	Tüketim Miktarları (ton)					TOPLAM
	Akarisitler	Fumigant ve Nematositler	Yağlar	Rodentisit ve Mollusistler	Diğer Tarım İlaçları	
1991	982	984	2745	77	230	5018
1992	1327	903	2280	49	190	4749
1993	1162	1216	2499	38	182	5097
1994	697	875	2589	54	145	4360
1995	1252	1203	2982	81	355	5873
1996	800	1632	3881	72	1	6386
1997	1358	885	2172	90	57	4562
1998	1645	631	2342	51	871	5540
1999	304	1697	2762	55	1240	6058
2000	747	1368	3572	20	1319	7026

2.3.5. Sulama Enerjisi

Tarımsal üretimde sulama işlemlerinde enerji tüketimi, dolaylı ve dolaysız enerji tüketimlerinden oluşur. Sulama motor ve pompalarının işletilmesinde kullanılan yakıt ve elektrik enerjisi, sulama işleminde dolaysız enerji tüketimini oluşturur. Sulama işleminde dolaylı enerji girdisi ise, sulama işleminde kullanılan motor ve pompaların üretiminde tüketilen toplam enerji miktarıdır.

1 ha tarım alanının sulanması için 140 kg sulama araç ve donanımı ile 160 kg yakıt tüketildiği ve sulama araçlarının enerji maliyeti olarak 86.7 MJ/kg değeri varsayılarak (Uzmay, 1984) yapılan hesaplamalar sonucunda belirlenen sulama işleminde enerji tüketimi değerleri Çizelge 13'de verilmiştir. Sulama araç ve donanımının yapımı için tüketilen enerji miktarı ve sulama işleminde tüketilen yakıt enerjisi miktarı değerleri, yıllara bağlı olarak artmaktadır. Sulama işleminde tüketilen yakıt miktarı, 1990 yılında 39.88 PJ iken, 2003 yılında 51.11 PJ değerine ulaşmıştır.

Çizelge 13. Türkiye'de Tarımsal Sulama İşleminde Enerji Tüketimi

Yıllar	Sulanan Tarım Alanı (Bin ha)	Sulama Araç ve Donanımı için Tüketilen Enerji (PJ)	Sulama İşleminde Tüketilen Yakıt Enerjisi (PJ)
1990	3840	46.60	39.88
1995	4235	51.40	43.99
1996	4332	52.58	44.99
1997	4461	54.14	46.33
1998	4581	55.60	47.58
1999	4643	56.35	48.22
2000	4709	57.15	48.91
2001	4781	58.03	49.66
2002	4856	58.94	50.44
2003	4921	59.73	51.11

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

1) 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 değişir. Tarım sektöründe etkin olarak yararlanılabilecek başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; güneş enerjisi, jeotermal enerji ve rüzgar enerjisidir. Sonuç olarak, enerji analizi yöntemi:

(a) Sektörel bazda enerji kullanımını değerlendirmek için yararlıdır.

(b) Enerji tasarrufu için, enerji korunumuna ilişkin esasların belirlenmesine yardımcı olur.

2) Fosil yakıtlar gibi, yüksek sıcaklık sağlayan enerji kaynaklarının konut ısıtma, su ısıtma vb. gibi kısmen düşük sıcaklıktaki uygulamalar için kullanılması durumunda, enerji etkinliği çok daha düşük olacaktır. Bu nedenle, yüksek sıcaklık sağlayan enerji kaynaklarının yüksek sıcaklıktaki uygulamalar için kullanılması gerekir. Benzer şekilde, tarımsal üretim işlemlerinde de enerji kullanım etkinliğine önem verilmelidir. İşletme ölçeğinde yapılacak olan etkin bir mekanizasyon planlaması ile, işletme için uygun mekanizasyon alt yapısı sağlanmalıdır.

3) Tarımda enerji kullanım etkinliğinin artırılabilmesi için:

a) İşletmelerin mekanizasyon alt yapısı için enerji verimliliği yüksek olan teknolojilerden yararlanılmalıdır.

b) Güç kaynağına uygun kapasitede alet ve ekipman kullanılmalıdır.

c) İşletme için gerekli güç optimizasyonu sağlanmalıdır. Örneğin, daha az güç gerektiren işlemler daha büyük güçlü traktörlerle gerçekleştirilmemelidir.

d) Tarım alet ve makinaları tam yükte ve verimli olarak çalıştırılmalıdır.

e) Isıtma, soğutma ve iklimlendirme uygulamalarında ısı transferi açısından etkinlik artırılmalıdır.

f) Isı yalıtımı standartlara uygun olarak yapılmalıdır. Isı üreten, dağıtan ve kullanan tüm üniteler etkin bir şekilde yalıtılarak, ısı kayıpları en aza indirilmelidir.

g) Atık ısı geri kazanımı uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.

h) Elektrik enerjisi tüketiminde kayıplar önlenmelidir.

i) Elektrik enerjisinin iş ve ısı dönüşümlerinde etkinlik artırılmalıdır.

j) Otomatik kontrol uygulamaları ile insan faktörü en aza indirilmelidir.

4) Enerjinin etkin ya da rasyonel (akılcı) kullanımı ve verimlilik artışı, enerji tasarrufu sağlar ve enerji kullanımında tutumluluğun bir sonucudur. Enerji arz-talep dengesini düzenleyici özelliği vardır. Savurganlığı kaldırarak, talebin abartılmış biçimde ortaya çıkmasını engeller. Enerji tasarrufu, ekonomik büyümeden ve yaşam koşullarından ödün vererek enerjinin az kullanılması değildir. Enerji tasarrufu, enerji üretim ve tüketiminin maksimum verimle gerçekleştirilmesi, enerji kayıplarının minimuma indirilmesi, ekonomik büyümeyi ve yaşam konforunu engellemeden enerji talebinin kontrol altına alınması ve artış hızının düşürülmesidir. Yukarıdaki tanıma bağlı olarak enerji tasarrufu enerjinin etkin kullanımı ve verimlilik artışı biçiminde ele alınmak zorundadır. Türkiye'de sektör bazında yapılan etütlerle, teknolojik yenilemelere bağlı olarak yıllık tüketim bazında tarım sektöründen 17600 TJ (0.4 MTEP) tasarruf sağlanması olanaklı görülmektedir (Ültanır, 1998).

5) Türkiye için jeotermal enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve biomas enerjinin, kullanım teknolojilerine bağlı olarak sağlayacağı önemli kazanımlar vardır. Fosil yakıta dayalı enerji kullanımı; fosil yakıt dışalımının büyümesi, ithalat giderinin artması gibi bir olumsuzluktan başka, çevre kirlenmesinin de artmasına neden olmaktadır. Sürdürülebilir ekonomik büyüme açısından ithalatın ihracata oranının küçük olmasının önemi kadar, üretim güvenilirliği olan bir enerji alt yapısının oluşturulması, enerji sektörünün çevre ile uyumu önemlidir. Türkiye'de yeni ve yenilenebilir kaynaklarla ilgili AR-GE çalışmalarının tekrarlı olarak arındırılmış biçimde planlı geliştirilmesine gerek vardır (Ültanır, 1998).

6) Bu konudaki gelecek çalışmalar tarımda enerji kullanımında maliyeti de kapsayan enerji-ekonomik analizlere yönlendirilmelidir. Bu tür çalışmalar:

- (a) bir sistem veya sektörün tasarım veya çalışmasını en iyileştirmek için, ekonomik kaynakların uygun olarak kullanılmasını sağlamak ve
- (b) ürünlerin gerçek maliyetini belirleyerek bir sistem veya sektörün ekonomik uygulanabilirliğini veya karlılığını belirlemek için yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Arin, S., Akdemir, B. 1987. The Investigation of Onion Production Mechanization With the Approach to Relations Between Output and Input Energy. Proceedings of 3th International Symposium on Mechanization and Energy in Agriculture: 195–201, 26-29 October 1987, İzmir-Turkey (In Turkish).
- Barut, Z.B., Öztürk, H.H. Evaluation of Energy Inputs in Maize Production in Çukurova Region of Turkey. International Conference Science and Research –Tools of Global Development Strategy, Czech University of Agriculture Prague, Technical Faculty , Prague, Czech Republic, 24 September, 2004.
- Canakci, M., Topakci, M., Akinci, I., Özmerzi, A. 2004. Energy Use Pattern of Some Field Crops and Vegetable Production: Case Study Antalya Region. Turkey. *Energy Conversion and Management*, Article in press.
- Canyurt, O. E., Öztürk, H.K. Hepbaşı, A. Utlu, Z. 2003. Estimating the Turkish Residential–Commercial Energy Output Based on Genetic Algorithm (GA) Approaches. In Press, *Energy Policy*.
- Dinçer, H. 1977. Ziraatte Canlı Kuvvet Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 638, Ankara
- Dinçer, İ. Al-Rashed, B. 2002. Energy Analysis of Saudi Arabia. *International Journal of Energy Research* 26 (3): 263–278.
- Dinçer, İ., Hussain, M. M., Al-Zaharnah, I. 2003. Investigation of Sectoral Energy and Exergy Utilization of Saudi Arabia. Final Report, Project No: FT/2001/15.
- Dinçer, İ., Hussain, M. M., Al-Zaharnah, I. 2004a. Energy and Exergy Use in Public and Private Sector of Saudi Arabia. In Press, *Energy Policy*.
- Dinçer, İ., Hussain, M. M., Al-Zaharnah, I. 2004b. Energy and Exergy Use in Agricultural Sector of Saudi Arabia. In Press, *Energy Policy*.
- Ertay, S., 1997. Energy and Exergy Utilization in Turkish Residential and Commercial Sector. M.Sc. Thesis, University of Middle East Technical University, Ankara.
- Hatırlı, S.A., Özkan, B., Fert, C. 2004. An Econometric Analysis of Energy Input-Output in Turkish Agriculture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (Article in press).

- Hepbaşı, A., 2001. Energy Conservation Studies on Residential Heating Systems: An Application for İzmir, Turkey. *Int. Journal of Global Energy Issues* 15 (3/4): 247–263.
- İleri, A. and T. Güner, 1998. Energy and Exergy Utilization in Turkey during 1995. *Energy* 23: 1099–1106.
- Karkacığer, O., Göktolga, Z.G., 2004. Input-Output Analysis of Energy Use in Agriculture. *Energy Conversion and Management* (Article in press).
- Ören, M.N., Öztürk, H.H. Energy Input–Output Analysis in Field Crop Production in Southeastern Anatolia Region of Turkey. International Conference Science and Research –Tools of Global Development Strategy, Czech University of Agriculture Prague, Technical Faculty , Prague, Czech Republic, 24 September, 2004. (Basımda).
- Özdoğan, S. Arikol, M. 1995. Energy and Exergy Analyses of Selected Turkish Industries. *Energy* 20 (1): 73–80.
- Özkan, B., Akcaoz, H., Karadeniz, F. 2003. Energy Requirement and Economic Analysis of Citrus Production in Turkey. *Energy Conversion and Management* 45(11-12): 1821–1830.
- Özkan, B., Akcaöz, H., Fert, C. 2004a. Energy Input-Output Analysis in Turkish Agriculture. *Renewable Energy* 29: 39–51.
- Özkan, B., Kürklü, A., Akcaoz, H. 2004b. An Input-Output Energy Analysis in Greenhouse Vegetable Production; A Case Study for Antalya Region of Turkey. *Biomass and Bioenergy* 26: 89-95.
- Öztürk, H.H. 2004. Türkiye Tarım Sektöründe Enerji ve Ekserji Kullanımı. Tarımsal Mekanizasyon 22. Ulusal Kongresi, Aydın, 08-10 Eylül 2004. (Yayınlanmadı).
- Rosen, M. A. Dinçer, İ. 1997a. On Exergy and Environmental Impact. *International Journal of Energy Research* 21: 643–654.
- Rosen, M. A. Dincer, İ. 1997b. Sectoral Energy and Exergy Modelling of Turkey. *ASME-Journal of Energy Resources Technology* 119 (3):200–204.
- TKB, 2004. <http://www.tarim.gov.tr/arayuz/9/icerik.asp?efl>
- TKB-KKGM, 2004. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara
- Ünal, A., 1994. Energy and Exergy Balance for Turkey in 1991. M.Sc. Thesis, University of Middle East Technical University, Ankara.
- Utlu, Z., Hepbaşı, A. 2003. A Study on the Evaluation of Energy Utilization Efficiency in the Turkish Residential-Commercial Sector Using Energy and Exergy Analyses. *Energy and Buildings* 35 (11): 1145–1153.
- Utlu, Z., Hepbaşı, A. 2004. comparison of Turkey's sectoral Energy Utilization Efficiencies between 1990 and 2000: part 1: utility and Industrial Sectors. *Energy Sources* 26: 1331–1344.
- Ültanır, M.Ö., Kadayıfçılar, S. 1971. Türkiye'nin Genel Enerji Durumuna Bağlı Olarak Türkiye Tarımının Bugünkü Enerji Durumu ile Talep Projeksiyonu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 1970, Yıl 20, Fasikül 2, s. 289-307, Ankara.
- Ültanır, M.Ö. 1973. Seralarda, Kümeslerde, Ahırlarda Tarımsal Elektrifikasyon Uygulamaları ve Bunların Ekonomik İşletmecilik Açısından Etüdü, Köy Elektriklendirilmesi Sempozyumu/06-08 Haziran 1973, Dünya Enerji Konferansı Türk Milli Komitesi (WEC), Tebliğ No. 13, 23 s., Ankara.

- Ültanır, M.Ö. 1980. Gelişme Sürecindeki Ülkeler ile Türkiye’de Enerji ve Tarım İlişkileri, Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Sempozyumu / 06-10 Ekim 1980, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Makinaları Bölümü, Özbildiriler Kitabı, s. 57-61 (orjinal metin 18 s.), Ankara.
- Ültanır, M.Ö. 1985. Türkiye Tarımının Mekanizasyon ve Enerji Durumuna Kısa Bakış, Cumhuriyet Üniversitesi Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 1, Sayı 1, s. 268-281, Sivas.
- Ültanır, M.Ö. 1998. 21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD- Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği, Yayın No. TÜSİAD-T/98-12/239, İstanbul.
- Uzmay, İ. 1984. Enerji girdi ve çıktıları esas alınarak Türk tarımının veriminin yıllara göre değişimi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Aralık 1984, İstanbul.
- Yaldız, O., Öztürk, HH., Başçetinçelik, A. 1990a. The Determination of Energy Outputs/Inputs Rates at Some Products of the Çukurova Region. International Conference on Agricultural Engineering, Technical Papers and Posters: 391–392, 24-26 October 1990, Berlin.
- Yaldız, O., Öztürk, HH., Zeren, Y., Başçetinçelik, A. 1990b. Türkiye Tarla Bitkileri Üretiminde Enerji Kullanımı. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 3, Sayı 1-2: 51–62 (In Turkish).
- Yaldız, O., Öztürk, HH., Başçetinçelik, A. 1991. Çukurova Bölgesi Tarla Bitkileri Üretiminde Enerji Kullanımı. 1. Çukurova Tarım Kongresi Bildiri Kitabı: 359–366, 9-11 Ocak 1991, Adana (In Turkish).
- Yaldız, O., Öztürk, HH., Zeren, Y., Başçetinçelik, A. 1993. Energy Usage in Production of Field Crops in Turkey. 5th International Congress on Mechanization and Energy Use in Agriculture, 11-14 October 1993, Kuşadası-Turkey (In Turkish).
- Yavuzcan, G. Enerji Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1324, Ders Kitabı: 383, Ankara.
- Yılmaz, İ., Akcaöz, H., Özkan, B. 2004. An Analysis of Energy Use and Input Costs for Cotton Production in Turkey. *Renewable Energy*.