



Tarımsal Üretim İçin Entegre Kaynak Verimliliği

Nusret Mutlu^{1*}

^{1*} GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Şanlıurfa, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-5780-4152), nmutlu@gap.gov.tr

(İlk Geliş Tarihi 20 Ağustos 2020 ve Kabul Tarihi 13 Ekim 2020)

(DOI: 10.31590/ejosat.782364)

ATIF/REFERENCE: Mutlu, N. (2020). Tarımsal Üretim İçin Entegre Kaynak Verimliliği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 293-298.

Öz

Tarımsal üretimde, yakıt ve elektrik tüketilerek doğrudan ve tarım makineleri, gübreler ve tarım ilaçlarının üretimi süreçlerinde enerji tüketimi nedeniyle dolaylı olarak enerji kullanılır. Farklı ortamlardaki farklı üretim sistemleri, enerji kullanımı ve enerji tasarrufu potansiyellerine göre büyük ölçüde farklılık gösterir. Bu çalışmada, sürdürülebilir tarımsal üretim için entegre kaynak verimliliği değerlendirilmiştir. Tarımsal üretimde sürdürülebilirlik için, bazı teknik, ekonomik ve çevresel ölçütler tanımlanmıştır. Tarımsal üretimde enerji verimliliği sağlamak için gerekli olan enerji tasarrufu uygulamaları üretim sürecinde kullanılan sistemlere, işletimsel uygulamalara ve üretime giren sermaye malları / çiftlik altyapısına uygulandığı zaman önemli bir katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal üretim, Kaynak verimliliği, Sürdürülebilir tarım.

Integrated Resource Management for Sustainable Agricultural Production

Abstract

In agricultural production, energy is used directly by consuming fuel and electricity and indirectly due to energy consumption in the production of agricultural machinery, fertilizers and pesticides. Different production systems in different environments differ greatly in their energy use and energy saving potential. In this study, integrated resource efficiency for sustainable agricultural production is evaluated. Integrated resource efficiency for sustainable agricultural production has been evaluated. In agriculture, some technical, economic and environmental criteria are defined for sustainability in production. Energy saving measures will be particularly important for achieving energy efficiency in agriculture when applied to systems involved in the production process, operational practices and capital goods / farm infrastructure entering production.

Keywords: Agriculture, Resource efficiency, Resource management, Sustainability.

* Sorumlu Yazar: nmutlu@gap.gov.tr

1. Giriş

Enerji verimliliği, ürün ve hizmet sunmak için gereken enerji miktarını azaltma çabalarının hedefidir. Tarla bitkileri için ana enerji girdisi, gübre ve dizel yakıt kullanımı ile ilişkilidir. Genellikle sulama, kurutma ve/veya depolama uygulamalarında enerji tüketimi önemlidir.

Bu uygulamalar için tüketilen enerji miktarı; coğrafi konuma ve ilgili iklime ve üretim sistemlerinin özelliklerine bağlıdır. Orta ve Kuzey AB ülkelerinde, seralarda sebze üretimi için, fazla miktarda doğrudan enerji kullanımı gerçekleşmektedir. Bu durum, Güney AB ülkelerindeki örtü altı üretim sisteminden önemli ölçüde farklıdır. Güney ülkelerinde örtü altında yetiştirilen ürünler, doğrudan toprakta yetiştirildiklerinde, çok azdır.

Bununla birlikte, topraksız tarım sistemlerde daha yüksek enerji girdisi gereklidir. Zeytin üretimi için özgül enerji tüketimi, güneybatı Avrupa ülkelerinde, güneydoğu Avrupa ülkelerinden daha yüksektir. (agrEE (2012a). Bu ülkelerde, süt ineği yetiştiriciliği ve etlik piliç üretiminde, yem tüketimi nedeniyle çok fazla miktarda enerji tüketilmektedir.

Tarımsal üretimde, büyük ölçüde yakıt veya elektrik olarak doğrudan ve tarım makineleri, gübreler veya tarım ilaçlarının üretimi süreçlerinde enerji tüketimi nedeniyle dolaylı olarak enerji kullanılır. Tarımda enerji kullanımı konusundaki değerlendirmeler genellikle doğrudan enerji kullanımına odaklanırken, toplam enerji kullanımının % 50 ve daha fazlasının azotlu gübre üretimi enerjisi ve diğer dolaylı enerji kullanımları ile ilgili olduğu kabul edilmelidir (Woods ve Ark., 2010; Pelletier ve Ark., 2011).

Farklı ortamlardaki farklı üretim sistemleri, enerji kullanımı ve enerji tasarrufu potansiyellerine göre büyük ölçüde farklılık gösterir. Tarımsal üretimde enerji kullanımı konusunda kapsamlı araştırmalar yapılmaktadır (Baran ve Ark., 2019a; 2019b; Baran ve Gökdoğan, 2020; Yıldızhan, 2019). Bu çalışmada, sürdürülebilir tarımsal üretim için entegre kaynak verimliliği değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Enerji Girdilerinin Belirlenmesi

Tarımda enerji kullanımı hem doğrudan enerji kullanımını hem de tarım ürünleri üretmek için kullanılan her türlü girdiyle ilişkili dolaylı enerji kullanımını kapsar. Enerji giderlerinin belirlenmesinde, yaşam döngüsü değerlendirmesine (LCA) benzer bir yaklaşım kabul edilir.

Enerji kullanımı ilişkin değerler, ortalama üretim rakamlarına veya en iyi tahminlere dayanarak oluşturulur. Her bir alt üretim grubu için, birincil enerji tüketimi (BET) ve fosil enerji tüketimi değerleri (FET) dikkate alınır.

Girdi olarak kullanılan fiziksel değerler, belirli katsayılar kullanılarak enerji değerlerine dönüştürülmüştür (Tablo 1. Bir tarımsal üretim sürecinde kullanılan girdiler ve uygulanan teknolojiler dikkate alınarak; düşük, orta ve yüksek girdi kullanılan sistemler olarak değerlendirilmektedir.

Tarımsal üretim süreçlerinde enerji kullanımının belirlenmesi için dikkate alınan başlıca girdiler Tablo 1’de verilmiştir.

2.1.1. Doğrudan Enerji Kullanımının Belirlenmesi

Doğrudan enerji girdileri; elektrik, rafine edilmiş petrol ürünleri (dizel, doğal gaz ve diğerleri), doğal gaz bazlı yakıtlar ve talaş dahil olmak üzere tarımsal üretim sürecinde doğrudan kullanılan tüm enerji kaynakları ve enerji taşıyıcıları kapsar.

- Elektrik: Tüketilen kWh elektrik miktarı MJ enerji birimine dönüştürülür. Aydınlatma, elektrikli ekipman, otomasyon süreçleri ve çiftlik yönetiminde tüketilen toplam elektrik miktarı.
- Rafine petrol yakıtları: Tüketilen litre (L) yakıt miktarı MJ enerji birimine dönüştürülür.
- Doğal gaz ve sıvı propan: Ürün kurutucularda ısı kaynağı, güç makinelerinde ve seralarda ısı ve güç ünitelerinde yakıt olarak kullanılır.
- Biyokütle ve katı yakıtlar: Sera ve hayvan barınakları gibi çiftlik ısı ihtiyacının karşılanması için kullanılır.

2.1.2. Dolaylı Enerji Kullanımının Belirlenmesi

Dolaylı enerji girdileri; kimyasal gübreler, tarım ilaçları, tarım alet ve makineleri, sera ve hayvan barınakları gibi tarımsal yapıların yanı sıra, tohum ve yem gibi tarımsal üretim girdilerinin üretiminde tüketilen enerjiyi içerir.

Besin ve temel gıda hammaddelerinin üretiminde enerji verimliliğinin belirlenmesinde, hayvansal üretim için; yem ve özel yem takviyelerinin, bitkisel üretim için; tohumlar, inorganik gübreler, tarım ilaçları ve tarımsal mekanizasyon araçlarının üretim süreçlerinde tüketilen dolaylı enerji girdileri dikkate alınır.

Bitkisel üretimde kullanılan kimyasal gübre ve tarım ilaçlarının üretiminde önemli miktarda enerji tüketilmektedir. Enerji verimliliği göstergesi olarak aşağıdaki iki temel ölçüt dikkate alınmaktadır:

- 1) Tarımsal üretimde kullanılan birim üretim alanı (ha) başına enerji (GJ) kullanım oranı (GJ/ha)
- 2) Tarımsal üretim sonucunda üretilen birim ürün (t) başına enerji (GJ) kullanım oranı (GJ/t)

Enerji verimliliği göstergeleri aşağıdaki girdi gruplarını kapsamaktadır:

- 1) *Doğrudan Enerji Girdileri*: Tarımsal üretim işlemleri süreçlerinde tüketilen elektrik ve katı, sıvı ve gaz yakıtların toplamı olarak dikkate alınır ve fosil enerji kullanımı olarak değerlendirilir (GJ/ha, GJ/L)
- 2) *Dolaylı Enerji Girdileri*: Tarımsal üretim süreçlerinde kullanılan kaynakların üretimi için fabrikalarda tüketilen enerjiler olarak dikkate alınır (GJ/ha, GJ/L)
- 3) *Toplam Enerji Girdileri*: Tarımsal üretimde birim üretim alanında kullanılan doğrudan ve dolaylı enerji girdilerinin toplamıdır (GJ/ha, GJ/L)
- 4) *Özgül Enerji Girdisi*: Tarımsal üretim yapılan birim tarım alanı için (GJ/ha) veya üretim sonucunda üretilen bir ton tarımsal ürün (GJ/t) için, tarımsal üretim süreçlerinde toplam birincil enerji kullanımınıdır.

Tablo 1. Tarımsal Üretimde Doğrudan ve Dolaylı Enerji Girdileri İçin Dönüşüm Katsayıları (agrEE, 2012a, 2012b)

Enerji Girdileri	Birimler	Enerji Değerleri	
		FET	BET
Doğrudan Enerji Girdileri			
Elektrik	MJ/kWh	3.60	9.70
Dizel	MJ/kg	43.10	50.00
Doğal gaz	MJ/m ³	31.60	35.70
Odun talaşı	MJ/kg (MC % 30)	12.40	12.40
Dolaylı Enerji Girdileri			
Tohum- Tahıl	MJ/kg	2.61	2.61
Tohum- Şekerpancarı	MJ/kg	36.29	36.29
Tohum-Yumrular	MJ/kg	1.05	1.05
Tohum- Pamuk	MJ/kg	52.60	52.60
Kimyasal Gübreler			
Azot (N)	MJ/kg	48.99	48.99
Fosfor (P ₂ O ₃)	MJ/kg	15.03	15.03
Potasyum (K ₂ O)	MJ/kg	9.68	9.68
Kalsiyum (CaO)	MJ/kg	1.97	1.97
Magnezyum (MgO)	MJ/kg	6.70	6.70
Kükürt (S)	MJ/kg	2.10	2.10
Tarım İlaçları (Pestisitler)			
Herbisitler	MJ/kg _{etkili madde}	268.4	268.4
Fungusitler	MJ/kg _{etkili madde}	268.4	268.4
İnsektisitler	MJ/kg _{etkili madde}	268.4	268.4
Nemotositler	MJ/kg _{etkili madde}	268.4	268.4
Diğer Üretim Girdileri			
Organik	MJ/kg	0.30	0.30
Su	MJ/m ³	0.63	0.63
Bez	MJ/m ²	81.00	81.00
Sera substratı	MJ/m ²	13.00	13.00
Serada el ile çalışma	MJ/h	40.00	40.00
Serada ısı perdeleri	MJ/m ²	41.00	41.00
Serada solarizasyon filmi	MJ/m ²	170.00	170.00
Sera plastik örtü malzemesi (LDPE)	MJ/m ²	69.50	69.50
Çiftlik Hayvanları¹			
Silaj, MC %70	MJ/kg _{DM}	0.90	0.90
Otlaktan yem, MC % 70	MJ/kg _{DM}	0.50	0.50
Kuru saman, MC % 15	MJ/kg _{DM}	1.90	1.90
Kesif yem (tahıl), MC % 40	MJ/kg _{DM}	3.60	3.60
Karma yem, MC % 12	MJ/kg _{DM}	3.80	3.80
Protein konsantresi, MC % 12	MJ/kg _{DM}	3.90	3.90
Yarım konsantre, MC % 12	MJ/kg _{DM}	3.90	3.90
Endüstriyel yem, MC % 12	MJ/kg _{DM}	4.20	4.20
Soya fasulyesi	MJ/kg _{DM}	4.25	4.25
Kolza tohumu	MJ/kg _{DM}	5.26	5.26
Triticale	MJ/kg _{DM}	3.89	3.89
Saman, Talaş (yataklık)	MJ/kg _{DM}	1.80	1.80
Su	MJ/m ³	0.63	0.63
Binalar	MJ/m ²	153.00	153.00

¹ MC nem İçeriği; DM-Kuru madde

2.3. Tarımsal Üretimde Sürdürülebilirlik Göstergeleri

Bu çalışmada, tanımlanmış olan tarımsal üretimde ekonomik üretim, enerji tüketimi ve çevresel etkiler için sürdürülebilirlik göstergeleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Tarımsal Üretimde Sürdürülebilirlik Göstergeleri

Gösterge Adı	Tanımlama	Birim Analizi	Birim
<i>Maliyet göstergesi</i>	Tarımsal üretim işlemleri için kullanılan sabit ve değişken özellikteki bütün girdilerin toplam parasal değerinin, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Maliyet/Alan	TL/ha
<i>Yakıt göstergesi</i>	Tarımsal üretim işlemlerinde kütle veya hacim olarak tüketilen yakıt miktarının, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Kütle (Hacim)/Alan	kg(L)/ha
<i>Enerji göstergesi</i>	Tarımsal üretim işlemlerinde tüketilen toplam enerji miktarının, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Enerji/Alan	MJ/ha
<i>Enerji verimi</i>	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün toplam enerji içeriğinden, üretim için tüketilen toplam enerji miktarı çıkarılarak belirlenir.	(Enerji/Alan)/(Enerji/Alan)	MJ/ha
<i>Toplam sera gazı emisyonu göstergesi</i>	Tarımsal üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen sera gazı emisyonlarının toplam miktarının, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Kütle/Alan	kg _{CO2} /ha
<i>CO₂ göstergesi</i>	Tarımsal üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen CO ₂ emisyonlarının toplam miktarının, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Kütle/Alan	kg _{CO2} /ha
<i>NO₂ göstergesi</i>	Tarımsal üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen NO ₂ emisyonlarının toplam miktarının, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Kütle/Alan	kg _{NO2} /ha
<i>SO₂ göstergesi</i>	Tarımsal üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen SO ₂ emisyonlarının toplam miktarının, üretim yapılan tarım alanına oranıdır.	Kütle/Alan	kg _{SO2} /ha
<i>Yakıt göstergesi</i>	Tarımsal üretim işlemlerinde kütle veya hacim olarak tüketilen yakıt miktarının, üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarına oranıdır.	Kütle (Hacim)/Kütle(Hacim)	kg(L)/ kg(L) _{ürün}
<i>Enerji göstergesi</i>	Tarımsal üretim işlemlerinde tüketilen enerji miktarının, üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarına oranıdır.	Enerji/Kütle (Hacim)	MJ/kg(L) _{ürün}
<i>Emisyon göstergesi</i>	Tarımsal üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen sera gazı emisyonlarının toplam miktarının, üretim sonucunda elde edilen toplam ürün miktarına oranıdır.	Kütle/Kütle	kg _{CO2} /kg(L) _{ürün}
<i>Özgül maliyet</i>	Tarımsal üretim işlemleri için kullanılan sabit ve değişken özellikteki bütün girdilerin toplam parasal değerinin, üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarına oranıdır.	Maliyet/Kütle (Hacim)	TL/kg(L) _{ürün}
<i>Ekonomik üretkenlik</i>	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemleri için kullanılan sabit ve değişken özellikteki bütün girdilerin toplam parasal değerine oranıdır.	Kütle (Hacim)/Maliyet	kg(L) _{ürün} /TL
<i>Ekonomik verimlilik oranı</i>	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen toplam gelirin parasal değerinin, üretim işlemleri için kullanılan sabit ve değişken özellikteki bütün girdilerin toplam parasal değerine oranıdır.	Maliyet/Maliyet	TL/TL
<i>Net karlılık</i>	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen toplam gelirin parasal değeri ile üretim işlemleri için kullanılan sabit ve değişken özellikteki bütün girdilerin parasal değeri arasındaki farktır.	Para-Para	TL
<i>Yakıt göstergesi</i>	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemlerinde kütle veya hacim olarak tüketilen yakıt miktarına oranıdır.	Kütle (Hacim) / Kütle (Hacim)	g(L) _{ürün} /kg(L) _{yakıt}
<i>Enerji göstergesi</i>	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemlerinde tüketilen enerji miktarına oranıdır.	Kütle (Hacim) /Enerji	kg(L) _{ürün} /MJ
<i>Enerji oranı</i>	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen toplam ürün miktarının enerji eşdeğerinin, üretim işlemlerinde doğrudan ve dolaylı olarak tüketilen toplam enerji miktarına oranıdır.	Enerji/Enerji	MJ/MJ
<i>CO₂ göstergesi</i>	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen CO ₂ emisyonlarının toplam miktarına oranıdır.	Kütle/Kütle	kg(L) _{ürün} /kg _{CO2}
<i>NO₂ göstergesi</i>	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen NO ₂ emisyonlarının toplam miktarına oranıdır.	Kütle/Kütle	kg(L) _{ürün} /kg _{NO2}
<i>SO₂ göstergesi</i>	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen SO ₂ emisyonlarının toplam miktarına oranıdır.	Kütle/Kütle	kg(L) _{ürün} /kg _{SO2}
<i>Toplam sera gazı emisyonu göstergesi</i>	Tarımsal üretim sonucunda elde edilen ürünün kütleli veya hacimsel miktarının, üretim işlemlerinde enerji tüketimi sonucunda gerçekleşen sera gazı emisyonlarının toplam miktarına oranıdır.	Kütle/Kütle	kg(L) _{ürün} /kg _{CO2}

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Tek Yıllık Bitkisel Üretimde Enerji Verimliliği Önlemleri

Tarla bitkileri üretiminde, çoğu enerji tasarrufu önlemi gübreleme ve tarla uygulamalarıyla ilişkilidir. Bununla birlikte, tarla bitkileri üretiminde aşağıdaki uygulamalar gerçekleştirilerek de önemli düzeyde enerji tasarrufu sağlanabilir:

- Kurutma ve depolama gibi hasat sonrası uygulamalar

- Biyoaktif organizmaların uygulanması

- Azaltılmış veya toprak işlemez tarımsal uygulamalar
- Enerji tüketimine ilişkin; denetleme-kontrol-veri toplama gibi bir izleme sisteminin uygulanması

Bitkisel üretimde enerji tasarrufu potansiyeli olan önlemlerin listesi Tablo.3’de verilmektedir. Bitkisel üretimde enerji tasarrufu potansiyeli yüksek olan başlıca önlemler arasında aşağıdaki uygulamalar yer alır:

- Toprak işleme ve diğer saha uygulamalarında yakıt

- kullanımını azaltmak
 - Tarla uygulamalarında traktör ve alet/makina kullanımını optimize etmek
 - Kurutma işleminde enerji tasarruflu ürün depoları kullanmak
 - Gelişmiş üretim yönetimleri uygulamak
- Bitkisel üretimde dolaylı enerji tüketimini azaltarak enerji tasarrufu sağlayan başlıca önlemler şunlardır:
- Gelişmiş, yüksek verimli ve hastalığa dayanıklı çeşitler kullanmak
 - Organik/yeşil gübreler ve biyoaktif mikroorganizmalar gibi alternatif besin kaynakların ve bitki koruma yöntemleri uygulamak
 - Üretim süreçlerini gelişmiş yöntemlerle izlemek
 - Toprak verimliliğine ve bitki besin elementi alımına uygun girdi kullanmak

Tablo 3. Tek Yıllık Bitkisel Üretimde Doğrudan ve Dolaylı Enerji Tüketiminde Enerji Verimliliği Sağlayan Önlemler

Üretim Faktörü	Doğrudan Enerji Tüketiminin Azaltılması İçin Önlemler
Toprak işleme	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Toprak işlemesiz/azaltılmış toprak işleme uygulamak ➤ Tarlada kontrollü trafik uygulamak ➤ Gerçek zamanlı kinematik uydu tabanlı konumlandırma sistemleri ile otomatik yönlendirme
Traktörler ve alet/makinalar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tarla uygulamaları ve taşıma için kullanılan traktör ve diğer alet/makinalar için güç optimizasyonu sağlamak ➤ Lastik boyutları/basınç ve ön aks ağırlığının uygunluğunu sağlamak ➤ Ortak makina kullanımı ➤ Üretimde kullanılan araçları birlikte kullanmak (alet/makina kombinasyonları)
Üretim sistemi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Organik veya entegre üretimde değişiklik yapmak ➤ Hassas tarım uygulamak ➤ Tarlada kontrollü uygulamak
Kurutma ve depolamada ısı kayıplarını önlemek	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Isı pompaları ile ısı geri kazanımı uygulamak ➤ Tarımsal atıklardan enerji üretmek
Diğerleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Enerji verimli işlem kontrolü ➤ Yenilikçi kurutma ve depolama sistemleri geliştirmek ➤ Kurutma ve ürün depolama tasarımlarının optimizasyonu üzerine araştırmalar
Üretim Faktörü	Dolaylı Enerji Tüketiminin Azaltılması İçin Önlemler
Tohumlar/Yumrular	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Üretim birimi başına verim potansiyeli yüksek ve daha düşük enerji girdisi olan yeni çeşitler kullanmak

Gübreler	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Topraktaki besin elementlerinin varlığına ve ürün isteklerine uygun olarak kimyasal gübre uygulamak ➤ Biyoaktif mikroorganizmalar, yeşil gübreleme ve çok bileşikli kompoze gübreler uygulamak ➤ Azotlu gübre temelinde organik gübreleme yapmak ➤ Sentetik azotlu gübreleme yerine toprağa biyolojik azot bağlayarak gübreleme yapmak ➤ Yeşil gübreleme için kullanılacak bitkiler yetiştirmek
Tarım ilaçları	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Biyoaktif mikroorganizmalardan yararlanmak ➤ Pestisitleri sahaya özel olarak uygulamak ➤ Hastalığa dayanıklı çeşitler kullanmak
Diğerleri	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gübre, tarım ilacı ve su kullanımını iyileştirilmek ➤ Üretimde enerji tasarrufu sağlayan yenilikçi çözümler için bilimsel araştırmalar ve pazar araştırması yapmak ➤ Ürün verim haritalaması yapmak ➤ Uygun bitki rotasyonu sağlamak ➤ Hasat işlemlerini ve hasat sonrası kayıpları azaltmak

Enerji girdilerinden bağımsız olarak, sistem yenilikleri ile ilgili araştırmalardan da yüksek enerji tasarrufu potansiyeli beklenmektedir. Bu tür önlemler, işletimsel seviyeden daha yüksek ölçek düzeyindeki önlemlerdir. Tablo 3’de verilen enerji tasarrufu önlemleri bütün ülkeler için geçerli uygulamalardır. Bununla birlikte, enerji tasarrufu önlemlerinin, ülkeler arasında belirli bir üretim türü için toplam enerji tüketimi gibi önemli etmenler konusunda, daha güçlü veya daha zayıf etkileri olabilir.

Güney AB ülkelerinde, tahıl kurutması için enerji tüketimini azaltmak daha az önem arzederken, sulama uygulamalarında enerji tasarrufu daha önemli olabilecektir. (agrEE (2012a). Ayrıca, Yunanistan’daki pamuk üretimi gibi, ülkeye özgü bir ürün, enerji verimli damla sulama sistemleri ile su yönetimini geliştirmek için özel önem gerektirebilir (agrEE (2012a).

3.2. Çok Yıllık Bitkisel Üretimde Enerji Verimliliği Önlemleri

Üzüm ve zeytin gibi çok yıllık bitkisel üretimde, üretim süreçlerine bağlı olarak enerji tasarrufu önlemleri Tablo 4’de verilmektedir. Çok yıllık bitkisel üretimde ET önlemleri genel olarak aşağıdaki uygulamalar ile ilgilidir:

- Gübreleme
- Bitki koruma
- Saha uygulamaları

Tablo4. Çok Yıllık Bitkisel Üretimde Doğrudan ve Dolaylı Enerji Tüketiminde Enerji Verimliliği Sağlayan Önlemler

Enerji Tüketimi	Enerji Tüketiminin Azaltılması İçin Önlemler
Doğrudan Enerji Tüketimi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Toprak işlemez üretim yapmak veya azaltılmış toprak işleme uygulamak ➤ Zeytin ve üzüm hasat süreçlerinde taşıma/yükleme amacıyla kullanılan; yükleyiciler, kamyonlar ve diğer makineler için uygun güç optimizasyonu yapmak ➤ Su ve toprak yönetimini iyileştirmek ➤ Enerji verimli pompalar kullanmak
Dolaylı Enerji Tüketimi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yüksek verim ve kaliteli bitkiler üretmek ➤ Kontrollü girdi uygulamaları ile kimyasal gübre ve tarım ilacı kullanımını azaltmak ➤ Organik gübre kullanımını artırmak ➤ Biyoaktif mikroorganizmaları uygulamak ➤ Uygulanacak gübre dozunu bölerek ve etkin olarak kullanım gibi uygulamalar ile esas olarak azotlu gübreleme ile ilgili gelişmiş gübre yönetimi uygulamak

4. Sonuç

Bitkisel ve hayvansal üretimde başlıca enerji tasarrufu önlemleri şunlardır:

- Kimyasal gübre ve tarım ilaçları dahil olmak üzere, tarımsal üretimdeki en büyük enerji girdilerini azaltmak
- Traktörlere ve diğer makinelere güç sağlayan yakıtlar optimum düzeyde kullanmak
- Çiftlik binalarında ve tesislerinde ısıtma, soğutma ve havalandırma için optimum düzeyde yakıt kullanmak
- Binalarda, ekipmanlarda, pompalamada ve aydınlatmada elektrik tüketimini azaltmak

Ar-Ge çalışmaları, üretim sürecinde yer alan sistemlere, işletimsel uygulamalara ve üretime giren sermaye malları/çiftlik altyapısına uygulandığında, tarımda enerji verimliliği sağlamak açısından önemlidir. Bitkisel üretimde enerji tasarrufu başlıca aşağıdaki etmenlere bağlıdır:

- Saha uygulamalarında traktör ve makine kullanımı ile ilgili değişkenleri optimize etmek
- Kurutma ve ürün depolamada enerji kullanımını azaltmak
- Dizel yakıt kullanımını azaltmak

Diğer taraftan, bitkisel üretimde dolaylı enerji tüketimleri aşağıdaki önlemler ile azaltılabilir:

- Gelişmiş yüksek verimli ve hastalığa dirençli çeşitlerle ilgili enerji tasarrufu önlemlerini uygulamak
- Organik ve yeşil gübreler ve biyoaktif mikroorganizmalar gibi alternatif besin kaynakları ve bitki koruma yöntemlerinden yararlanmak
- Üretim süreçlerini gelişmiş teknolojik uygulamalar ile izlemek
- Değişken oranlı hassas tarım uygulamaları gibi, üretimde kullanılan girdileri toprak verimliliği ve bitki besin alımına göre kullanmak

Enerji tasarrufu önlemlerinin önemi ülkelere özgü olabilir. Örneğin, güney AB ülkelerinde, tarımsal ürünlerin sulanması ile ilgili enerji tasarrufu önlemlerine, orta ve kuzeydoğu ülkelerinde ise, hasat edilen ürün için enerji verimli kurutma teknikleriyle ilişkili enerji tasarrufu önlemlerine daha fazla önem verilmektedir. Çok yıllık bitkisel üretimde enerji tasarrufu önlemlerinin çoğu; gübreleme, bitki koruma ve tarla uygulamaları ile bağlantılıdır.

Kaynakça

- agrEE (2012a). State of the art on energy efficiency in agriculture. Country data on energy consumption in different agroproduction sectors in the European countries.
- agrEE (2012b). Agriculture and energy efficiency. Energy saving measures in agriculture-overview on the basis of national reports. Agreement Number 289139.
- Baran, M, Karaağaç, H, Mart, D, Bolat, A, Eren, Ö. (2019). Nohut Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliği ve Sera Gazı (GHG) Emisyonunun Belirlenmesi (Adana ili örneği). Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , (16), 41-50 . DOI: 10.31590/ejosat.523080
- Baran, M, Karaağaç, H, Bolat, A, Çil, A, Çil, A. (2019). Yerkıstığı Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi (Adana ili örneği) . Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , (15) , 103-111 . DOI: 10.31590/ejosat.501576.
- Baran, M, Gökdoğan, O. (2020). Determination of Energy Balance in Pumpkin Seed (Cucurbita pepo L.) Production. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , (19), 43-47 . DOI: 10.31590/ejosat.715740
- Yıldızhan, H . (2019). Portakal Üretim Sürecinin Termodinamik Değerlendirilmesi; Yeni Bir Yaklaşım . Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , (15) , 96-102 . DOI: 10.31590/ejosat.521449
- Pelletier, N, Audsley, E, Brodt, S, Garnett, T, Henriksson, P, Kendall, A, Kramer, K, Murphy, D, Nemecek, T, Troell, M, (2011). Energy intensity of agriculture and food systems. Annual Review of Environment and Resources 36, 233-246.
- Woods, J, Williams, A, Hughes, JK, Black, M, Murphy, R. (2010). Energy and the food system. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 365 (1554), 2991-3006.