



**TOKAT YÖRESİNDE İKİNCİ ÜRÜN SİLAJLIK
MISIR TARIMINDA TOPRAK İŞLEME
SİSTEMLERİNİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN
ENERJİ KULLANIM ETKİNLİĞİ YÖNÜNDEN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

MERVE YILDIZ ŞEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ

Temmuz - 2019

Her hakkı saklıdır.

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOKAT YÖRESİNDE İKİNCİ ÜRÜN SİLAJLIK MISIR TARIMINDA TOPRAK
İŞLEME SİSTEMLERİNİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN ENERJİ KULLANIM
ETKİNLİĞİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

MERVE YILDIZ ŞEN

TOKAT
Temmuz - 2019

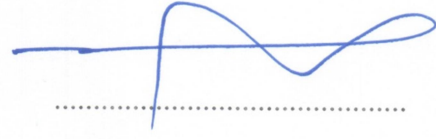
Her hakkı saklıdır.

Merve YILDIZ ŞEN tarafından hazırlanan “**Tokat Yöresinde İkinci Ürün Silajlık Mısır Tarımında Toprak İşleme Sistemlerinin Uygulanabilirliğinin Enerji Kullanım Etkinliği Yönünden Değerlendirilmesi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 23 TEMMUZ 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

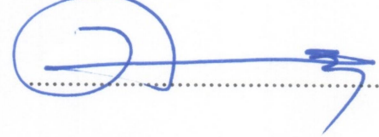
Jüri Üyeleri

İmza

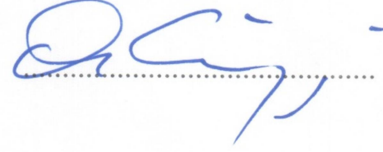
Danışman
Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye
Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Üye
Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi



ONAY

Prof. Dr. Çetin ÇEKİCİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

MERVE YILDIZ ŞEN

23 Temmuz 2019

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOKAT YÖRESİNDE İKİNCİ ÜRÜN SİLAJLIK MISIR TARIMINDA TOPRAK İŞLEME SİSTEMLERİNİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN ENERJİ KULLANIM ETKİNLİĞİ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

MERVE YILDIZ ŞEN

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ENGİN ÖZGÖZ)

Sürdürülebilirliğin sağlanması için toprak işleme sistemlerinin toprak özellikleri, bitkisel özellikler ve ekonomiklik açısından karşılaştırılmasının yanında enerji kullanım etkinliği açısından da karşılaştırılması önemlidir. Bu çalışmanın amacı, Tokat yöresinde ikinci ürün silajlık mısır tarımında toprak işleme sistemlerinin uygulanabilirliğini enerji kullanım etkinliği yönünden karşılaştırmak ve en uygun toprak işleme yöntemini belirlemektir. Bu amaçla çalışmada; üç farklı mısır çeşidinde (Girona, Borja ve Mataro) beş farklı toprak işleme sistemi uygulanmıştır. Toprak işleme sistemleri; (Y1) Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık, (Y2) Kulaklı pulluk + Toprak frezesi, (Y3) Toprak frezesi, (Y4) Çizel + diskli tırmık ve (Y5) Doğrudan ekimdir. Enerji kullanım etkinliğini belirlemek için her bir çeşit ve toprak işleme sisteminde; enerji oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği, net enerji verimi ve enerji karlılığı parametreleri belirlenmiştir. Her üç çeşit için en yüksek enerji oranı değeri Y3 sisteminde elde edilmiştir. Özgül enerjinin; çeşitler arasında Girona çeşidinde ve toprak işleme sistemleri arasında ise Y3 sisteminde en yüksek olduğu belirlenmiştir. Enerji verimliliği, Mataro çeşidinde en düşük değeri (1.41 kg/MJ) almış ve toprak işleme sistemleri ise $Y3 > Y1 > Y2 = Y4 > Y5$ şeklinde sıralanmışlardır. Enerji karlılığı, Mataro çeşidinde en düşük değeri (5.47) almış ve toprak işleme sistemleri ise $Y3 > Y4 > Y2 > Y1 > Y5$ şeklinde sıralanmışlardır. Ortalama net enerji değerlerinin en yüksek olduğu Girona çeşidinde (207 403.14 MJ/ha) Y3 yönteminde (254 561.31 MJ/ha) en yüksek net enerji değeri elde edilirken Y5 yönteminde (175 309.00 MJ/ha) en düşük değer elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; enerji etkinliği bakımından yöre için en uygun olan çeşidin en yüksek silaj verimiyle Girona olduğu, toprak işleme yönteminin ise sadece toprak frezesinin kullanıldığı toprak işleme yönteminin (Y3) olduğu belirlenmiştir.

2019, 58 SAYFA

ANAHTAR KELİMELELER: İkinci ürün silajlık mısır, toprak işleme sistemleri, enerji bilançosu, enerji girdi-çıkıtlı analizi

ABSTRACT

MASTER THESIS

EVALUATION OF TILLAGE SYSTEMS FOR ENERGY EFFICIENCY IN SILAGE CORN GROWN AS SECOND CROP IN TOKAT PROVINCE

MERVE YILDIZ ŞEN

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. ENGİN ÖZGÖZ)

For sustainability, it is important to compare soil tillage systems in terms of soil properties, plant characteristics and economics as well as energy use efficiency. The aim of this study was to compare the applicability of soil tillage systems in second crop silage corn cultivation in Tokat province in terms of energy use efficiency and to determine the most suitable soil tillage method. In this study, three different maize varieties (Girona, Borja and Mataro) and five different tillage systems ((Y1) Irrigation + mouldboard plough + disc harrow, (Y2) Mouldboard plough + rotovator, (Y3) Rotovator, (Y4) Chisel + disc harrow and (Y5) Direct sowing) were applied. Energy ratio, specific energy, energy productivity, net energy yield and energy profitability parameters were calculated to determine the energy use efficiency for each variety and soil tillage system. The highest energy ratio value was obtained in Y3 system for all three varieties. The highest specific energy value was obtained in cv. Girona and Y3 system. The energy efficiency was lowest in cv. Mataro (1.41 kg/MJ) and the tillage systems were ranked as Y3>Y1>Y2=Y4>Y5. Energy profitability was lowest (5.47) in cv. Mataro and soil tillage systems were listed as Y3>Y4>Y2>Y1>Y5. The average net energy value was highest in cv. Girona (207 403.14 MJ/ha). The highest net energy value was obtained with Y3 method (254 561.31 MJ/ha), while the lowest value was obtained with Y5 method (175 309.00 MJ/ha) for cv. Girona. The results showed that the most suitable variety for the region in terms of energy efficiency was cv. Girona with the highest silage yield. In addition, it was found that the most suitable tillage method for the region in terms of energy use efficiency was Y3 which uses only rotovator.

2019, 58 PAGES

KEYWORDS: Second crop silage corn, soil tillage systems, energy balance, energy input-output analysis

ÖNSÖZ

Bitkisel üretimde yoğun olarak geleneksel toprak işleme kullanılmaktadır. Geleneksel toprak işleme uygulamaları yoğun tarla trafiği nedeniyle toprak sıkışmasına, fazladan enerji tüketimine, toprak strüktürünün bozulmasına ve erozyona neden olmaktadır. Sürdürülebilir tarımsal üretim için toprak ve su kaynaklarını koruyan toprak işleme sistemleri uygulanmalıdır. Bu amaçla, ülkemizde ve dünyada birçok çalışma yapılmaktadır. Tarımsal üretimin yapıldığı yörenin iklim ve toprak şartlarını da dikkate alarak bitkinin isteklerine uygun tohum yatağının hazırlanması önemlidir. Uygun toprak işleme sisteminin belirlenmesi için toprak işleme sistemleri toprak özelliklerine etkileri, bitkisel özelliklere etkileri, ekonomiklikleri ve enerji kullanım etkinliği yönünden karşılaştırılmaktadır. Bu çalışmada, Tokat yöresi çiftçisinin ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde uygulaması gereken toprak işleme sistemini ve erkenci çeşit veya çeşitlerin belirlemesi amacıyla yürütülen TÜBİTAK TOVAG 107 O 124 nolu kapsamında elde edilen veriler kullanılmıştır. Tez çalışması ile TÜBİTAK TOVAG 107 O 124 nolu projede toprak özellikleri ve bitkisel özellikler ile ekonomik açıdan karşılaştırılan toprak işleme sistemleri ve ikinci ürün silajlık mısır çeşitleri enerji kullanım etkinliği açısından da değerlendirilmiştir. Bu sayede, Tokat yöresinde ikinci ürün silajlık mısır tarımında toprak işleme sistemlerinin uygulanabilirliğinin tüm yönleriyle karşılaştırması yapılmış olmaktadır.

Lisansüstü eğitimim ve tezin hazırlanmasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ'e ve verilerinden faydalanmış olduğum TOVAG 107 O 124 nolu projeden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

MERVE YILDIZ ŞEN

23 Temmuz 2019

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1. Deneme alanı	14
3.1.2. Denemelerde kullanılan tohum çeşitleri ve genel özellikleri	15
3.1.3. Denemelerde kullanılan traktör ve tarım alet ve makineleri	16
3.1.4. Enerji eşdeğerleri.....	16
3.2. Metot	16
3.2.1. Deneme planı ve vejetasyon süresince yapılan işlemler	16
3.2.2. İkinci ürün silajlık mısır üretiminde enerji girdilerinin belirlenmesi.....	18
3.2.3. Enerji etkinliğinin belirlenmesi	25
3.2.4. Verilerin değerlendirilmesi.....	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	27
4.1. Doğrudan Enerji Girdileri	27
4.1.1. Yakıt enerjisi	27
4.1.2. Yağ enerjisi.....	29
4.1.3. İnsan işgücü enerjisi	29
4.2. Dolaylı enerji girdileri	30
4.2.1. Traktör ve tarım alet–makina imalat enerjisi.....	30
4.2.2. Kimyasal gübre enerjisi.....	31
4.2.3. Kimyasal ilaç enerjisi	32
4.2.4. Tohumluk enerjisi.....	32
4.2.5. Sulama suyu enerjisi.....	33
4.3. Toplam enerji girdisi	33
4.4. Enerji Çıktısı	38
4.5. Enerji Etkinliği.....	41

4.5.1. Enerji oranı	41
4.5.2. Özgül enerji	42
4.5.3. Enerji verimliliği	44
4.5.4. Enerji karlılığı.....	46
4.5.5. Net enerji	47
5. SONUÇ	50
6. KAYNAKLAR	52
7. ÖZGEÇMİŞ	58



ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1. Toprak işleme sistemi ve çeşitlere göre doğrudan ve dolaylı enerji girdileri.....	37
Şekil 4.2. Toprak işleme sistemi ve çeşitlere göre yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji girdileri	38
Şekil 4.3. Toprak işleme sistemi ve çeşitlere göre enerji çıktısı.....	40
Şekil 4.4. Çeşitlere göre enerji oranı değişimi.....	42
Şekil 4.5. Çeşitlere göre özgül enerji değişimi	44
Şekil 4.6. Çeşitlere göre enerji verimliliği değişimi	45
Şekil 4.7. Çeşitlere göre enerji karlılığı değişimi	47
Şekil 4.8. Çeşitlere göre net enerji değerlerindeki değişimi	48

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Denemelerin yürütüldüğü aylar için 2008, 2009 yılları ve uzun yıllar ortalama iklim verileri (1975-2008) (Anonim, 2008a, 2008b)*	15
Çizelge 3.2. Deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri*	15
Çizelge 3.3. Denemelerde kullanılan tohumlar ve genel özellikleri*	15
Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan traktör ve tarım alet ve makinalarının teknik özellikleri	16
Çizelge 3.5. İkinci ürün silajlık mısır üretimindeki girdilerin enerji eşdeğerleri ..	17
Çizelge 3.6. Vejetasyon süresi boyunca yapılan işlemler ve uygulama zamanları (2008)*	18
Çizelge 3.7. Vejetasyon süresi boyunca yapılan işlemler ve uygulama zamanları (2009)*	18
Çizelge 3.8. Toprak işleme sistemleri ve kullanılan tarım alet ve makinalarının ortalama yakıt tüketimleri (l/ha)*	20
Çizelge 3.9. Toprak işleme sistemlerinde kullanılan makinalara ait birim zaman tüketimleri (h/ha)*	21
Çizelge 3.10. Üretimde kullanılan gübre miktarları ve enerji eşdeğerleri	23
Çizelge 3.11. İkinci ürün silaj mısırın enerji eşdeğerleri (MJ/kg)	25
Çizelge 3.12. Enerji kullanım etkinliği parametreleri	26
Çizelge 4.1. Yakıt tüketimi eşdeğer enerji girdileri (MJ/ha)	28
Çizelge 4.2. Yağ tüketimi eşdeğer enerji girdileri (MJ/ha)	29
Çizelge 4.3. İnsan işgücü eşdeğer enerji girdileri (MJ/ha)	30
Çizelge 4.4. Traktör ve tarım alet-makinaları imalat enerji girdileri (MJ/ha)	31
Çizelge 4.5. Kimyasal ilaç eşdeğer enerji girdileri (MJ/ha)	32
Çizelge 4.6. Tohumluk eşdeğer enerji girdileri (MJ/ha)	33
Çizelge 4.7. İkinci ürün silajlık mısır üretiminde ortalama enerji girdileri (MJ/ha)	35
Çizelge 4.8. Enerji kullanımına göre toplam enerji girdileri (MJ/ha)	36

Çizelge 4.9. Enerji kaynaklarına göre toplam enerji girdileri (MJ/ha).....	37
Çizelge 4.10. İkinci ürün silaj mısır yeşil ot ve kuru madde verimi (kg/ha)*	39
Çizelge 4.11. İkinci ürün silajlık mısır üretiminde ortalama enerji çıktısı (MJ/ha).....	40
Çizelge 4.12. Ortalama enerji oranları.....	42
Çizelge 4.13. Ortalama özgül enerji değerleri (MJ/kg)	43
Çizelge 4.14. Ortalama enerji verimliliği değerleri (kg/MJ)	45
Çizelge 4.15. Ortalama enerji karlılığı değerleri	46
Çizelge 4.16. Ortalama net enerji değerleri (MJ/ha)	48



1. GİRİŞ

Ekolojik koşulların uygun olduğu bölgelerde yılda birden fazla ürün almak olarak tanımlanan ikinci ürün tarımında bitkisel üretimi en fazla etkileyen faktörler olarak sıcaklık ve ışıklanma süresi karşımıza çıkmaktadır. Buna bağlı olarak Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin sulanabilir tarım alanlarında kışlık buğday-arpa hasadından sonra, tane üretimi amacıyla soya, mısır, yer fıstığı, susam, çeltik, sorgum ve ayçiçeği tarımı yapılabiliyorken çalışmanın yapıldığı Tokat ili gibi geçit bölgelerinde ikinci ürün olarak ancak silajlık mısır üretimi yapılabilmektedir (İptaş ve ark., 1996).

Tokat ili sınırlarında kalan Kazova (225.000 da), Erbaa (65.000 da) ve Niksar (80.000 da) ovalarında kışlık buğday hasadını takiben çoğunlukla boş olarak bırakılan alanların ikinci ürün silajlık mısır üretimi ile değerlendirilmesi için gereken en iyi amenajman uygulamalarının belirlenmesi ve çiftçiye benimsetilmesi amacıyla TÜBİTAK destekli bir çalışma yürütülmüştür (Özgöz ve ark., 2010). Geçit iklim kuşağında yer alan araştırma alanı (Tokat) toprak ve su kaynakları bakımından ikinci ürün yetiştiriciliği için önemli bir tarımsal potansiyele sahiptir. Hayvancılığın önemli bir sektör olduğu yörede, hayvansal üretimin verim ve kalitesi yetersiz beslenmeden dolayı oldukça düşüktür (İptaş ve ark., 1996).

Tokat ilinde 2017 yılı verilerine göre birinci ve ikinci ürün olmak üzere toplam 49 330 da alanda silajlık mısır ekimi yapılmıştır. İkinci ürün silajlık mısır yetiştirilen alan ise 22 450 da'dır. İkinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinin yapıldığı Erbaa, Merkez, Niksar, Pazar, Turhal ve Zile ilçelerinde 1 003 865 da alanda buğday tarımı yapılmaktadır (Anonim, 2018). Bu alanın sadece %2.95'inde ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliği yapılmakta ve oldukça büyük bir alan boş bırakılmaktadır.

Burada hedef, bu potansiyeli doğru bir şekilde değerlendirmek olmalıdır. Çalışmanın yapıldığı Kazova'da buğday hasadı ve takiben ikinci ürün silajlık mısır ekimi Temmuz ayının ortalarında tamamlanmaktadır. İkinci ürün silajlık mısırın hasadı ise zorunlu olarak sonbaharın ilk donlarından önce (15-25 Ekim tarihleri arasında) yapılmaktadır. Vejetasyon süresinin kısa olması nedeniyle bölgede ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde zaman etkin bir şekilde kullanılmalıdır. Örneğin; çalışma alanında

buğday hasadından sonra ikinci ürün olarak silajlık mısır genellikle Temmuz'un 25'inde (yörede ikinci ürün silajlık mısırın ekildiği ortalama tarih) ekilmektedir. Ekim işlemi Temmuz'un 10-15'i tarihlerinde yapıldığında vejetasyon süresinin 15 gün uzatılması ile toplam sıcaklık (termal sıcaklık) değerinde yaklaşık 250°C'lik bir artış sağlanabilir (Özgöz ve ark., 2010).

Kasap ve Özgöz (2006) Tokat yöresinde üreticilerin yoğun bir şekilde toprak işlemede kulaklı pulluk kullanarak geleneksel toprak işleme yöntemini uyguladığını belirtmektedir. Geleneksel toprak işleme; kulaklı pulluk + kültüvatör + dişli tırmık ve diskli tırmık şeklinde yapılmaktadır. İkinci ürün tarımında ise buğday hasadından sonra öncelikle toprağın tava gelmesi için sulama yapılmakta ve daha sonra toprak işleme ve ekim gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle ekim işlemi yaklaşık 10-15 gün gecikmektedir. Sonuçta; bitkiler gelişimi için gerekli olan toplam sıcaklık ihtiyacını karşılayamadan hasat edilmektedir (Özgöz ve ark., 2010). Burada, buğday hasadından hemen sonra ikinci ürün silajlık mısır ekiminin yapılması gerekmektedir. Bu amaçla, TÜBİTAK TOVAG 107O124 nolu proje kapsamında ekolojik istekleri yönüyle bölgenin ikinci ürün koşullarına uygun olacağı düşünülen üç farklı olum süresine sahip "Girona (FAO 450), Borja (FAO 500) ve Mataro (FAO 550)" mısır çeşitleri kullanılarak farklı toprak işleme sistemleri toprak ve bitki özellikleri bakımından değerlendirilmiştir.

Artık tarımsal üretimde sürdürülebilirliği sağlamak için kaliteli, çevreye ve insan sağlığına duyarlı, yüksek getirili bir şekilde üretim yapmak amaçlanmaktadır. Son yıllarda sürdürülebilir tarım için bir tarımsal üretim projesi; ekonomi, enerji ve çevre üçlüsü birlikte incelenerek değerlendirilmektedir. Tarımsal üretimin enerji analizlerinin yapılması, tarımsal sistemlerin enerji tüketimi açısından tanımlanarak gruplandırılmasında önemli bir yaklaşımdır (Şehri, 2012). Toprak işlemenin ana konularından biri enerji kullanım etkinliğini göz önüne alarak en uygun toprak şartlarını oluşturmaktır. Bu sayede ekonomiklik ile fosil kaynakların ve çevrenin korunmasına katkıda bulunulur (Barut ve ark., 2011). Üretim sistemlerinde toprak işleme uygulamalarındaki farklılıklar, üretim sistemlerinin enerji girdisi ve verimliliği üzerinde oldukça önemli etkiye sahiptir. Tarımsal uygulamalardaki değişiklikler aynı zamanda üretim sistemlerinde enerji kullanımını artırır. Azaltılmış toprak işleme ve direk ekim gibi toprak işleme sistemleri enerji girdisini ve maliyetleri düşürmek için büyük bir

potansiyeye sahiptir (Hernanz ve ark., 1995; Sijtsma ve ark., 1998; Cavalaris ve ark., 2004; Abubakar ve Ahmad, 2010; Khaledian ve ark., 2010; Di Nasso ve ark., 2011). Toprak işleme gibi girdilerdeki enerji kullanımını azaltarak veya verimi artırarak enerji etkinliği iyileştirilebilir (Swanton ve ark., 1996). Tarımsal işlemler arasında güç gereksinimi en fazla ve maliyet yönünden en pahalı işlem toprak işlemedir. Dolayısıyla uygun toprak işleme sisteminin seçiminde bitkisel ve toprak özelliklerinin yanında sistemleri enerji etkinliği yönünden de karşılaştırmak gerekmektedir (Özgöz ve ark., 2017).

Toprak işleme sistemlerinin enerji kullanım etkinliği yönünden karşılaştırıldığı birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin; Öztürk ve ark. (2006) Çukurova yöresinde ikinci ürün mısır, Yalcin ve Çakır (2006) Batı Anadolu'da silajlık mısır, Rathke ve ark. (2007) Nebraska'da mısır-soya fasulyesi, Khaledian ve ark. (2010) Fransa'da silajlık mısır, Marakoğlu ve ark. (2010) nohut, Barut ve ark. (2011) Akdeniz kıyı bölgesinde silajlık mısır, Gözübüyük ve ark. (2012) Erzurum yöresinde buğday, Mohammadhossein ve ark. (2012) İran Fars yöresinde silajlık mısır, Bayhan (2016) Trakya bölgesinde ikinci ürün ayçiçeği, Baran ve Gökdoğan (2016), Kırklareli yöresinde ikinci ürün silajlık mısır üretiminde, Gathala ve ark. (2016) Güney Asya'da mısır üretiminde, Özgöz ve ark. (2017) Nevşehir yöresinde patates ve Güzel (2017) Sivas yöresinde aspir üretiminde toprak işleme sistemlerinin enerji kullanım etkinliğine etkisini karşılaştırmışlardır.

Üretim sistemlerindeki girdi miktarlarındaki değişimler ile iklim ve toprak şartlarına bağlı olarak verimde değişimler meydana geldiği için ürün ve bölgelere göre benzer çalışmaların yapılması üretim planlaması açısından gereklidir. Koruyucu toprak işleme, çeşitli yönetim sistemlerini kapsamaktadır. Tüm toprak tipleri ve iklimler için tek bir toprak işleme sistemi mevcut değildir. Bu nedenle, en iyi toprak işleme sisteminin seçimi, uygulama yerinin ekolojik ortamına uygun olmalıdır. Koruyucu toprak işleme sistemlerini uygulayan üretim sistemleri yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımını azaltmakta ve enerji verimliliğini arttırmaktadır (Khakbazan ve ark., 2009; Özgöz ve ark., 2017).

Bu çalışmada, Özgöz ve ark. (2010) tarafından Tokat yöresi çiftçisinin ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde uygulaması gereken toprak işleme sistemi ve erkenci çeşit

veya çeşitlerin belirlenmesi amacıyla ve Kazova'da çiftçi arazisinde yürütülen proje (TÜBİTAK TOVAG 107O124) kapsamında elde edilen veriler kullanılmıştır. TOVAG 107O124 nolu projede 3 farklı mısır çeşidinde beş farklı toprak işleme sisteminin bitkisel özellikler, toprak özellikleri, yabancı ot tür ve yoğunluğu, silaj kalitesi ve ekonomik açıdan karşılaştırılması yapılmıştır. Sürdürülebilirliğin sağlanması açısından gerekli amenajman uygulamalarının enerji kullanım etkinliği açısından da karşılaştırılması önemlidir. Bu çalışmada, ikinci ürün silajlık mısır üretimi için gerekli enerji girdi ve çıktı değerleri belirlenerek, üretimin enerji etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Enerji etkinliğinin belirlenmesinde ki temel amaç üretim sisteminde girdilerin etkin kullanılmasını sağlamaktır. Bu çalışma ile Tokat yöresinde ikinci ürün silajlık mısır üretimde girdilerin etkin kullanılmasını sağlayan toprak işleme sistemi belirlenmiştir. Ayrıca, enerji kullanım etkinliğini artırmak için girdilerin azaltılmasının yanında veriminde artırılması önemlidir. Çalışmada üç farklı mısır çeşidi kullanılarak yöre için uygun çeşidin belirlenmesine de katkı sağlanmış olacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Toros (1991), Çukurova’da buğdaydan sonra ikinci ürün soya üretimi yaptığı bir çalışmada enerji girdi miktarlarını belirlemiştir. Makina ve alet ile gübre enerji girdisinin buğday ve soyada sırasıyla %13-%62.5 ve %37-%29 değerine ulaştığını ifade etmiştir.

Zentner ve ark. (1998), üç farklı toprak tekstüründe nadas-buğday ve sürekli buğday rotasyonlarında geleneksel toprak işleme, azaltılmış toprak işleme ve direk ekim uygulamalarının enerji performansını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak; yarı kurak bölgede monokültür buğday rotasyonları için korumalı toprak işleme yönteminin uygulanması ile enerji tasarrufu sağlama potansiyelinin düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Konak ve ark. (2004), Konya koşullarında mısır üretiminde enerji bilançosunu belirlemiştir. En yüksek enerji, girdisinin gübre enerjisi (%48.27) olduğunu, tohumluk, alet-makine ve yakıt-yag enerji girdilerinin ise sırasıyla %18.18, %10.49 ve %7.45 olduğunu belirtmişlerdir.

Ekinci ve ark. (2005), elma üretimi için enerji kullanım etkinliğini belirlemek amacıyla Isparta ilinde yapmış oldukları çalışmalarında, toplam enerji girdisini 42 252.8 MJ/ha, toplam enerji çıktısını ise 69 073.2 MJ/ha olarak belirlemiştir. Çalışmalarında, toplam enerji girdisinin %16.45’inin yenilenebilir, %83.55’inin ise yenilenemeyen enerji kaynakları grubu içerisinde olduğunu belirtmişlerdir.

Hatırlı ve ark. (2006), benzer bir çalışmayı domates üretimi için Antayada gerçekleştirmişlerdir. Çalışma kapsamında kullanılan veriler yüz yüze anket çalışmalarıyla elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, toplam enerji girdisi içerisinde en yüksek paya %34.35 ile dizel yakıt, %27.59 ile gübre enerji girdisi, %16.01 ile elektrik enerjisi sahiptir. Enerji çıktı/girdi oranı, özgül enerji tüketimi ve enerji etkinliği değerleri ise sırasıyla 1.2, 12 380.3 MJ/ha ve 0.09 kg/MJ olarak belirlenmiştir. Ayrıca, enerji çıktı/girdi oranı değerleri küçük boyutlu işletmelerin büyük boyutlu işletmelere göre enerjiyi daha etkin kullandıkları belirlenmiştir.

Öztürk ve ark. (2006), Çukurova Bölgesinde ikinci ürün mısır üretiminde farklı toprak işleme sistemleri için enerji etkinlik analizleri yapmışlardır. Kullanılan toprak işleme uygulamalarını; anızlı ve anızsız minimum toprak işleme (sırasıyla MTS ve MT) ile yine anızlı ve anızsız geleneksel toprak işleme (sırasıyla CTS ve CT) yöntemleri olarak belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, CTS ile karşılaştırıldığında MT yönteminde toprak işleme işlemlerinde makine ve yakıt enerjisi girdisi %53.7 oranında daha azdır. Mısır üretiminde CTS uygulamasında toplam enerji girdisi 20 608 MJ/ha, MT uygulamasında ise 19 102 MJ/ha'dır. MTS, MT, CTS ve CT uygulamaları için enerji çıktı/girdi oranlarını sırasıyla 6.3, 7.6, 6.6 ve 7.0 olarak belirlemişlerdir.

Yalcin ve Cakir (2006), çalışmalarında Ödemiş bölgesindeki hafif topraklarda ikinci ürün silaj mısır üretiminde toprak işleme sistemlerinin (PLG, geleneksel toprak işleme; SUB I, subsoil ile bir geçiş; SUB II, subsoil ile iki geçiş; DIR, direk ekim) etkileri ve enerji etkinliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Diğer toprak işleme sistemlerine göre PLG sisteminde daha fazla enerjiye gereksinim varken, DIR sisteminin enerji gereksiniminin en az olduğunu belirtmişlerdir. DIR sisteminin 2002 ve 2003 yılları için toplam enerji gereksinimini sırasıyla 59.9 GJ/ha ve 59.5 GJ/ha ve PLG sisteminin toplam enerji gereksinimini ise 62.4 GJ/ha ve 62.3 GJ/ha olarak belirlemişlerdir.

Rathke ve ark. (2007), Doğu Nebraska'da mısır ve soya fasulyesinin enerji dengesi üzerine toprak işleme (çizel, tandem disk, kulaklı pulluk, sırt toprak işleme, no-till ve derin toprak işleme) ve rotasyonun (sürekli mısır, sürekli soya fasulyesi, mısır-soya fasulyesi rotasyonunda mısır ve soya fasulyesi-mısır rotasyonunda soya fasulyesi) etkisini belirlemişlerdir. Toprak işleme sistemleri enerji girdisi bakımından no-till (7.34 GJ/ha), tandem disk (7.65 GJ/ha), sırta ekim (7.69 GJ/ha), çizel (7.83 GJ/ha), derin toprak işleme (7.96 GJ/ha) ve kulaklı pulluk (8.72 GJ/ha) şeklinde sıralanmıştır. Enerji girdisinin, soya fasulyesi sistemlerinde mısıra göre daha düşük olduğu ve en düşük enerji girdisinin no-till (5.43 GJ/ha) ile soya fasulyesinde ve en yüksek enerji girdisinin ise kulaklı pulluk (10.6 GJ/ha) ile mısırdaki elde edildiği belirtilmiştir. Ayrıca, ürün rotasyonunun toprak işleme metoduna göre enerji etkinliğini daha güçlü bir şekilde etkilediğini ifade etmişlerdir. Azaltılmış toprak işleme (sırta ekim ve no-till) enerji yoğunluğunu minimize ve çıktı/girdi oranını ise maksimize ederken, kulaklı pullukla toprak işlemenin enerji kazancını maksimize ettiğini ve baklagiller ve azaltılmış toprak

işleme içeren ürün rotasyonlarının ürün üretim sistemlerinin enerji verimliliğini artırdığını belirtilmiştir.

Davoodi ve Housyar (2009), yaptıkları çalışmada; kanola ve ayçiçeği için enerji oranını, enerji üretkenliği ve özgül enerji değerini sırasıyla 2.90, 0.12 kg/MJ, 8.27 MJ/kg ve 2.17, 0.079 kg/MJ, 12.52 MJ/kg olarak belirlemişlerdir.

Kraatz ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada Wisconsin ve Almanya'da mısır üretmek için kullanılan toplam enerji girdisini ölçmeyi amaçlamışlardır. Wisconsin'deki mevcut tane mısır üretimi için hesaplanan enerji girdisi yaklaşık 1.5 MJ/kg ve Almanya'da ise her zaman yapılan yapay kurutmadan dolayı yaklaşık 2.6 MJ/kg'dır. Araştırmacılar en büyük girdinin sentetik azotlu gübre olduğunu, Wisconsin'deki mısır üretimi için enerji girdisinin yaklaşık %30'unu gübre enerjisinin oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Tabatabaefer ve ark. (2009), İran'ın Maragheh bölgesinde yürüttükleri çalışmalarında farklı toprak işleme sistemlerinin enerji girdilerinin miktarını belirlemişlerdir. En düşük enerji verimliği kulaklı pulluk + merdane + ekim makinası uygulamasında, en yüksek enerji oranı ise freze + merdane + ekim makinası uygulamasında elde etmişlerdir. Buğday üretiminde en düşük enerji tüketiminin no-till uygulamasında (8.8 MJ/kg) ve en yüksek enerji tüketiminin ise kulaklı pulluk + merdane + ekim makinası uygulamasında (11.8 MJ/kg) meydana geldiğini belirtmişlerdir. Kulaklı pulluk + merdane + ekim makinası uygulamasında toprak işlemede kullanılan enerji, toplam enerjinin %32.5'i, no-till uygulamasında ise %19'udur. Sonuçların bölgede buğday tarımı için en uygun yöntemin freze + merdane + ekim makinası olduğunu gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Marakoğlu ve ark. (2010), Konuklar tarım işletmesinde yürüttükleri çalışmalarında, nohut üretiminde 4 farklı toprak işleme yöntemini (geleneksel, azaltılmış, ekim öncesi yabancı ot kontrollü ve kontrolsüz doğrudan ekim uygulaması) karşılaştırmışlardır. Nohut üretiminde en yüksek enerji girdisinin gübre enerjisi olduğunu, en büyük ve en küçük enerji girdi/çıktı oranının sırasıyla geleneksel uygulama (2.00) ve doğrudan ekim uygulamasında (0.21) elde edildiğini belirtmişlerdir.

Alluvione ve ark. (2011), buğday-mısır-soya-mısır rotasyonunda; düşük girdili entegre tarım (LI), Avrupa mevzuatına göre entegre tarım (IFS) ve geleneksel tarımı (CONV)

kapsayan farklı üretim sistemlerinin enerji kullanım etkinliğini değerlendirmişlerdir. Entegre tarım tekniklerinin, enerji çıktısını etkilemeden enerji girdisini azaltarak enerji verimliliğini artırdığı, CONV ile kıyaslandığında, enerji kullanım verimliliği IFS ve LI'da sırasıyla %31.4 ve %32.7 artarken, net enerji değerlerinin benzer olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, araştırmacılar tarım kaynaklı sera gazı emisyonlarını azaltmak için enerji verimliliğini iyileştiren alternatif tarım sistemlerinin adapte edilmesini önermişlerdir.

Arıkan (2011), Adana ilinde kışlık kolza üretimi için yaptığı bir çalışmada toplam gereken enerji girdi miktarını 7 662.4 MJ/ha, sadece tohum verimini dikkate aldığında toplam enerji çıktısını 68 332.1 MJ/ha olarak hesaplamıştır. Toplam enerji girdileri içinde en yüksek paya %38.2 ile gübre enerjisi hakim iken bunu %35.7 ile yakıt enerjisi takip etmiştir.

Barut ve ark. (2011), Çukurova'da silaj mısır (*Zea mays* L.) üretiminde enerji kullanımı, enerji çıktı/girdi oranları ve verimlilik üzerine farklı toprak işleme sistemlerinin etkilerini değerlendirmek için çalışma yapmışlardır. Uygulanan toprak işleme işleme sistemleri; anızsız geleneksel toprak işleme (CT), minimum toprak işleme (MT), bant toprak işleme (BT, sırt toprak işleme (RT) ve no-till (NT)'dir. İncelenen toprak işleme sistemlerinde en fazla gübre enerjisinin tüketildiği ve bunu, tohum ve mazot ve yağ enerjisinin takip ettiği ifade edilmiştir. Yoğun makine trafiğinden dolayı en yüksek enerji girdisi RT uygulamasında, en yüksek enerji kullanım etkinliği (8.78), enerji verimliliği (2.12 kg/MJ) ve enerji karlılığı (7.78) MT uygulamasında elde edilirken en düşük değerler NT uygulamasında elde edilmiştir. Ayrıca, diğer uygulamalara göre NT'de daha fazla yenilenebilir enerji kullanıldığı, en yüksek kar/maliyet oranı ve verimliliğin MT (2.13) ve NT (2.07) uygulamasında olduğu belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre; silaj mısır üretiminin enerji ve verimliliğinin sürdürülebilir olması için koruyucu toprak işleme uygulamalarının (örneğin; MT ve NT) desteklenmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Di Nasso ve ark. (2011), farklı üretim sistemlerinin amenajmanı üzerinde çalışma yapmanın; girdi gereksinimlerini, verimi ve net enerji desteğini optimize etmek için iyi bir yöntem olduğunu belirterek, Toskana, İtalya'da geleneksel sistem ve düşük girdili sistemin 6 yıllık ürün rotasyonunda enerji verimliliğini karşılaştırmışlardır. Sonuçların

ürün ve enerji veriminin amenajman yoğunluğundan önemli ölçüde etkilenmediğini, buna karşın düşük girdi sisteminin enerji verimliliğini önemli bir şekilde (yaklaşık %30) arttığını gösterdiğini belirtmişlerdir.

Pishghar-Komleh ve ark. (2011a ve b) çalışmalarında İran'ın Karaj şehrinde farklı büyüklükte işletmelerde yapılan silaj mısır üretiminin enerji tüketimini 40 üretici ile yüz yüze görüşme yoluyla elde etikleri veriyi kullanarak incelemişlerdir. En önemli enerji girdilerinin, toplam enerji girdisinin %42'sini oluşturan makina ve %28'ini oluşturan kimyasal gübre enerjileri olduğunu, toplam enerji tüketiminin 68 928 MJ/ha ve enerji çıktısının ise 148 380 MJ/ha olduğunu belirlemişlerdir. Sonuçların, 10 hektardan daha büyük çiftliklerin hektar başına kullandıkları toplam enerji miktarının daha düşük olduğunu gösterdiğini ifade etmişlerdir. Enerji oranı, enerji verimliliği, özgül enerji ve net enerji değerlerini sırasıyla 2.27, 0.28 kg/MJ, 3.76 MJ/kg ve 79 452 MJ/ha olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar; silaj mısır üretiminin enerji oranını iyileştirmek için küçük çiftliklerin daha büyük hale gelmesi, makine enerji tüketiminin azaltılması ve çiftliklerin büyüklüğünün makine boyutu ve traktör gücü ile eşleştirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, kimyasal gübre tasarrufunun yüksek katkısı nedeniyle hassas tarım yönetimi uygulamalarının uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Safa ve ark. (2011), Yeni Zelanda'nın Canterbury bölgesinde, yürüttükleri bir araştırmada, buğday üretimi için gereken enerji tüketimini incelemişlerdir. Buğday üretiminde toplam enerji gereksinimini 25 600 MJ/ha olarak hesaplamışlardır. Enerji kaynakları içerisinde, gübre ve elektrik enerjisinin sırasıyla 10 654 MJ/ha (%47) ve 4 870 MJ/ha (%22) değerleriyle en çok kullanılan enerji girdileri oldukları belirtilmiştir.

Abdi ve ark. (2012), İran'ın Kermanshah bölgesindeki mısır üretim sistemlerinin enerji kullanım etkinliğini belirlemişlerdir. Bu çalışma için 72 üretici ile anketler ve yüz yüze görüşme yöntemi kullanılarak veri toplanmıştır. Bölgede mısır üretimindeki toplam enerji girdilerini 26 917.47 MJ/ha, enerji etkinliği (çıktı- girdi oranı), enerji verimliliği, net enerji, su verimliliği ve su-enerji verimliliğini ise sırasıyla 3.5, 0.2 kg/MJ, 67 582.53 MJ/ha, 1.2 kg/m³ ve 0.047 g/mMJ olarak belirlemişlerdir.

Houshyar ve ark. (2012), İran'ın Fars Bölgesindeki mısır üretiminin enerji tüketimi bakımından sürdürülebilirliği ve verimliliğini incelemişlerdir. Yüz yüze görüşme

yapılarak üreticilerin tohum, gübre ve kimyasal tüketimleri, toprak tipi, uygulanan tarımsal işlemlerin sayısı ve tarım makinaları ve ekipmanlarının tipini belirlemişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları değerlendirme sonucunda mevcut mısır üretim sisteminin sürdürülebilir olmadığını, üreticilerin daha sürdürülebilir üretime yaklaşmak için enerji kullanımındaki eğilimlerini değiştirmelerinin gerektiğini ifade etmişlerdir.

Sefeedpari ve ark. (2012), İran'da yaptıkları çalışmada silaj mısır tarımında enerji kullanımı ve enerji girdilerinin düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Toplam enerji girdisinin 36.5 GJ/ha olduğunu ve toplam enerji girdisine en yüksek katkıyı kimyasal gübreler (11.8 GJ/ha ile %32.3), dizel yakıt (%26.5) ve sulama suyunun (%24.9) yaptığını belirlemişlerdir. Enerji oranı, enerji verimliliği, özgül enerji ve net enerji değerlerini ise sırasıyla; 3.49, 1.45 kg/MJ, 0.69 MJ/kg ve 90 563.3 MJ/ha olarak elde etmişlerdir. Ayrıca, mısır silajı üretiminde yenilenemeyen enerji kullanımında önemli bir artış olduğunu da ifade etmişlerdir.

Kumar ve ark. (2013), farklı toprak işleme ve ekim sistemlerinin buğdayın verimliliği ve enerji kullanım etkinliğine etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın genel sonuçları; koruyucu tarım uygulamalarının çiftçiler için sadece enerji ve zaman verimliliği açısından değil, aynı zamanda daha yüksek verimlilik ve karlılık elde etmek için de uygun bir seçenek olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, Güney Asya'da sadece bitkisel üretkenlik ve kârlılık açısından değil, aynı zamanda enerji verimliliği, küresel ısınma potansiyeli ve toprak sağlığı açısından da koruyucu tarım uygulamalarının büyük bir potansiyelinin olduğunu vurgulamışlardır.

Rahman ve Rahman (2013), Bangladeş'te çevresel faktörler ve yetiştirme sezonunun seçimi için mısırın verimi ve enerji verimliliğini değerlendirilmiştir. Verim, özgül enerji, net enerji dengesi, enerji kullanım etkinliği ve teknik enerji verimliliği ile ilgili olarak kış ve yaz mısırları arasında önemli farklılıklar bulunduğunu, ancak her iki sistemin de oldukça sürdürülebilir ve verimli olduğunu belirtmişlerdir. Mekanik güç, tohum, kimyasal gübre ve organik gübre enerji girdileri kışlık mısırdaki enerji verimliliğini önemli ölçüde artırırken, yaz mısır verimliliğini ise sadece mekanik gücün etkilediğini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, sıcaklık değişimi ve yağışın yazlık mısırın enerji verimliliğini önemli bir şekilde azalttığı sonucuna varmışlardır.

Yadav ve ark. (2013), Hindistan'da çeltik ve mısır tarımının tarımsal mekanizasyon seviyesi ve enerji analizini yapmışlardır. Çeltik ve mısır tarımındaki geleneksel uygulamaların ortalama enerji girdilerini sırasıyla 3 338.984 MJ/ha ve 4 386.435 MJ/ha, çıktı/girdi oranlarını ise 7.66 ve 5.86 olarak belirlemiştir.

Çarman ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada günümüzde yaygın olarak kullanılmayan koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekim uygulamalarına örnek olabilecek 5 farklı alternatif toprak işleme sisteminin buğday üretimindeki; enerji bilançoları, toprak erozyonu ve CO₂ emisyonu üzerindeki etkilerini belirlemiştir. Uygulamaların buğday üretimine ait net enerji oranı değerlerinin 8.23 ila 11.74 arasında değiştiğini ve doğrudan ekim uygulamasında geleneksel uygulamaya göre ortalama %34.64 daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Houshyar ve ark. (2014), Güneybatı İran'da Fars Bölgesinde yaptıkları çalışmalarında silaj mısır üretiminin sürdürülebilirliğini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada iki farklı toprak işleme sistemi (geleneksel (T1) ve azaltılmış (T2)) ve çiftlik boyutları (A1≤6 ha ve A2>6 ha) dikkate alınmıştır. Daha az su, gübre ve kimyasal ilaçların kullanılmasının, özellikle tarımsal alanlardaki sürdürülebilirlik endekslerinde gözle görülür bir artışa yol açacağı ve üreticilerin 6 hektardan büyük alanlarda azaltılmış toprak işleme yöntemleri kullanmaları gerektiğini ifade etmişlerdir.

Patel ve ark. (2014), Hindistan'ın Puncmahal Bölgesinde tesadüfen seçilen 93 üreticiyle yaptıkları anket yoluyla mısır üretiminde toplam enerji girdisini analiz etmişlerdir. Bölgede mısır üretiminde 13 205.10 MJ/ha olan toplam enerji girdisinin içerisinde direk enerji girdisinin payının %45.44 ve dolaylı enerji girdisinin payının ise %54.56 olduğunu ve direk enerji kaynaklarından yakıt enerjisi ve dolaylı enerji kaynaklarından da gübre enerjisi girdisinin en yüksek olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek direk enerji tüketiminin tohum yatağı hazırlığında (2 887.78 MJ/ha), dolaylı enerji tüketiminin ise gübre uygulaması işleminde (3 702.59 MJ/ha) meydana geldiğini, toplam enerji çıktısının 52 873.29 MJ/ha, net enerjinin 39 668.19 MJ/ha ve enerji verimliliğinin ise 0.21 kg/MJ olduğunu ifade etmişlerdir.

Houshyar ve ark. (2015), Günaybatı İran'ın Fars Bölgesinde yaptıkları çalışmalarında 67-85 ton/ha silaj mısır üretmek için yaklaşık 45-68 GJ/ha enerjiye ihtiyaç duyulduğunu belirlemişlerdir.

Bayhan (2016), bezelye+buğday karışımının kullanıldığı üretimden sonra ikinci ürün ayçiçeği tarımında farklı toprak işleme (goble diskaro (DT), rototiller (ROT), goble diskaro+kombine tırmık (DT+K)) ile doğrudan ekim yöntemlerinin enerji kullanım etkinliğini belirlemiştir. Araştırma sonuçlarına göre; özgül enerji değerinin DIR, ROT, DT+K ve DT yöntemlerinde sırasıyla 2.23 MJ/kg, 2.51 MJ/kg, 2.64 MJ/kg ve 2.75 MJ/kg olduğunu ifade etmişlerdir. En düşük enerji çıktı/girdi oranını DT yönteminde 9.57, en yüksek enerji çıktı/girdi oranını ise DIR yönteminde 11.82 olarak bulmuşlardır.

Baran ve Gökdoğan (2016), çalışmalarında Trakya Bölgesinde 2011 ve 2013 üretim yıllarında ikinci ürün silaj mısır üretiminde farklı toprak işleme metotlarının enerji etkinliği analizlerini yapmayı amaçlamışlardır. Çalışmada uygulanan toprak işleme yöntemleri; (T1) : sap parçalayıcı + ağır tip yaylı kültivatör + pnömatik ekim makinası, (T2): sap parçalayıcı+rotatiller + pnömatik ekim makinası, (T3): sap parçalayıcı + çizel + ağır tip diskli tırmık + pnömatik ekim makinası ve (T4): pulluk + ağır tip diskli tırmık + pnömatik ekim makinasıdır. En yüksek mısır verimi (67 035 kg/ha), enerji kullanım etkinliği (5.52), enerji çıktısı (2 777 793.04 MJ/ha), enerji verimliliği (1.33 kg/MJ) ve net enerji (227 493.67 MJ/ha) T4 yönteminde, en düşük değerleri ise T1 yönteminde belirlemişlerdir. Silaj mısır üretiminde enerji sürdürülebilirliği için T4 yönteminin desteklenmesi ve tavsiye edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Baran ve ark. (2016), Çukurova Bölgesinde kışlık ara ürün (fiğ - buğday karışımı) sonrası yetiştirilen ikinci ürün silajlık mısır tarımında, farklı toprak işleme yöntemlerinin enerji etkinlik değerlerini belirlemiş, çalışma sonunda; özgül enerji değerini düze ekimde 0.44 MJ/kg, sırta ekimde 0.40 MJ/kg, doğrudan ekimde 0.46 MJ/kg olarak hesaplamışlardır. Enerji çıktı/girdi oranları karşılaştırıldığında bu oranı azaltılmış toprak işlemeli düze ekimde 9.34, sırta ekimde 10.36, doğrudan ekimde 9.06 olarak elde etmişlerdir. Tüm yöntemlerde toplam girdi enerjileri içerisinde en yüksek enerji girdisinin gübre enerjisi olduğunu belirlemişlerdir.

Jacobs ve ark. (2016), ürün rotasyonlarında ve sürekli kùltivasyondaki silaj mısır (SM), şeker pancarı (SB) ve kışlık buğdayın (WW) enerji girdi ve enerji performansını, Almanya'daki verimliliği yüksek alanlar üzerindeki 3 tarla denemesi ile değerlendirmişlerdir. Silaj mısır yetiştiriciliğinin bölgeler ve yıllar boyunca en büyük enerji girdisine ihtiyacının (19-22 GJ/ha a) olduğu, bunu enerji çıktıısının telafi ettiği ve silaj mısır yetiştiriciliğinde en büyük net enerji verimi (212–317 GJ/ha), enerji verimliliği (11.4–17.1 GJ/GJ) ve en küçük arazi talebinin (33–48 m²/GJ) olduğunu belirtmişlerdir. Şeker pancarı için enerji girdisi (15–19 GJ/ha) ve enerji performansının daha düşük (sırasıyla 119–266 GJ/ha, 9.1–14.7 GJ/GJ, 38–279 m²/GJ) olduğu, kışlık buğdayın ise 13–18 GJ/ha'lık bir enerji girdisi gerektiği ve en düşük enerji performansını buğdayın gösterdiğini (sırasıyla 103–119 GJ/ha, 6.6–8.6 GJ/GJ, 84–102 m²/GJ) ifade etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme alanı

Tarla denemeleri TÜBİTAK TOVAG 107O124 nolu proje kapsamında 2008 ve 2009 yıllarında ikinci ürün silajlık mısır vejetasyon dönemlerinde buğday hasadı sonrasında Tokat-Kazova'da çiftçi arazisinde (Çaylı Kasabası-Turhal) yapılmıştır.

Deneme alanı iklim özellikleri

Çalışma alanının yer aldığı Tokat (Kazova Bölgesi) İli Orta Karadeniz bölümünün iç kısımlarında yer almaktadır. Bu nedenle bir taraftan Karadeniz iklim özellikleri, diğer taraftan İç Anadolu'daki step (kara) iklimlerinin etkisi altında kalmaktadır. Bu özelliği ile Tokat iklimi; geçiş özelliği taşır. Yaz mevsimi sıcak ve kurak, kış mevsimi soğuk ve kar yağışlıdır (Günel ve ark., 2015).

Araştırmanın yürütüldüğü aylar ve aynı ayların uzun yıllar iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Tarla denemelerinin yürütüldüğü Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarının ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 20.30°C ve 20.88°C olduğu görülmektedir. Bu değerlerden deneme yılları ortalamalarının aynı zamanda uzun yıllar ortalama sıcaklık değerlerine (19.10°C) benzer olduğu anlaşılmaktadır. Toplam yağış miktarı ise 2008 yılında uzun yıllar ortalamasından yüksek, 2009 yılında ise düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1).

Deneme alanı toprak özellikleri

Deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.2'de verilmiştir. Tekstür analizi sonuçlarına göre deneme alanı toprakları killi tındır (Özgöz ve ark., 2010).

Çizelge 3.1. Denemelerin yürütüldüğü aylar için 2008, 2009 yılları ve uzun yıllar ortalama iklim verileri (1975-2008) (Anonim, 2008a, 2008b)*

		Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Ortalama
2008	En Yüksek Sıcaklık (°C)	42.00	38.10	34.10	27.20	35.40
	En Düşük Sıcaklık (°C)	11.10	13.60	8.00	4.90	9.40
	Toplam Yağış Miktarı (mm)	0.00	4.40	60.80	40.10	26.32
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	23.30	24.10	19.50	14.30	20.30
2009	En Yüksek Sıcaklık (°C)	28.83	25.87	22.47	19.83	24.25
	En Düşük Sıcaklık (°C)	19.13	17.83	12.33	12.27	15.39
	Toplam Yağış Miktarı (mm)	44.00	0.00	10.20	19.70	18.75
1975 - 2008	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	23.28	21.07	18.08	16.88	20.88
	Uzun Yıllar Ortalama Sıcaklık (°C)	22.20	22.10	18.70	13.40	19.10
	Uzun Yıllar Ortalama Yağış Miktarı (mm)	10.50	7.40	17.80	45.30	20.25

* Özgöz ve ark. (2010)

Çizelge 3.2. Deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri*

Yıl	Derinlik (cm)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	pH	Kireç (%)	P (ppm)	K (Meq/100g)	N (%)	OM (%)
2008	0-10	45.16	40.40	14.44	8.3	7.17	36.09	0.33	0.14	1.50
	10-20	44.08	41.39	14.54	8.3	7.19	34.22	0.31	0.14	1.38
	20-30	42.95	42.07	14.98	8.4	7.57	24.93	0.24	0.12	1.17
2009	0-10	45.16	40.40	14.44	8.4	6.70	39.12	0.26	0.09	1.64
	10-20	44.08	41.39	14.54	8.4	6.77	38.95	0.25	0.09	1.65
	20-30	42.95	42.07	14.98	8.5	6.79	43.07	0.33	0.09	1.56

* Özgöz ve ark. (2010)

3.1.2. Denemelerde kullanılan tohum çeşitleri ve genel özellikleri

Denemelerde 3 farklı mısır tohumu çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşitlerin genel özellikleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Denemelerde kullanılan tohumlar ve genel özellikleri*

Tohum Çeşidi	Genel Özellikler
Girona (FAO 450)	Tek melez ve ortalama olarak 100-105 günde tane hasat olgunluğuna gelen bir çeşittir (Anonim, 2006).
Borja (FAO 500)	Tek melez ve ortalama olarak 105-110 günde tane hasat olgunluğuna gelen ve silaj üretimi için tavsiye edilen bir çeşittir (Anonim, 2006).
Mataro (FAO 550)	Tek melez ve ortalama olarak 110-115 günde tane hasat olgunluğuna gelen bir çeşittir (Anonim, 2006).

* Özgöz ve ark. (2010)

3.1.3. Denemelerde kullanılan traktör ve tarım alet ve makineleri

Denemelerde kullanılan traktör ve tarım alet ve makinelerine ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan traktör ve tarım alet ve makinalarının teknik özellikleri

Makine	Ünite sayısı	İş genişliği (cm)	İş derinliği (cm)	Ağırlık (kg)	Ekonomik ömür* (h)
Traktör	-	-	-	2200	12000
Kulaklı Pulluk	4 gövdeli	110	25	505	2000
Çizel	7 ayaklı	80	30	421	2000
Rotovator	L tipi bıçaklı	240	15	1000	2000
Diskli tırmık	24 disk	240	10	492	2000
Lister	3 gövdeli	210	10	225	2500**
Frezele ara çapa makinası	4 Üniteli	280	10	480	2500
Pnömatik ekim makinası	4 sıralı	210	7	845	1500
Doğrudan ekim makinası	4 sıralı	210	7	1000	1500
Pülverizatör	-	600	-	320	1500
Santrifüj pompa	-	-	-	126 ^{&}	32000 ^{&}
Mısır silaj makinası	Tek sıralı	70	-	550	2000

* ASAE (2011), **(ANR, 2001), [&] (Tezer, 1978)

3.1.4. Enerji eşdeğerleri

Çalışmada uygulanan farklı toprak işleme sistemlerinin enerji etkinlik parametrelerini hesaplamada gerekli olan girdi ve çıktı enerji eş değerleri Çizelge 3.5’de verilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme planı ve vejetasyon süresince yapılan işlemler

Tarla denemeleri 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüş, 3 mısır çeşidi (Girona (FAO 450), Borja (FAO 500) ve Mataro (FAO 550)) ana parsellere ve 5 farklı toprak işleme yöntemi (Y1, Y2, Y3, Y4 ve Y5) ise alt parsellere yerleştirilmiştir. Uygulanan toprak işleme yöntemleri sırasıyla;

1. (Y1) Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi
2. (Y2) Kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi
3. (Y3) Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi
4. (Y4) Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi
5. (Y5) Doğrudan ekimdir.

Çizelge 3.5. İkinci ürün silajlık mısır üretimindeki girdilerin enerji eşdeğerleri

Girdi	Birim	Enerji eşdeğeri	
		(MJ/birim)	Kaynak
İnsan İşgücü	saat	2.3	Kizilaslan (2009)
Alet/Makina	-	121.3	Doering (1980)
Traktör	-	158.3	Doering (1980)
1) Azot (N)	kg	60.6	Bojaca ve Schrevens (2010)
2) Fosfor (P)	kg	11.1	Singh ve ark. (2008)
3) Potasyum (K)	kg	11.15	Shrestha (1998)
4) Sülfür (S)	kg	1.12	Mohammadi ve ark. (2008)
Kimyasallar			
1) herbisit	kg	238	Erdal ve ark. (2007)
2) insektisit	kg	184.2	Hetz (1992)
3) Fungusit	kg	216	Zanganeh ve ark. (2010)
Yakıt (dizel)	litre	47.8	Hetz (1998)
Yağ	litre	42.5	Cervinka (1980)
Sulama suyu	m ³	0.63	Yaldiz ve ark. (1993)
Tohumluk	kg	104	Knapp (1980)

Toplam 60 parselden oluşan denemede parsel büyüklüğü 6.5 m x 20 m (130 m²) olacak şekilde uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Her parselde sıra arası 70 cm, sıra üzeri 20 cm olacak şekilde ekim işlemi yapılmıştır. Hasatta parsellerin her iki yanlarındaki birer sıra ve parsel başlarından 2 metrelik kenar tesiri bırakılmıştır (Özgöz ve ark., 2010).

Toprak işleme, ekim, sulama, çapalama, gübreleme, boğaz doldurma ilaçlama ve hasat işlemlerinin uygulama zamanları 2008 ve 2009 yılları için sırasıyla Çizelge 3.6 ve Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.6. Vejetasyon süresi boyunca yapılan işlemler ve uygulama zamanları (2008)*

Toprak işleme uygulaması	Ekim	Sulama	Çapa, gübreleme, boğaz doldurma	İlaçlama	Hasat
Y1	Sulama Kulaklı pulluk (20 cm) Diskli tırmık (10 cm)	Yağmurlama	Frezele ara çapa makinası ile gübre ve boğaz doldurma		
Y2	Kulaklı pulluk (20 cm) Toprak frezesi (12 cm)	Pnömatik ekim makinası	Yağmurlama	Tarla pülverizatörü	Silaj hasat makinası
Y3	Toprak Frezesi (10 cm)	Salma	Frezele ara çapa makinası ile gübre		
Y4	Çizel (20 cm) Diskli Tırmık (10 cm)	Salma			
Y5	Anıza ekim	Anıza ekim makinası	Salma	Boğaz doldurma	

* Özgöz ve ark. (2010)

Çizelge 3.7. Vejetasyon süresi boyunca yapılan işlemler ve uygulama zamanları (2009)*

Toprak işleme uygulaması	Ekim	Sulama	Çapa, gübreleme, boğaz doldurma	İlaçlama	Hasat
Y1	Sulama Kulaklı pulluk (20 cm) Diskli tırmık (10 cm)	Yağmurlama	Frezele ara çapa makinası ile gübre ve boğaz doldurma		
Y2	Kulaklı pulluk (20 cm) Toprak frezesi (12 cm)	Pnömatik ekim makinası	Yağmurlama	Tarla pülverizatörü	Silaj hasat makinası
Y3	Toprak Frezesi (10 cm)	Salma	Frezele ara çapa makinası ve gübre		
Y4	Çizel (20 cm) Diskli Tırmık (10 cm)	Salma			
Y5	Anıza ekim	Anıza ekim makinası	Boğaz doldurma		

* Özgöz ve ark. (2010)

3.2.2. İkinci ürün silajlık mısır üretiminde enerji girdilerinin belirlenmesi

Mohammadi ve ark. (2008) elektrik, yakıt, yağ, su enerji girdileri doğrudan enerjiyi, tarım alet ve makinaları imalat enerjisi, kimyasal gübre, tarımsal savaş ilaçları ve tohumluk üretimi için tüketilen enerji miktarı ise dolaylı enerjiyi oluşturduğunu belirtmişlerdir (Barut ve ark., 2011). Buna göre; ikinci ürün silajlık mısır üretimindeki enerji girdileri de doğrudan ve dolaylı girdiler olmak üzere iki grupta belirlenmiştir. Toplam enerji girdisi (TEG) doğrudan ve dolaylı enerji girdileri toplanarak elde edilmiştir.

Cao ve ark. (2010) ve Zangeneh ve ark (2010) ise tarımsal üretimdeki enerji girdilerinin aynı zamanda yenilenebilir (çiftlik gübresi, su ve insan enerjisi) ve yenilenemeyen enerji (yakıt, yağ, kimyasal gübre, tarımsal savaş ilaçları ve tarım alet ve makinaları imalat enerjisi) olarak da ikiye ayrılabilceğini belirtmişlerdir (Barut ve ark., 2011).

İkinci ürün silaj mısır üretiminde kullanılan enerji girdileri yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji olarak da sınıflandırılmıştır.

Doğrudan enerji girdileri

Çalışmada ikinci ürün silajlık mısır üretiminde doğrudan enerji girdileri tarım alet ve makinaları tarafından tüketilen yakıt ve yağ enerjileri doğrudan enerji girdileri (Eşitlik 3.1.) olarak belirlenmiştir.

$$EG_{dl} = YKE + Y\check{G}E + \check{I}E \quad (3.1)$$

Burada;

EG_{dl} : Doğrudan enerji girdisi (MJ/ha),

YKE: Yakıt enerjisi (MJ/ha),

Y \check{G} E: Yağ enerjisi (MJ/ha) ve

\check{I} E: İnsan işgücü enerjisi girdisi (MJ/ha).

Yakıt enerjisi (YKE): İkinci ürün silajlık mısır üretiminde her bir toprak işleme sisteminde kullanılan tarım alet ve makinaların çalıştırılmasında traktörün yakıt tüketimi değerleri Özgöz ve ark. (2010) tarafından traktörün yakıt sistemine bağlanan yakıt tüketimi ölçme cihazı kullanılarak ölçülmüş ve ortalama değerler Çizelge 3.8'de verilmiştir.

Çalışmada her bir toprak işleme sisteminde ikinci ürün silajlık mısır üretimi için kullanılan her bir alet makine tarafından tüketilen yakıt miktarı (l/ha) ve tüketilen yakıtın (diesel) enerji eşdeğerine göre Eşitlik 3.2. kullanılarak hesaplanmıştır. Bir litre diesel yakıtın enerji eş değeri 47.8 MJ/l alınmıştır (Hetz, 1998).

$$YKE = YKT \times YED \quad (3.2)$$

Burada;

YKE: Yakıt enerjisi (MJ/ha),

YKT: Yakıt tüketimi (l/ha) ve

YED: Yakıtın enerji eşdeğeridir (MJ/l).

Çizelge 3.8. Toprak işleme sistemleri ve kullanılan tarım alet ve makinalarının ortalama yakıt tüketimleri (l/ha)*

Toprak İşleme sistemi	İşlem	Yıl	
		2008	2009
Y1	Kulaklı pulluk	21.3	20.2
	Diskli tırmık	10.4	6.1
	Ekim	5.1	3.5
	<i>Toplam</i>	<i>36.8</i>	<i>29.8</i>
Y2	Kulaklı pulluk	23.7	21.3
	Freze	10.8	9.8
	Ekim	5.7	4.3
	<i>Toplam</i>	<i>40.2</i>	<i>35.4</i>
Y3	Freze	10.4	9
	Ekim	4.9	3.6
	<i>Toplam</i>	<i>15.3</i>	<i>12.6</i>
Y4	Çizel	14.8	11.4
	Diskli tırmık	4.1	5.8
	Ekim	4.9	4.82
	<i>Toplam</i>	<i>23.8</i>	<i>22.02</i>
Y5	Anıza ekim	6.1	4.7

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

Sütünde aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde farklılık yoktur.

* Özgöz ve ark. (2010)

Yağ enerjisi (YĖE): Yağ tüketimi değerleri yakıt tüketiminin %4.5'i olacak şekilde hesap edilmiş (Eşitlik 3.3.) (Özcan, 1985; Alpkent, 1984) ve Eşitlik 3.4. kullanılarak yağ enerji girdisi elde edilmiştir. Yağın enerji eş değeri 42.5 MJ/l alınmıştır (Cervinka, 1980).

$$Y\check{G}T = YKT \times 0.045 \quad (3.3)$$

$$Y\check{G}E = Y\check{G}T \times Y\check{G}ED \quad (3.4)$$

Burada;

YĖT: Yağ tüketimi (l/ha),

YĖE: Yağ enerjisi girdisi (MJ/ha) ve

YĖED: Yağın enerji eşdeğeridir (MJ/l).

İnsan iş gücü enerjisi: Çalışmada; toprak işleme, ekim, çapalama ve boğaz doldurma, ilaçlama ve sulama işlemlerinde bir, sulama işleminde ise 2 işçi kullanılmıştır. Her toprak işleme sisteminde yapılan tüm işlemler için geçen süre kronometre ile ölçülerek

zaman tüketimi h/da olarak belirlenmiştir. Toprak işleme sistemlerinde kullanılan makinalara ait zaman tüketimleri (h/ha) Çizelge 3.9'da verilmiştir (Bayram, 2010). İkinci silajlık mısır üretimi sırasında yapılan işlemlerde kullanılan insan işgücüne ilişkin dolaylı enerji tüketimi Eşitlik 3.5. kullanılarak belirlenmiştir (Öztürk, 2010). İnsan iş gücü enerji eşdeğeri 2.3 MJ/h alınmıştır (Kızılaslan, 2009).

$$\dot{I}E = B\dot{C}S \times \dot{I}EE \quad (3.5)$$

Burada;

$\dot{I}E$ = İnsan işgücü enerjisi (MJ/ha),

B $\dot{C}S$ = Birim çalışma süresi (h/ha) ve

$\dot{I}EE$ = İşgücü enerji eşdeğeridir (MJ/h).

Çizelge 3.9. Toprak işleme sistemlerinde kullanılan makinalara ait birim zaman tüketimleri (h/ha)*

Makine	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Kulaklı Pulluk	1.80	2.13	-	-	-
Çizel	-	-	-	1.38	-
Rotovator	-	0.91	1.25	-	-
Diskli tırmık	0.80	-	-	0.60	-
Pnömatik ekim makinesi	0.69	0.67	0.70	0.60	-
Doğrudan ekim makinesi	-	-	-	-	0.72
Frezeli ara çapa makinesi	1.24	1.24	1.24	1.24	1.26
Lister	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Pülverizatör	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
Santrifüj pompa	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73
Mısır silaj makinesi	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

*: Bayram (2010)

Dolaylı enerji girdileri

İnsan iş gücü enerjisi, alet-makine ve traktör imalat enerjisi, kimyasal gübre enerjisi, kimyasal ilaç enerjisi, sulama suyu enerjisi ve tohum enerjisi ikinci ürün silajlık mısır üretiminde kullanılan dolaylı enerji girdileri (Eşitlik 3.6.) olarak belirlenmiştir.

$$EGdy = ME + GE + PE + TE + SE \quad (3.6)$$

Burada;

EG_{dy}: Dolaylı enerji girdisi (MJ/ha),

ME: Makine ve traktör imalat enerjisi girdisi (MJ/ha),

GE: Kimyasal gübre enerjisi girdisi (MJ/ha),

PE: Kimyasal ilaç enerjisi girdisi (MJ/ha),

TE: Tohumluk enerjisi girdisi (MJ/ha) ve

SE: Sulama suyu enerjisi girdisidir (MJ/ha).

Traktör ve tarım alet-makina imalat enerjisi: Çalışmada ikinci ürün mısır silaj üretiminde kullanılan traktör ve tarım alet-makine imalat enerjisinin belirlenmesinde Eşitlik 3.7. kullanılmıştır (Konak ve ark., 2004). Traktör ve alet-makine birim üretimi için gerekli enerji eşdeğeri (MJ/kg); traktör için 158.3 MJ/kg ve alet-makinalar için 121.3 MJ/kg olarak dikkate alınmıştır (Doering, 1980). Efektif iş başarısı değerleri ise Çizelge 9’da verilen birim zaman tüketimlerinden elde edilmiştir.

$$ME = \frac{G \times E}{T \times EIB} \quad (3.7)$$

Burada;

ME: traktör ve tarım alet-makine imalat enerjisi (MJ/ha),

G: Traktör veya alet-makine ağırlığı (kg) (Çizelge 4),

E: Traktör veya alet-makine birim üretimi için gerekli enerji eşdeğeri (MJ/kg)

T: Traktör veya alet-makinalarının kullanım ömrü (h) (Çizelge 4) ve

EİB: Efektif iş başarısıdır (ha/h).

Kimyasal gübre enerjisi: Çalışmada ikinci ürün silajlık mısır üretimde kimyasal gübre kullanımına ilişkin kimyasal gübre enerjisi girdisi; ekim öncesi yapılan toprak analizleri ve mısır bitkisinin besin elementi gereksinimi dikkate alınarak belirlenen üretim esnasında tüketilen gübre miktarı ve kullanılan gübrelerin enerji eş değeri dikkate alınarak Eşitlik 3.8.’e göre hesap edilmiştir. 2008 ve 2009 yılında ekimle birlikte 277 kg/ha MAP, 237.5 kg/ha KNO₃, 104 kg/ha (NH₄)₂SO₄ ve üst gübre olarak ise çapa ile birlikte 290 kg/ha NH₄NO₃ uygulanmıştır (Özgöz ve ark., 2010). Buna göre; gübreyi oluşturan maddeler üzerinden belirlenen üretimde kullanılan gübre miktarları ve enerji

eş değerleri Çizelge 3.10’da verilmiştir (Öztürk, 2010). Kullanılan gübre çeşidi ve miktarı toprak işleme sistemlerinin uygulandığı parsellere göre farklılık göstermemektedir.

$$GE = (GM_N \times GEE_N) + (GM_P \times GEE_P) + (GM_K \times GEE_K) + (GM_S \times GEE_S) \quad (3.8)$$

Burada;

GE: Kimyasal gübre enerjisi girdisi (MJ/ha),

GM_N: Kullanılan azot miktarı (kg/ha),

GM_P: Kullanılan fosfor miktarı (kg/ha),

GM_K: Kullanılan potasyom miktarı (kg/ha),

GM_S: Kullanılan sülfür miktarı (kg/ha),

GEE_N: Azotun enerji eşdeğeri (MJ/kg),

GEE_P: Fosforun enerji eşdeğeri (MJ/kg),

GEE_K: Potasyumun enerji eşdeğeri (MJ/kg) ve

GEE_S: Sülfürün enerji eşdeğeridir (MJ/kg).

Çizelge 3.10. Üretimde kullanılan gübre miktarları ve enerji eşdeğerleri

Gübre	2008* 2009*		Enerji Eşdeğeri (MJ/kg)	Kaynaklar
	kg/ha			
Azot (N)	215	215	60.6	Bojaca ve Schrevens (2010)
Fosfor (P)	169	169	11.1	Singh ve ark. (2008)
Potasyum (K)	109.1	109.1	11.15	Shrestha (1998)
Sülfür (S)	21.8	21.8	1.12	Mohammadi ve ark., (2008)

* Özgöz ve ark. (2010)

Kimyasal ilaç enerjisi: Çalışmada ikinci ürün silajlık mısır üretimde kimyasal ilaç (herbisit ve insektisit) kullanımına ilişkin kimyasal ilaç enerjisi girdisi üretim esnasına tüketilen ilaç miktarı ve kullanılan ilaçların enerji eş değeri dikkate alınarak Eşitlik 3.9.’a göre hesap edilmiştir. Üretimde her iki yılda da aynı olmak üzere Y1 parsellerine 0.15 kg ha⁻¹ ve diğer parsellere 0.45 kg/ha herbisit ve tüm parsellere 0.01 kg/ha insektisit uygulanmıştır. Hesaplamalarda herbisitinin enerji eş değeri 238 MJ/kg (Erdal ve ark., 2007) ve insektisitinin enerji eş değeri ise 184.2 MJ/kg (Hetz, 1992) alınmıştır.

$$PE = (PM_h \times PED_h) + (PM_i \times PED_i) \quad (3.9)$$

Burada;

- PE: Kimyasal ilaç enerjisi girdisi (MJ/ha),
- PM_h: Kullanılan herbisit miktarı (l/ha),
- PM_i: Kullanılan insektisit miktarı (l/ha),
- PED_h: Herbisitinin enerji eş değeri (MJ/l) ve
- PED_i: İnsektisitinin enerji eş değeridir (MJ/l).

Tohumluk enerjisi: Çalışmada ikinci ürün silajlık mısır üretiminde kullanılan tohum miktarı ve tohumluğun enerji eş değeri kullanılarak her bir çeşit için aşağıdaki gibi (Eşitlik 3.10.) hesaplanmıştır. Tohumluğun enerji eşdeğeri 104 MJ/kg alınmıştır (Knapp, 1980).

$$TE = TM \times TED \quad (3.10)$$

Burada;

- TE: Tohum enerjisi girdisi (MJ/ha),
- TM: Kullanılan tohum miktarı (kg/ha) ve
- TED: Tohumun enerji eş değeridir (MJ/kg).

Sulama suyu enerjisi: Çalışmada traktör kuyruk milinden hareket alan pompa kullanıldığı için sulama ile ilgili yakıt-yağ, imalat ve iş gücü enerjisi hesapları ilgili bölümlerde yapılmıştır. Sulama suyu enerjisi denemelerde ikinci ürün silajlık mısır tarımında kullanılan su miktarı ve sulama suyunun birim enerji eşdeğeri kullanılarak Eşitlik 3.11.'e göre belirlenmiştir. Sulama suyunun birim enerji eşdeğeri 0.63 MJ/m³ olarak alınmıştır (Yaldız ve ark., 1993).

$$SE = SM \times SED \quad (3.11)$$

Burada;

- TE: Sulama suyu enerjisi girdisi (MJ/ha),
- TM: Verilen su miktarı (m³/ha) ve
- TED: Sulama suyunun enerji eş değeridir (MJ/m³).

Enerji çıktı miktarının hesaplanması

Çalışmada elde edilen ürün/çıktı mısır silajıdır. Elde edilen ürünün; yeşil ot verimi, kuru madde verimi ve nötral deterjan fiber (NDF) değerleri TOVAG 107O124 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında belirlenmiştir. Silaj mısırın enerji eşdeğeri silaj mısırın % kuru madde verimi değerlerine bağlı kalarak Robinson (2003)'e göre belirlenmiştir (Çizelge 3.11). Her bir çeşit ve toprak işleme sisteminde elde edilen silaj mısır yeşil ot verimi ve enerji eş değeri dikkate alınarak enerji çıktısı (EÇ) (Eşitlik 3.12.) elde edilmiştir.

$$EÇ = ÜV \times ÜEE \quad (3.12)$$

Burada;

EÇ: Toplam enerji çıktısı (MJ/ha),

ÜV: Ürün verimi (kg/ha) ve

ÜEE: Ürün enerji eşdeğeridir (MJ/kg).

Çizelge 3.11. İkinci ürün silaj mısırın enerji eşdeğerleri (MJ/kg)

Toprak İşleme Sistemleri	Çeşit								
	Girona			Borja			Mataro		
	2008	2009	Ortalama	2008	2009	Ortalama	2008	2009	Ortalama
Y1	3.94	4.63	4.29	4.00	4.61	4.31	4.60	4.54	4.57
Y2	4.87	4.42	4.64	4.46	4.62	4.54	4.28	4.27	4.28
Y3	5.20	4.36	4.78	4.30	4.80	4.55	4.51	4.51	4.51
Y4	4.30	4.73	4.52	4.35	4.53	4.44	4.84	5.48	5.16
Y5	4.20	4.85	4.53	4.27	4.45	4.36	4.27	4.49	4.38

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

3.2.3. Enerji etkinliğinin belirlenmesi

Çalışmada ikinci ürün silajlık mısır tarımında kullanılan farklı toprak işleme sistemlerinin toplam girdi ve toplam çıktı enerjileri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerler Çizelge 3.12'de verilen enerji etkinlik parametrelerinde (Öztürk, 2010)

kullanılarak, toprak işleme sistemleri ve mısır çeşitlerinin enerji etkinlikleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.12. Enerji kullanım etkinliği parametreleri.

Gösterge	Tanım	Birim
Enerji oranı	Toplam enerji çıktısı / Toplam enerji girdisi	-
Özgül enerji	Toplam enerji girdisi / Hasat edilen toplam ürün	MJ/kg
Enerji üretkenliği	Hasat edilen toplam ürün / Toplam enerji girdisi	kg/MJ
Net enerji verimi	Toplam enerji çıktısı - Toplam enerji girdisi	MJ/ha
Enerji kârlılığı	Net enerji / Enerji girdisi	-

3.2.4. Verilerin değerlendirilmesi

Her bir uygulama için elde edilen veriler kullanılarak uygulamalar arasındaki farklılıkların önem dereceleri varyans analizi (ANOVA), ortalamalar arasındaki farklılıklar ise çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Geçit iklim kuşağında yer alan Kazova'da (Tokat) ikinci ürün silajlık mısır üretiminde kullanılan enerji girdi ve çıktı değerlerinin belirlenmesi, üretimin enerji etkinliğinin saptanmasının amaçlandığı bu çalışmada; enerji girdileri, enerji çıktısı ve enerji etkinlik göstergeleri belirlenmiştir. Bu amaçla; TÜBİTAK TOVAG 107O124 nolu proje kapsamında 2008 ve 2009 yıllarında elde edilen veriler kullanılmıştır. Üç farklı mısır çeşidi ve beş farklı toprak işleme yöntemi uygulanarak elde edilen veriler kullanılarak enerji kullanım etkinliği açısından yörede ikinci ürün silajlık mısır üretimi için sürdürülebilir toprak işleme sistemi belirlenmiştir. Öncelikle; toplam enerji girdisini oluşturan doğrudan ve dolaylı enerji girdileri ile enerji çıktısı hesap edilmiştir. Daha sonra, enerji etkinlik göstergeleri belirlenerek yıl, çeşit ve toprak işleme yöntemleri faktör olarak kullanılarak istatistiksel analizler yapılmıştır. Varyans analiz ve çoklu karşılaştırma testi yapılmadan önce tanımlayıcı istatistik yapılmış ve Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi uygulanarak veri setinin normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir.

4.1. Doğrudan Enerji Girdileri

4.1.1. Yakıt enerjisi

Toprak işleme sistemlerinde ekimden hasada kadar yapılan işlemlerde kullanılan tarım makinalarının yakıt tüketimleri ölçülerek her bir sistem için ortalama yakıt tüketimi değerleri belirlenmiştir. Toprak işleme sistemlerinin arasındaki farklılığın istatistiksel olarak $P < 0.01$ seviyesinde önemli olduğu ve Y1 ve Y2 yöntemlerinin istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Toprak işleme sistemleri ortalama yakıt tüketimi değerleri bakımından $Y2 (106.45 \text{ l/ha}) > Y1 (102 \text{ l/ha}) > Y4 (91.25 \text{ l/ha}) > Y3 (82.5 \text{ l/ha}) > Y5 (70.84 \text{ l/ha})$ olarak sıralanmıştır (Özgöz ve ark., 2010).

Üretimde kullanılan her bir tarım alet ve makinasının yakıt tüketimi ve yakıtın enerji eşdeğeri kullanılarak hesap edilen yakıt enerji girdisi değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Yakıt tüketimi bakımından aralarında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı geleneksel toprak işleme sistemlerinde (Y1 ve Y2) yakıt enerji

girdisi diğer toprak işleme sistemlerine göre daha yüksektir. En yüksek yakıt enerjisi girdisi Y2 yönteminde (5 087.65 MJ/ha) elde edilirken en düşük değer Y5 yönteminde (3 743.76 MJ/ha) elde edilmiştir. Y1, Y4, Y3 ve Y5 yöntemlerinde elde edilen yakıt enerji girdisi Y2 yönteminde elde edilene göre sırasıyla %4.21, %14.27, %22.56 ve %26.41 daha düşüktür. Baran ve Gökdoğan (2016) toprak işleme sistemleri arasındaki yakıt tüketimindeki farklılıkların önemli olduğunu ve en yüksek yakıt enerji girdisinin kulaklı pulluğun kullanıldığı yöntemde elde edildiğini belirtmişlerdir.

Uygulanan işlemler içerisinde en yüksek yakıt enerji girdisinin sulamada olduğu görülmektedir. Ancak, her üretim alanında sulama işlemi su pompası kullanılarak yapılmamakta ve bu durumda sulama için yakıt enerji girdisi olmamaktadır. Sulamanın dışında en yüksek yakıt tüketimi ve dolayısıyla yakıt enerji girdisi toprak işlemede meydana gelmektedir. Toprak işleminin azaltıldığı veya hiç toprak işleminin yapılmadığı uygulamaların avantajı açık bir şekilde görülmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Yakıt tüketimi eşdeğer enerji girdileri (MJ/ha)

Tarım Alet ve Makinaları	Toprak İşleme Sistemi									
	Y1		Y2		Y3		Y4		Y5	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Kulaklı pulluk	101.75	96.32	113.38	101.98	-	-	-	-	-	-
Toprak frezesi	-	-	51.85	46.90	49.54	42.82	-	-	-	-
Çizel	-	-	-	-	-	-	70.78	54.66	-	-
Diskli tırmık	49.83	29.21	-	-	-	-	19.81	27.68	-	-
Pnömatik ekim makinası	24.68	16.95	27.10	20.34	23.62	14.70	23.37	23.00	-	-
Anıza ekim makinası	-	-	-	-	-	-	-	-	28.99	22.66
Frezeli ara çapa	50.79	28.67	50.79	28.67	52.10	28.67	47.87	28.67	91.94	28.67
Boğaz doldurma	17.05	15.79	17.05	15.79	17.05	15.79	17.05	15.79	17.05	15.79
Pülverizatör	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26
Su pompası	186.95	186.95	186.95	186.95	186.95	186.95	186.95	186.95	186.95	186.95
Slaj hasat makinası	79.63	79.63	79.63	79.63	79.63	79.63	79.63	79.63	79.63	79.63
Toplam	5159.36	4587.74	5320.11	4855.19	4141.43	3738.11	4507.09	4216.18	4098.08	3389.44
	4873.55		5087.65		3939.77		4361.635		3743.76	

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

4.1.2. Yağ enerjisi

Yakıt tüketimi değerlerine bağlı olarak hesaplanan yağ tüketimi değerleri ve yağın enerji eşdeğeri kullanılarak belirlenen yağ tüketimi enerji girdisi değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yakıt tüketimine oranlanarak belirlendiği için yakıt enerji girdisine benzer şekilde toprak işleme yöntemleri yağ enerji girdisi bakımından $Y2 > Y1 > Y4 > Y3 > Y5$ şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Yağ tüketimi eşdeğer enerji girdileri (MJ/ha)

Tarım Alet ve Makinaları	Toprak İşleme Sistemi									
	Y1		Y2		Y3		Y4		Y5	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Kulaklı pulluk	4.07	3.85	4.54	4.08	-	-	-	-	-	-
Toprak frezesi	-	-	2.07	1.88	1.98	1.71	-	-	-	-
Çizel	-	-	-	-	-	-	2.83	2.19	-	-
Diskli tırmık	1.99	1.17	-	-	-	-	0.79	1.11	-	-
Pnömatik ekim makinası	0.99	0.68	1.08	0.81	0.94	0.59	0.93	0.92	-	-
Anıza ekim makinası	-	-	-	-	-	-	-	-	1.16	0.91
Frezeli ara çapa	2.03	1.15	2.03	1.15	2.08	1.15	1.92	1.15	3.68	1.15
Boğaz doldurma	0.68	0.63	0.68	0.63	0.68	0.63	0.68	0.63	0.68	0.63
Pülverizatör	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Su pompası	7.48	7.48	7.48	7.48	7.48	7.48	7.48	7.48	7.48	7.48
Slaj hasat makinası	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19
Toplam	206.43	183.36	212.86	194.26	165.70	149.56	180.33	168.69	163.97	135.61
	194.90		203.56		157.63		174.51		149.79	

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

4.1.3. İnsan işgücü enerjisi

Uygulanan her bir toprak işleme sisteminde uygulanan işlemlerde yer alan işçi sayısı ve zaman tüketimleri (ha/h) (Çizelge 4.3) ile insan iş gücü enerji eşdeğerine bağlı olarak insan işgücü enerji girdisi değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.3). Toprak işleme sistemleri insan işgücü enerji girdisi bakımından $Y2$ (43 MJ/ha) $>$ $Y1$ (42 MJ/ha) $>$ $Y4$ (40.40 MJ/ha) $>$ $Y3$ (38.95 MJ/ha) $>$ $Y5$ (36.17 MJ/ha) şeklinde sıralanmaktadır. Toprak işleme sistemlerinin insan işgücü enerji girdisindeki farklılık toprak işleme ve ekim işlemlerinde kullanılan makinaların sayısı ve özelliğinden kaynaklanmaktadır.

Benzer şekilde Barut ve ark. (2011), ikinci ürün mısır üretiminde en düşük insan iş gücü enerji girdisini direk ekim uygulamasında elde etmişlerdir.

Çizelge 4.3. İnsan işgücü eşdeğer enerji girdileri (MJ/ha)

Tarım Alet ve Makinaları	Toprak İşleme Sistemi				
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Kulaklı pulluk	4.14	4.90	-	-	-
Toprak frezesi	-	2.09	2.88	-	-
Çizel	-	-	-	3.17	-
Diskli tırmık	1.84	-	-	1.38	-
Pnömatik ekim makinası	1.59	1.54	1.61	1.38	-
Anıza ekim makinası	-	-	-	-	1.66
Frezele ara çapa	2.85	2.85	2.85	2.85	2.90
Boğaz doldurma	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Pülverizatör	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
Su pompası	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77
Silaj hasat makinası	12.79	12.79	12.79	12.79	12.79
Toplam	42.03	43.00	38.95	40.40	36.17

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

4.2. Dolaylı enerji girdileri

4.2.1. Traktör ve tarım alet–makina imalat enerjisi

Uygulanan beş farklı toprak işleme sisteminde toprak işlemeden hasada kadar kullanılan traktör ve toprak işleme alet ve makinalarına ait imalat enerji girdisi değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. En yüksek imalat enerji girdisi Y2 (537.61 MJ/ha) sisteminde en düşük imalat enerji girdisi ise Y5 (358.45 MJ/ha) sisteminde tüketilmiştir. Kulaklı pulluk ve frezenin kullanıldığı Y2 sistemine göre Y2, Y3, Y4 ve Y5 sistemlerinde tüketilen imalat enerji girdisi sırasıyla %9.72, % 17.42, % 19.51 ve %33.32 daha azdır. Genel olarak en yüksek imalat enerjisi değeri traktörde elde edilmiş ve bunu mısır silaj makinası, anıza ekim makinası ve toprak frezesi takip etmiştir. Sistemlerin imalat enerji girdisi değerlerinde traktör ve makinaların iş başarıları ve kullanılan makine sayısına göre meydana gelen değişimin özellikle traktör ve toprak işleme makinalarında önemli olduğu görülmektedir. Özellikle toprak işleminin olmadığı anıza ekim yöntemi imalat enerji girdisi tüketimi bakımından diğer yöntemlere göre daha avantajlıdır.

Çizelge 4.4. Traktör ve tarım alet-makinaları imalat enerjisi girdileri (MJ/ha)

Tarım alet-makinaları	Toprak işleme sistemleri				
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Traktör	225.50	237.69	186.61	204.89	151.49
Kulaklı pulluk	55.13	65.24	-	-	-
Toprak frezesi	-	55.19	75.81	-	-
Çizel	-	-	-	35.24	-
Diskli tırmık	23.87	-	-	17.90	-
Pnömatik ekim makinası	47.15	45.78	47.83	41.00	-
Anıza ekim makinası	-	-	-	-	72.78
Frezeleli ara çapa makinası	28.88	28.88	28.88	28.88	29.34
Boğaz doldurma makinası	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Pülverizatör	8.02	8.02	8.02	8.02	8.02
Su pompası	2.51	2.51	2.51	2.51	2.51
Silaj hasat makinası	92.66	92.66	92.66	92.66	92.66
Toplam	485.36	537.61	443.97	432.74	358.45

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

4.2.2. Kimyasal gübre enerjisi

Çalışmada ekim öncesi yapılan toprak analizleri ve mısır bitkisinin besin elementi gereksinimi dikkate alınarak belirlenen gübre miktarı yıl ve toprak işleme sistemine göre değişmemiştir. 2008 ve 2009 yıllarında ekimle birlikte 277 kg/ha MAP, 237.5 kg/ha KNO₃, 104 kg/ha (NH₄)₂SO₄ ve üst gübre olarak ise çapa ile birlikte 290 kg/ha NH₄NO₃ uygulanmış ve gübreyi oluşturan maddeler üzerinden belirlenen üretimde kullanılan gübre miktarları ile enerji eş değerlerine (Çizelge 3.10) göre kullanılan gübre miktarlarının enerji eş değerleri hesaplanmıştır. Her bir deneme yılı ve her bir toprak işleme sisteminde tüketilen gübre enerjisi eşdeğeri azot, fosfor, potasyum ve sülfür için sırasıyla; 13 029 MJ/ha, 1 875.9 MJ/ha, 1 216. 47 MJ/ha ve 24.42 MJ/ha'dır. Buna göre her bir deneme yılında her bir toprak işleme sisteminin uygulandığı parsellerde tüketilen toplam gübre enerjisi eşdeğeri 16 145.78 MJ/ha'dır.

4.2.3. Kimyasal ilaç enerjisi

Çalışmada her iki yılda da aynı olmak üzere Y1 parsellerine 0.15 kg/ha ve diğer parsellere 0.45 kg/ha herbisit ve tüm parsellere 0.01 kg/ha insektisit uygulanmıştır. Buna göre; üretimde tüketilen kimyasal ilaç eşdeğer enerji miktarları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çalışmada toplam kimyasal ilaç eşdeğer enerji girdisinin büyük kısmını herbisit eşdeğer enerjisi oluşturmaktadır. Y2, Y3, Y4 ve Y5 yöntemlerinin uygulandığı parsellerde tüketilen kimyasal ilaç eşdeğer enerji miktarı aynıdır ve Y1 parseline göre %65.54 daha fazladır.

Çizelge 4.5. Kimyasal ilaç eşdeğer enerji girdileri (MJ/ha)

Toprak İşleme Sistemleri	Insektisit enerji eşdeğeri (MJ/ha)	Herbisit enerji eşdeğeri (MJ/ha)	Kimyasal ilaç enerji eşdeğeri (MJ/ha)
Y1	1.84	35.7	37.54
Y2	1.84	107.1	108.94
Y3	1.84	107.1	108.94
Y4	1.84	107.1	108.94
Y5	1.84	107.1	108.94

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

4.2.4. Tohumluk enerjisi

Tüm parsellerde ekim işlemi sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 20 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Buna göre dekara 71430 adet tohum ekilmiştir. Çalışmada kullanılan tohumların bin dane ağırlıkları, kg/ha olarak ekim normları ve ekilen tohumun eşdeğer enerji tüketimi değerleri Çizelge 4.6’da verilmiştir. Ekimi gerçekleştirilen tohumlukların eşdeğer enerji miktarı mataro çeşidinde en yüksek, Borja çeşidinde ise en düşüktür. Çeşitler arasındaki farklılığı oran olarak değerlendirdiğimizde mataro çeşidinin tohumluk eşdeğer enerji girdisinin girona ve borja çeşitlerinden sırasıyla %9.58 ve %13.41 daha fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.6. Tohumluk eşdeğer enerji girdileri (MJ/ha)

	Tohumluk bin dane ağırlığı (g/1000 tane)	Ekim normu (kg/ha)	Tohum enerji eşdeğeri (MJ/ha)
Girona	329.9 ^{&}	23.6	2 454.4
Borja	315.9 ^{&}	22.6	2 350.4
Mataro	365 [#]	26.1	2 714.4

[&] Yürürdurmaz (2007), [#] Öner ve ark. (2012)

4.2.5. Sulama suyu enerjisi

Çalışmada traktör kuyruk milinden hareketli debisi 137 m³/h olan santrifüj pompa kullanılmıştır. Toplam sulama süresi 2008 yılında 23 h ve 2009 yılında 28 h olmuştur. Buna göre sulamada kullanılan toplam su miktarı tüm deneme alanı için 2008 ve 2009 yıllarında sırasıyla 5 251.67 m³/ha ve 6 393.33 m³/ha olarak belirlenmiştir. Sulama suyunun enerji eşdeğeri 0.63 MJ/m³ (Yaldiz ve ark.,1993) olduğuna göre kullanılan sulama suyu enerji eşdeğeri 2008 yılında 3 308.55 MJ/ha ve 2009 yılında 4 027.80 MJ/ha olmuştur.

4.3. Toplam enerji girdisi

Çalışmada ikinci ürün silajlık mısır üretiminde enerji girdileri doğrudan (yakıt, yağ ve insan işgücü) ve dolaylı enerji kaynakları (makine imalat, kimyasal gübre, kimyasal ilaç, tohum ve sulama suyu) olarak belirlenmiştir. Mısır çeşitleri için enerji girdi parametreleri ve toplam enerji girdisi değeri iki yılın ortalaması olarak Çizelge 4.7'de verilmiştir. Çizelge 4.7'de ayrıca, her bir enerji girdi parametresinin toplam enerji girdisi içerisindeki oranı da yer almaktadır. Üretim yılı, toprak işleme sistemi ve çeşidin toplam enerji girdisi üzerine etkisini görmek için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; üretimi yılının toplam enerji girdisi üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin bulunmadığı, toprak işleme yöntemi ve çeşidin ise P<0.01 seviyesinde önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak önemli olan toprak işleme sistemleri ve çeşitler arasındaki farklılığı görmek için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.7'de görülmektedir.

Her bir toprak işleme sisteminde en yüksek enerji girdisi mataro ve en düşük enerji girdisi ise girona çeşidinde elde edilmiştir. Girona, borja ve mataro çeşitlerinin ortalama enerji girdisinin sırasıyla; 27 432 MJ/ha, 27 328 MJ/ha ve 27692 MJ/ha olduğu ve her bir çeşidin istatistiksel olarak farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir. Toprak işleme yöntemleri için ortalama enerji girdisi değerleri incelendiğinde; en yüksek enerji girdisinin Y2 sisteminde (28 301 MJ/ha) elde edildiği ve bunu sırasıyla Y1 (27 953.71 MJ/ha), Y4 (27 438.46 MJ/ha), Y3 (27 009.49 MJ/ha ve Y5 (26 717.34 MJ/ha) sisteminin takip ettiği görülmüştür. Aynı zamanda, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre toprak işleme sistemlerinin her birinin istatistiksel olarak farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çalışmada; kimyasal gübre, tohum ve sulama suyu girdileri çeşit ve toprak işleme sistemine göre değişmemekte, yakıt, yağ, insan işgücü, makine imalat ve kimyasal ilaç girdileri ise toprak işleme sistemine göre değişmekte ve dolayısıyla toprak işleme sistemleri için enerji girdisindeki farklılığı da bu parametreler oluşturmaktadır. Direk ekimin yapıldığı Y5 sisteminde toprak işleme yapılmaması nedeniyle bu sistemde diğer toprak işleme sistemlerinden daha az makine kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak Y5 sisteminde yakıt, yağ, insan işgücü ve makine imalat enerji girdisi diğer sistemlere göre daha düşük olmaktadır. Yakıt, yağ, insan işgücü ve makine imalat enerji girdilerine göre toprak işleme sistemleri $Y5 < Y3 < Y4 < Y1 < Y2$ şeklinde sıralanmıştır ve bu sıralama toplam enerji girdisine benzerdir (Çizelge 4.7). Bu sonuç, tarımsal üretimde özellikle de yakıt tüketiminin en yüksek olduğu toprak işlemede kullanılan makine sayısının azaltılmanın veya toprak işleminin yapılmamasının enerji girdisini azaltmadaki önemini göstermektedir.

Enerji girdi parametreleri toplam enerji girdisi içerisindeki payı bakımından büyükten küçüğe doğru; kimyasal gübre enerjisi (%58.77), yakıt (%16.62), sulama suyu (%13.35), tohum (%9.12), makine imalat (%1.64), yağ (%0.64), kimyasal ilaç (%0.35) ve işgücü eşdeğer enerji girdisi (%0.15) şeklinde sıralanmaktadır (Çizelge 4.7).

Toplam enerji girdileri; enerji kullanımı (doğrudan ve dolaylı) ve enerji kaynakları (yenilenebilir ve yenilenemez) (Gözübüyük, 2016) açısından da gruplandırılarak Çizelge 4.8 ve 4.9 ile Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. İkinci ürün silajlık mısır üretiminde ortalama enerji girdileri (MJ/ha)

Enerji girdi parametreleri	Çeşit	Toplam Enerji Eşdeğeri (MJ/ha)										Çeşit Ortalaması [#]
		Y1		Y2		Y3		Y4		Y5		
		Enerji girdisi	Oran (%)	Enerji girdisi	Oran (%)	Enerji girdisi	Oran (%)	Enerji girdisi	Oran (%)	Enerji girdisi	Oran (%)	
Yakıt	Girona		18.17		18.73		15.20		16.56		14.60	
	Borja	5068.44	18.23	5291.21	18.80	4097.41	15.26	4536.14	16.63	3893.56	14.66	
	Mataro		18.00		18.56		15.05		16.41		14.46	
Yağ	Girona		0.70		0.72		0.58		0.64		0.56	
	Borja	194.89	0.70	203.56	0.72	157.63	0.59	174.51	0.64	149.79	0.56	
	Mataro		0.69		0.71		0.58		0.63		0.56	
İnsan işgücü	Girona		0.15		0.15		0.14		0.15		0.14	
	Borja	42.03	0.15	43	0.15	38.95	0.15	40.40	0.15	36.17	0.14	
	Mataro		0.15		0.15		0.14		0.15		0.13	
Makine imalat	Girona		1.74		1.90		1.65		1.58		1.34	
	Borja	485.36	1.75	537.61	1.91	443.97	1.65	432.74	1.59	358.45	1.35	
	Mataro		1.72		1.89		1.63		1.57		1.33	
Kimyasal Gübre	Girona		57.87		57.16		59.89		58.96		60.55	
	Borja	16145.78	58.08	16145.78	57.37	16145.78	60.13	16145.78	59.18	16145.78	60.79	
	Mataro		57.33		56.63		59.32		58.40		59.96	
Kimyasal ilaç	Girona		0.13		0.39		0.40		0.40		0.41	
	Borja	37.54	0.14	108.94	0.39	108.94	0.41	108.94	0.40	108.94	0.41	
	Mataro		0.13		0.38		0.40		0.39		0.40	
Tohum	Girona	2454.4	8.80	2454.4	8.69	2454.4	9.10	2454.4	8.96	2454.4	9.20	
	Borja	2350.4	8.46	2350.4	8.35	2350.4	8.75	2350.4	8.62	2350.4	8.85	
	Mataro	2714.4	9.64	2714.4	9.52	2714.4	9.97	2714.4	9.82	2714.4	10.08	
Sulama suyu	Girona		13.15		12.99		13.61		13.39		13.76	
	Borja	3668.18	13.20	3668.18	13.03	3668.18	13.66	3668.18	13.45	3668.18	13.81	
	Mataro		13.03		12.87		13.48		13.27		13.62	
Toplam Girdi	Girona	27901.71	100	28249.00	100	26957.49	100	27386.46	100	26665.34	100	27432 B
	Borja	27797.71	100	28145.00	100	26853.49	100	27282.46	100	26561.34	100	27328 C
	Mataro	28161.71	100	28509.00	100	27217.49	100	27646.46	100	26925.34	100	27692 A
	Ortalama [#]	27953.71b		28301a		27009.49d		27438.46c		26717.34e		

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

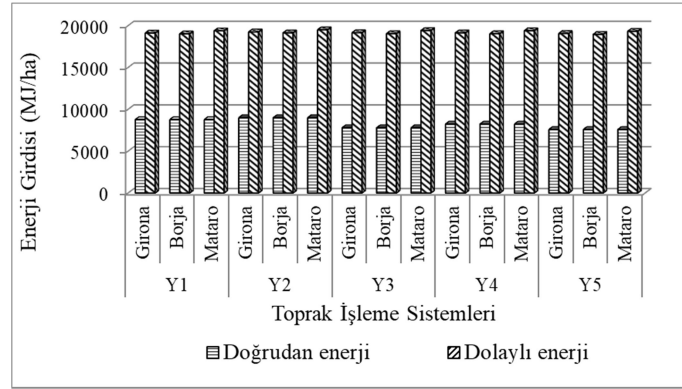
[#] Sütünde ve satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli bir farklılık yoktur.

Dolaylı enerji girdisinin doğrudan enerji girdisine göre toplam enerji girdisi içerisindeki payı daha yüksektir. Yani, çalışmada ikinci ürün silajlık mısır üretiminde dolaylı enerji girdileri daha fazla kullanıldığı anlaşılmaktadır. Toplam enerji girdisinin en düşük olduğu Y5 sisteminde ortalama dolaylı enerji girdisi kullanımı ortalama doğrudan enerji kullanımından (19 119.44 MJ/ha – 7 597.90 MJ/ha) %60 daha fazla iken toplam enerji girdisinin en yüksek olduğu Y2 sisteminde (19298.61 MJ/ha – 9002.39 MJ/ha) %53 daha fazladır (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.1).

Çizelge 4.8. Enerji kullanımına göre toplam enerji girdileri (MJ/ha)

	Çeşit	Yıl	Toprak İşleme Sistemi					Ortalama	
			Y1	Y2	Y3	Y4	Y5		
Doğrudan Enerji (MJ/ha)	Girona	2008	8716.24	8884.4	7654.51	8036.24	7606.64	8285.66	
		2009	8841.26	9120.37	7954.56	8453.2	7589.15		
		Ortalama	8778.75	9002.385	7804.535	8244.72	7597.895		
	Borja	2008	8716.24	8884.4	7654.51	8036.24	7606.64	8285.66	
		2009	8841.26	9120.37	7954.56	8453.2	7589.15		
		Ortalama	8778.75	9002.385	7804.535	8244.72	7597.895		
	Mataro	2008	8716.24	8884.4	7654.51	8036.24	7606.64	8285.66	
		2009	8841.26	9120.37	7954.56	8453.2	7589.15		
		Ortalama	8778.75	9002.385	7804.535	8244.72	7597.895		
	Genel Ortalama			8778.75	9002.39	7804.54	8244.72	7597.9	
	Dolaylı Enerji (MJ/ha)	Girona	2008	19122.96	19246.61	19152.96	19141.74	19067.44	19146.34
			2009	19122.96	19246.61	19152.96	19141.74	19067.44	
Ortalama			19122.96	19246.61	19152.96	19141.74	19067.44		
Borja		2008	19018.96	19142.61	19048.96	19037.74	18963.44	19146.34	
		2009	19018.96	19142.61	19048.96	19037.74	18963.44		
		Ortalama	19018.96	19142.61	19048.96	19037.74	18963.44		
Mataro		2008	19382.96	19506.61	19412.96	19401.74	19327.44	19146.34	
		2009	19382.96	19506.61	19412.96	19401.74	19327.44		
		Ortalama	19382.96	19506.61	19412.96	19401.74	19327.44		
Genel Ortalama			19174.96	19298.61	19204.96	19193.74	19119.44		

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.



Şekil 4.1. Toprak işleme sistemi ve çeşitlere göre doğrudan ve dolaylı enerji girdileri

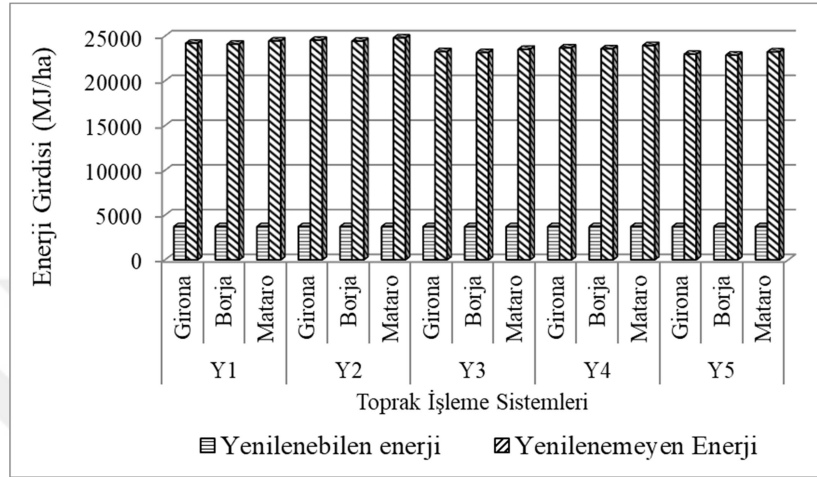
İkinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde tüketilen toplam enerji girdisinin enerji kaynaklarına göre dağılımına bakıldığında; her iki deneme yılı, her bir çeşit ve toprak işleme sisteminde yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre yenilenebilen enerji kaynaklarının daha fazla kullanıldığı görülmektedir (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.2).

Çizelge 4.9. Enerji kaynaklarına göre toplam enerji girdileri (MJ/ha)

Çeşit	Yıl	Toprak İşleme Sistemi					Ortalama	
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5		
Yenilenebilen Enerji (MJ/ha)	Girona	2008	3350.46	3351.42	3347.38	3348.83	3344.59	
		2009	4069.96	4070.92	4066.87	4068.32	4064.09	
		Ortalama	3710.21	3711.17	3707.125	3708.575	3704.34	
	Borja	2008	3350.46	3351.42	3347.38	3348.83	3344.59	
		2009	4069.96	4070.92	4066.87	4068.32	4064.09	
		Ortalama	3710.21	3711.17	3707.125	3708.575	3704.34	
	Mataro	2008	3350.46	3351.42	3347.38	3348.83	3344.59	
		2009	4069.96	4070.92	4066.87	4068.32	4064.09	
		Ortalama	3710.21	3711.17	3707.125	3708.575	3704.34	
	Genel Ortalama		3710.21	3711.17	3707.13	3708.58	3704.34	
	Yenilenemeyen Enerji (MJ/ha)	Girona	2008	24488.75	24779.58	23460.09	23829.16	23329.49
			2009	23894.26	24296.06	23040.64	23526.61	22592.50
			Ortalama	24191.51	24537.82	23250.37	23677.89	22961.00
		Borja	2008	24384.75	24675.58	23356.09	23725.16	23225.49
			2009	23790.26	24192.06	22936.64	23422.61	22488.5
Ortalama			24087.51	24433.82	23146.37	23573.89	22857.00	
Mataro		2008	24748.75	25039.58	23720.09	24089.16	23589.49	
		2009	24154.26	24556.06	23300.64	23786.61	22852.50	
		Ortalama	24451.51	24797.82	23510.37	23937.89	23221.00	
Genel Ortalama		24243.51	24589.82	23302.37	23729.89	23013.00		

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

Toplam enerji girdisinin yaklaşık %87'si yenilenemeyen enerji kaynaklarından oluşmaktadır. Her bir toprak işleme sisteminde kullanılan yenilenemeyen enerji kaynakları yenilenebilen enerji kaynaklarından yaklaşık %84 daha fazladır (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Toprak işleme sistemi ve çeşitlere göre yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji girdileri

4.4. Enerji Çıktısı

TOVAG 1070125 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında elde edilen yeşil ot verimi ve kuru madde verimi değerinin 2008 ve 2009 yılların ortalaması Çizelge 4.10'da verilmiştir. Üretim yılı yeşil ot verimi ve kuru madde verimini $P < 0.05$, çeşit $P < 0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bir şekilde etkilemektedir. Toprak işleme sistemlerinin ise yeşil ot verimi üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi bulunmazken kuru madde verimini $P < 0.05$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bir şekilde etkilediği belirlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre girona ve borja çeşitlerinde elde edilen yeşil ot verimi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur. Kuru madde verimi bakımından ise her bir çeşit istatistiksel olarak farklı grupta yer almaktadır. En yüksek yeşil ot ve kuru madde verimi girona çeşidinde sırasıyla 51 477.39 kg/ha ve 11 527.64 kg/ha olarak elde edilirken, bu değerler borja ve mataro çeşidinde sırasıyla 49 217.28 kg/ha - 10 264.24 kg/ha ve 39 016.68 kg/ha - 8 346.97 kg/ha olarak elde edilmiştir. Ortalama yeşil ot verimi değerlerine göre toprak işleme sistemleri $Y3 > Y2 > Y1 > Y4 > Y5$ ve kuru madde verimlerine göre ise $Y3 > Y2 > Y4 > Y5 > Y1$ şeklinde sıralanmaktadır. Toprak işleme

sistemleri içerisinde toprak işlemenin olmadığı direk ekim uygulamasında en yüksek yeşil ot ve kuru madde verimi değerleri Borja çeşidinde elde edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. İkinci ürün silaj mısır yeşil ot ve kuru madde verimi (kg/ha)*

	Toprak işleme Sistemi	Çeşit			Ortalama [#]
		Girona	Borja	Mataro	
Yeşil Ot Verimi (kg/ha)	Y1	54 998.52	47 546.16	38 803.59	47 116.09
	Y2	50 674.10	51 322.94	39 662.21	47 219.75
	Y3	58 604.17	49 462.81	37 254.49	48 440.49
	Y4	48 139.89	48 214.31	40 858.64	45 737.61
	Y5	44 970.25	49 540.17	38 504.47	44 338.29
	Ortalama [#]	51 477.39a	49 217.28a	39 016.68b	46 570.45
Kuru madde verimi (kg/ha)	Y1	10 863.95	9 184.26	7245.04	9 097.75c
	Y2	12 074.54	10 996.47	8794.92	10 621.97ab
	Y3	13 891.59	9 985.87	8631.64	10 836.37a
	Y4	11 395.53	9 956.12	8831.31	10 060.98abc
	Y5	9 477.16	11 501.93	8164.62	9 714.57bc
	Ortalama [#]	11 527.64a	10 264.24b	8346.97c	10 046.28

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

[#] Sütünde ve satırlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli bir farklılık yoktur.

*: Özgöz ve ark. (2010)

Yeşil ot verimi ve mısır silajının enerji eşdeğeri (Çizelge 3.11) kullanılarak hesaplanan ortalama enerji çıktısı değerleri Çizelge 4.11 ve Şekil 4.3’de verilmiştir. Yıl, çeşit ve toprak işleme sisteminin enerji çıktısı üzerindeki etkisini görmek için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre; enerji çıktısı yıla ve toprak işleme sistemine göre istatistiksel olarak P<0.05 seviyesinde farklılık gösterirken, çeşidin etkisinin P<0.01 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Çeşitler ve toprak işleme sistemleri arasındaki farklılığı görmek için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Girona ve Borja çeşidi arasında önemli bir farklılığın olmadığını, toprak işleme sistemlerinde ise temel farklılığın Y3 ve Y5 sistemleri arasında olduğunu göstermiştir. Her üç çeşitte de ilk deneme yılında (2009) elde edilen enerji çıktısı daha yüksektir. Girona, Borja ve Mataro çeşitlerinde elde edilen enerji çıktısı ise sırasıyla; 234 823.29 MJ/ha, 219 117.39 MJ/ha ve 178 919.10 MJ/ha’dır. Toprak işleme sistemleri ise enerji çıktısı değerlerine göre, Y3>Y2>Y4>Y1>Y5 şeklinde sıralanmıştır. Toprak işleme sistemleri çeşitlere göre karşılaştırıldığında Girona, Borja ve Mataro çeşitlerinde en yüksek ve en düşük enerji çıktısı değerlerinin yeşil ot verimine benzer

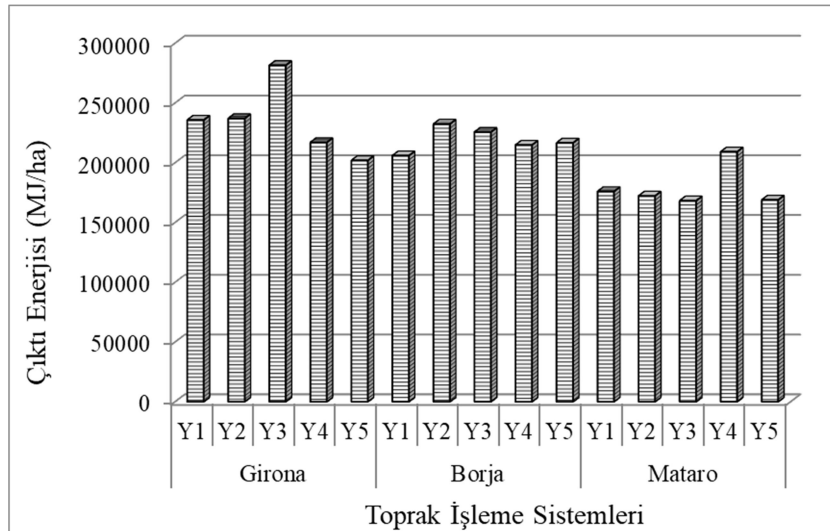
şekilde sırasıyla Y3-Y5, Y2-Y1 ve Y4-Y3 sistemlerinde elde edildiği görülmektedir. Toprak işleme sistemleri içerisinde toprak işlemenin olmadığı direk ekim uygulamasında en yüksek enerji çıktısı değeri Borja çeşidinde (216 656.69 MJ/ha) elde edilmiş ve bu çeşidi Girona (210 974.34 MJ/ha) ve Mataro (168 913.39 MJ/ha) çeşitleri takip etmişlerdir (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.3).

Çizelge 4.11. İkinci ürün silajlık mısır üretiminde ortalama enerji çıktısı (MJ/ha)

Çeşit	Yıl	Toprak İşleme Sistemi					Ortalama [#]
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	
Girona	2008	242605.74	264692.54	319757.79	227198.08	210702.46	234345.19a
	2009	228899.82	209544.79	243279.81	206824.81	193246.22	
	Ortalama	235752.78	237118.67	281518.80	217011.45	201974.34	
Borja	2008	200058.19	244670.85	219840.85	202341.31	213251.38	219117.39a
	2009	211859.50	220173.17	231560.28	227356.39	220062.00	
	Ortalama	205958.85	232422.01	225700.57	214848.85	216656.69	
Mataro	2008	210434.16	180033.20	177581.45	240907.39	181075.09	178919.10b
	2009	141575.79	164497.96	158833.57	177500.74	156751.68	
	Ortalama	176004.98	172265.58	168207.51	209204.07	168913.39	
Genel Ortalama [#]		204905.78ab	213935.42ab	225142.29a	213688.12ab	195848.14b	

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir

[#]Sütünde ve satırlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli bir farklılık yoktur.



Şekil 4.3. Toprak işleme sistemi ve çeşitlere göre enerji çıktısı

4.5. Enerji Etkinliği

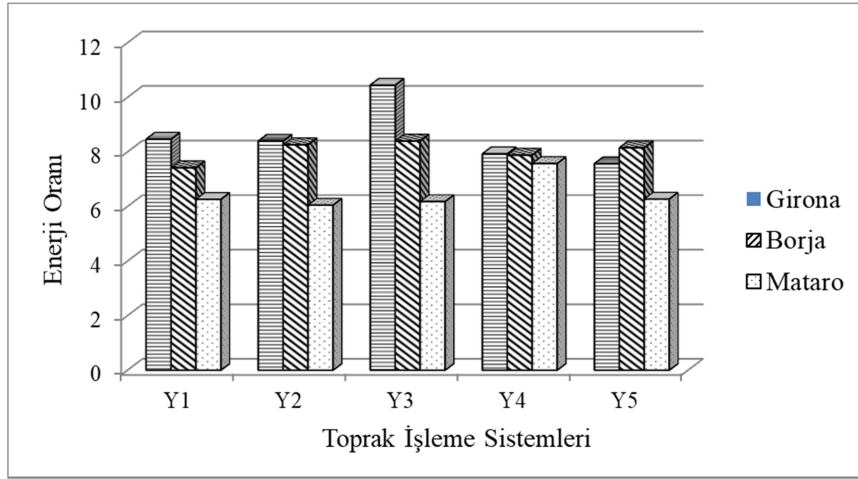
4.5.1. Enerji oranı

Toplam eşdeğer enerji ıktısının (MJ/ha), toplam eşdeğer enerji girdisine (MJ/ha) oranı olan enerji oranı en sık kullanılan enerji etkinlik ölçütüdür. Enerji oranı enerji girdisindeki artışla azalmaktadır. Enerjinin verimli kullanılması sürdürülebilir tarımın temel şartlarından biridir (Khosruzzaman ve ark., 2010; Pahlavan ve ark., 2012). Bu nedenle, üretiminde en sürdürülebilir olanı belirlemek için farklı toprak işleme sistemlerinde enerji kullanım verimliliğini (enerji oranı) hesaplamak önemlidir (Alhajj Ali ve ark., 2018). Her hangi bir yöntemde enerji kullanım verimliliğinin daha az olması, çıktı enerjisi bakımından, üretildiğinden daha fazla enerji tüketildiği anlamına geldiğinden o yöntemin sürdürülebilir olmadığı düşünülür (Awad Alla ve ark., 2014).

İkinci ürün silajlık mısır tarımı için elde edilen enerji etkinliği oranları izelge 4.12 ve Şekil 4.4'de verilmiştir. Yıl ve toprak işleme yönteminin enerji oranı üzerine istatistiksel olarak $P<0.05$ seviyesinde, eşitin ise $P<0.01$ seviyesinde önemli bir etkisi vardır. Girona (8.56) ve Borja eşidi (8.02) arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur. En yüksek enerji oranı Y3 (8.34) sisteminde elde edilirken bu sistemi sırasıyla Y4 (7.79), Y2 (7.57), Y1 (7.35) ve Y5 (7.33) sistemleri takip etmektedir ve Y2, Y3, Y4 ve Y1, Y2, Y4, Y5 sistemleri istatistiksel olarak aynı gruplarda yer almaktadırlar (izelge 4.12).

Her üç çeşitte de en yüksek enerji oranı değer Y3 sisteminde elde edilmiştir. Toprak işlemenin olmadığı direk ekim uygulamasında Borja eşidi en iyi sonucu verirken Mataro eşidinde enerji oranı en düşüktür (Şekil 4.4 ve izelge 4.12).

Rathke ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, toprak işleme azaldığında enerji oranının arttığını göstermiştir. Ayrıca, Taner ve ark. (2016) Türkiye'de Orta Anadolu'da yaptıkları çalışmada kurak alanlar için direk ekimin daha uygun enerji oranı değer verdiğini belirtmişlerdir. Buna göre direk ekim uygulamasında enerji oranının diğer yöntemlerden daha düşük olmasının nedeni bu yöntemde verimin düşük olmasıdır.



Şekil 4.4. Çeşitlere göre enerji oranı değişimi

Çizelge 4.12. Ortalama enerji oranları

Çeşit	Yıl	Toprak İşleme Sistemi					Ortalama [#]
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	
Girona	2008	8.73	9.40	11.92	8.36	7.89	8.56a
	2009	8.21	7.39	8.97	7.49	7.25	
	Ortalama	8.47	8.40	10.45	7.93	7.57	
Borja	2008	7.23	8.73	8.23	7.49	8.01	8.02a
	2009	7.61	7.79	8.57	8.27	8.29	
	Ortalama	7.42	8.26	8.40	7.88	8.15	
Mataro	2008	7.50	6.35	6.56	8.78	6.72	6.47b
	2009	5.02	5.75	5.80	6.37	5.82	
	Ortalama	6.26	6.05	6.18	7.58	6.27	
Genel Ortalama [#]		7.35b	7.57ab	8.34a	7.79ab	7.33b	

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

[#] Sütünda ve satırlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli bir farklılık yoktur.

4.5.2. Özgül enerji

Birim miktar ürün üretmek için tüketilen enerji miktarını gösteren özgül enerji değerinin düşük olması o üretimde enerji etkinliğinin yüksek olduğunu gösterir (Gözübüyük, 2016).

Çalışmada özgül enerji değerleri üzerine yıl ve toprak işleme sistemlerinin istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı, çeşidin etkisinin ise P<0.01 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir. Çeşitler arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan Duncan

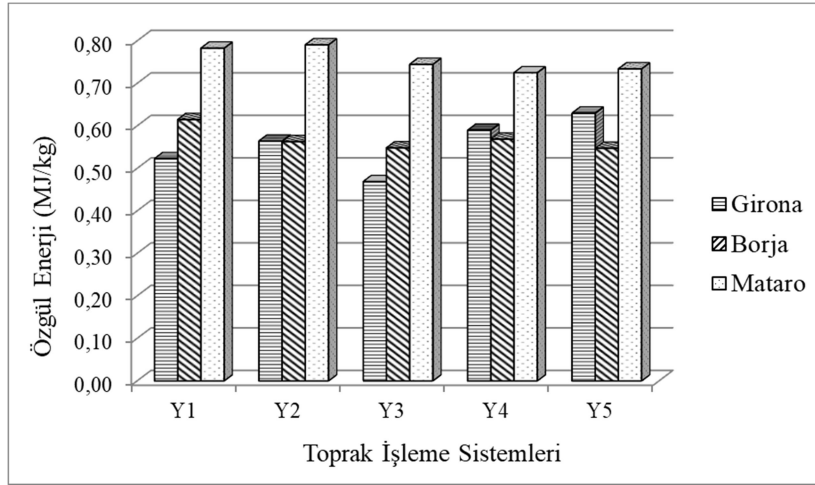
çoklu karşılaştırma testi sonuçları Girona ve Borja çeşitleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığını göstermiştir. Girona çeşidinde (0.76 MJ/kg) elde edilen özgül enerji değeri Girona (0.55 MJ/kg) ve Borja çeşitlerinde (0.57 MJ/kg) elde edilenden daha yüksektir. Toprak işleme sistemlerinde ise en yüksek değer Y1, Y2 ve Y5 sistemlerinde 0.64 MJ/kg olarak elde edilirken en düşük değer Y3 sisteminde 0.59 MJ/kg olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar enerji etkinliğinin çeşitler arasında Girona çeşidinde ve toprak işleme sistemleri arasında ise Y3 sisteminde daha iyi olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Ortalama özgül enerji değerleri (MJ/kg)

Çeşit	Yıl	Toprak İşleme Sistemi					Ortalama [#]
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	
Girona	2008	0.46	0.53	0.44	0.51	0.55	0.55b
	2009	0.58	0.60	0.50	0.67	0.71	
	Ortalama	0.52	0.57	0.47	0.59	0.63	
Borja	2008	0.57	0.52	0.53	0.59	0.54	0.57b
	2009	0.66	0.61	0.57	0.55	0.55	
	Ortalama	0.62	0.57	0.55	0.57	0.55	
Mataro	2008	0.62	0.69	0.7	0.56	0.64	0.76a
	2009	0.94	0.89	0.79	0.89	0.83	
	Ortalama	0.78	0.79	0.75	0.73	0.74	
Genel Ortalama		0.64	0.64	0.59	0.63	0.64	

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.
[#] Sütünde aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli bir farklılık yoktur.

Her üç çeşitte de en düşük özgül enerji değeri Y3 sisteminde elde edilmiştir. Toprak işlemenin olmadığı direk ekim uygulaması ile Borja çeşidinde elde edilen özgül enerji değeri en düşüktür ve genel olarak en iyi sonucu veren Y3 sistemi ile aynıdır. Direk ekim sistemi ile Mataro çeşidinde özgül enerji değerinin en yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.13 ve Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Çeşitlere göre özgül enerji değişimi

Alhajj Ali ve ark. (2018) bakla üretiminde enerji yoğunluğu düşük olan direk ekimde özgül enerji değerlerinin daha düşük olduğunu ve her ne kadar aralarında zıt ilişki (düşük enerji yoğunluğunda daha yüksek enerji üretkenliği) olsa da genel olarak özgül enerji değerlerindeki trendin enerji üretkenliğindeki trendle aynı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, toprak işleme sistemlerinin etkisinin önemli olduğunu direk ekimin özgül enerji değerinin geleneksel toprak işlemeden %38 ve azaltılmış toprak işlemeden ise %36 daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Verimi büyük oranda etkileyen amenajman yoğunluğundaki artışla özgül enerji artmaktadır (Kazemi ve ark., 2015).

4.5.3. Enerji verimliliği

Üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması için tüketilen birim enerji miktarına karşılık üretilen ürün miktarını gösteren enerji verimliliği değerinin yüksek olması gerekir (Gözübüyük, 2016).

Çalışmada ikinci ürün silajlık mısır tarımında elde edilen ortalama enerji verimliliği değerleri Çizelge 4.14 ve enerji verimliliğinin çeşitlere göre değişimini gösteren grafik ise Şekil 4.6'da verilmiştir. Enerji verimliliğinin yıla göre istatistiksel olarak $P < 0.05$, çeşide göre $P < 0.01$ seviyesinde önemli bir şekilde farklılık varken toprak işleme sistemleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Girona (1.88 kg/MJ) ve Borja çeşitleri (1.80 kg/MJ) istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. Mataro

çeşidinde ise enerji verimliliği en düşük değeri (1.41 kg/MJ) almıştır. Toprak işleme sistemleri ise $Y3 > Y1 > Y2 = Y4 > Y5$ şeklinde sıralanmaktadır (Çizelge 4.14).

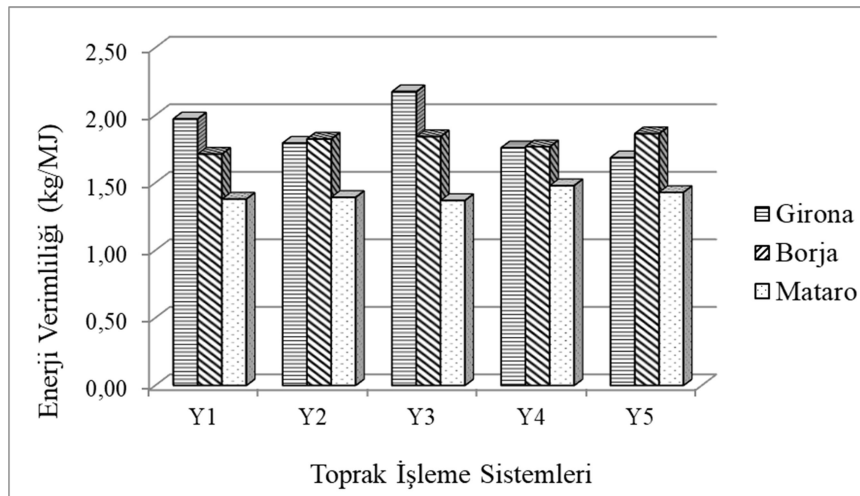
Toprak işlemenin olmadığı direk ekim uygulaması ile Borja çeşidinde ele edilen enerji verimliliği değeri (1.87 kg/MJ), genel olarak en iyi sonucu veren Y3 sisteminde (1.84 kg/MJ) elde edilenden daha büyüktür. Ayrıca, direk ekim sistemi ile Borja ve Mataro çeşitlerinde elde edilen enerji verimliliği değeri bu çeşitlerde geleneksel sistemlerle (Y1 ve Y2) elde edilen değerden daha yüksektir (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.6).

Çizelge 4.14. Ortalama enerji verimliliği değerleri (kg/MJ)

Çeşit	Yıl	Toprak İşleme Sistemi					Ortalama [#]
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	
Girona	2008	2.21	1.91	2.29	1.95	1.87	1.88a
	2009	1.73	1.68	2.06	1.57	1.5	
	Ortalama	1.97	1.80	2.18	1.76	1.69	
Borja	2008	1.79	1.96	1.9	1.71	1.86	1.80a
	2009	1.63	1.69	1.78	1.82	1.87	
	Ortalama	1.71	1.83	1.84	1.77	1.87	
Mataro	2008	1.63	1.47	1.46	1.82	1.57	1.41b
	2009	1.13	1.32	1.28	1.14	1.28	
	Ortalama	1.38	1.400	1.37	1.48	1.43	
Genel Ortalama		1.69	1.67	1.79	1.67	1.66	

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

[#] Sütünde aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak $P < 0.05$ düzeyinde önemli bir farklılık yoktur.



Şekil 4.6. Çeşitlere göre enerji verimliliği değişimi

Alhajj Ali ve ark. (2018) toprak işleme sistemlerinin bakla üretiminde enerji verimliliği değerlerini önemli ölçüde etkilediğini, direk ekimin geleneksel toprak işleme ve azaltılmış toprak işlemeye göre enerji verimliliği bakımından sırasıyla %28 ve %32 avantaj sağladığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçlara göre en düşük enerji karlılığı değerine sahip olan azaltılmış toprak işlemenin bakla üretimi için tavsiye edilemez olduğunu ifade etmişlerdir.

4.5.4. Enerji karlılığı

İkinci ürün silajlık mısır tarımında elde edilen ortalama enerji karlılığı değerleri Çizelge 4.15 ve enerji karlılığının çeşitlere göre değişimini gösteren grafik ise Şekil 4.7’de verilmiştir. Enerji karlılığı üzerine yılın $P<0.05$ seviyesinde, çeşidin $P<0.01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli bir etkisi varken toprak işleme sistemlerinin önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Girona (7.57) ve Borja çeşitleri (7.02) istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. Mataro çeşidinde ise enerji karlılığı en düşük değeri (5.47) almıştır. Toprak işleme sistemleri ise $Y3>Y4>Y2>Y1>Y5$ şeklinde sıralanmaktadır (Çizelge 4.15). Her üç çeşitte de en yüksek enerji karlılığı değeri Y3 sisteminde elde edilmiştir. Toprak işlemenin olmadığı direk ekim uygulaması ile Borja çeşidinde elde edilen enerji karlılığı en yüksektir (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.7).

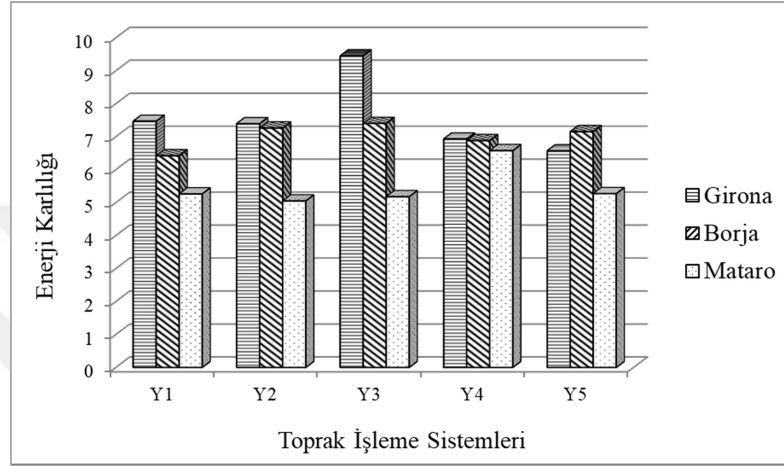
Çizelge 4.15. Ortalama enerji karlılığı değerleri

Çeşit	Yıl	Toprak İşleme Sistemi					Ortalama [#]
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	
Girona	2008	7.73	8.40	10.92	7.36	6.89	7.57a
	2009	7.21	6.39	7.97	6.49	6.25	
	Ortalama	7.47	7.40	9.45	6.93	6.57	
Borja	2008	6.23	7.73	7.23	6.49	7.01	7.02a
	2009	6.61	6.79	7.57	7.27	7.29	
	Ortalama	6.42	7.26	7.40	6.88	7.15	
Mataro	2008	6.50	5.35	5.56	7.78	5.72	5.47b
	2009	4.02	4.75	4.80	5.37	4.82	
	Ortalama	5.26	5.05	5.18	6.58	5.27	
Genel Ortalama [#]		6.35b	6.57ab	7.34a	6.79ab	6.33b	

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

[#] Sütünde ve satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde önemli bir farklılık yoktur.

Enerji karlılığı amenajman yoğunluğu ile artmaktadır ve biyokütle üretkenliği ile yüksek oranda ilişkilidir (Alhajj Ali ve ark., 2018). Barut ve ark., (2011) silaj mısır üretiminde direk ekim, geleneksel toprak işleme ve azaltılmış toprak işleme sistemlerinin ortalama enerji karlılığını sırasıyla 7.26, 7.59 ve 7.78 olarak belirlemişlerdir.



Şekil 4.7. Çeşitlere göre enerji karlılığı değişimi

4.5.5. Net enerji

Enerji etkinliğinin yüksek olması için üretim sonunda kazanılan net enerji miktarı değerinin yüksek olması gerekir (Gözübüyük, 2016). Net enerji, enerji çıktısı ile onu üretmek için kullanılan enerji girdisi arasındaki farkı temsil eder (Esengun ve ark., 2007). Bu nedenle, net enerji değerleri hem enerji girdisi hem de enerji çıktısından oldukça etkilenir. Sistemin sürdürülebilirliği, daha yüksek enerji çıktısının üretilmesine ve enerji girdisinin mümkün olduğunca azaltılmasına bağlı olacaktır (Alhajj Ali ve ark., 2018). Çalışmada ikinci ürün silajlık mısır tarımında elde edilen ortalama net enerji değerleri Çizelge 4.16 ve net enerjinin çeşitlere göre değişimini gösteren grafik ise Şekil 4.8’de verilmiştir. Net enerji değerlerinde yıla göre istatistiksel olarak $P < 0.05$, çeşide göre $P < 0.01$ seviyesinde önemli bir şekilde farklılık varken toprak işleme sistemleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Girona (207409.14 MJ/ha) ve Borja çeşitleri (191789.39 MJ/ha) istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. Mataro

çeşidinde ise enerji verimliliği en düşük değeri (151227.10 MJ/ha) almıştır. Toprak işleme sistemleri ise Y3>Y4>Y2>Y1>Y5 şeklinde sıralanmaktadır (Çizelge 4.16).

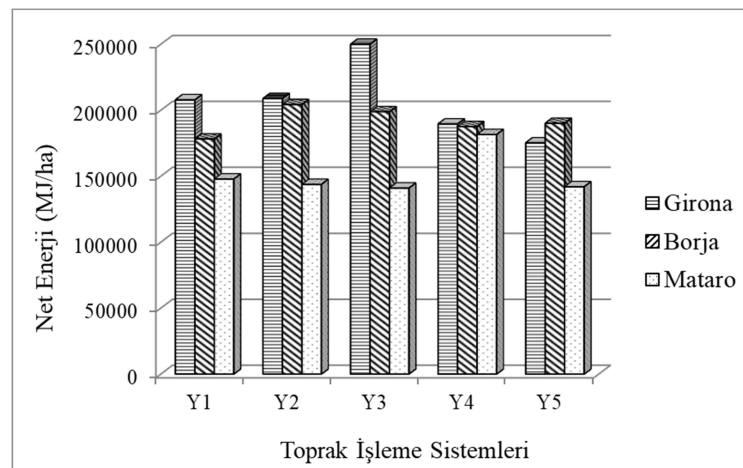
Çizelge 4.16. Ortalama net enerji değerleri (MJ/ha)

Çeşit	Yıl	Toprak İşleme Sistemi					Ortalama [#]
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	
Girona	2008	214766.54	236561.53	292950.32	200020.09	184028.37	207409.14a
	2009	200990.18	181177.81	216172.30	179229.88	166589.62	
	Ortalama	207878.36	208869.67	254561.31	189624.99	175309.00	
Borja	2008	172322.98	216643.85	193137.38	175267.33	186681.29	191789.39a
	2009	183999.29	191910.19	204556.77	199865.45	193509.40	
	Ortalama	178161.14	204277.02	198847.08	187566.39	190095.35	
Mataro	2008	182334.96	151642.19	150513.98	213469.40	154141.01	151227.10b
	2009	113351.57	135870.97	131466.06	149645.81	129835.08	
	Ortalama	147843.27	143756.58	140990.02	181557.61	141988.05	
Genel Ortalama [#]		176959.65	185634.42	198132.80	186249.66	169130.80	

Y1: Sulama + Kulaklı pulluk + Diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y2: kulaklı pulluk + Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y3: Toprak frezesi + Pnömatik ekim makinesi, Y4: Çizel + diskli tırmık + Pnömatik ekim makinesi, Y5: Doğrudan ekimdir.

[#] Sütünde ve satırda aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak P<0.05 düzeyinde önemli bir farklılık yoktur.

Her üç çeşitte de en yüksek net enerji değeri Y3 sisteminde elde edilmiştir. Toprak işlemenin olmadığı direk ekim uygulaması ile Borja çeşidinde ele edilen net enerji değeri en yüksektir. Direk ekim sistemi ile Mataro çeşidinde net enerji kazancının en düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.16 ve Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Çeşitlere göre net enerji değerlerindeki değişimi

Alhajj Ali ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada ortalama net enerji değerlerinin yıl ve toprak işleme sistemlerine göre önemli bir şekilde değiştiğini ve en yüksek ve en düşük net enerji değerinin sırasıyla direk ekim ve azaltılmış toprak işleme uygulamasında elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda direk ekimde net enerji değerinin düşük çıkması enerji çıktısının düşük olmasından kaynaklanmaktadır.



5. SONUÇ

Toprak işleme sistemlerinin seçiminde yörenin iklim ve toprak özellikleri dikkate alınarak, sistemlerin toprak özelliklerine, bitkisel özelliklere etkileri ve ekonomiklikleri karşılaştırılmaktadır. Sürdürülebilirliğin sağlanması açısından toprak işleme sistemlerinin enerji kullanım etkinliği açısından da karşılaştırılması önemlidir. Özgöz ve ark. (2010) tarafından Tokat yöresi çiftçisinin ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde uygulaması gereken toprak işleme sistemini ve erkenci çeşit veya çeşitlerin belirlenmesi amacıyla, Kazova'da çiftçi arazisinde yürütülen proje (TÜBİTAK TOVAG 107O124) kapsamında elde edilen veriler kullanılarak 3 farklı mısır çeşidi ve beş farklı toprak işleme sistemi enerji etkinliği yönünden karşılaştırılmıştır. Çalışma ile Tokat yöresinde ikinci ürün silajlık mısır üretimde girdilerin etkin kullanılmasını sağlayan toprak işleme sistemi belirlenmiştir. Yapılan hesaplamalara göre;

1. Her bir toprak işleme sisteminde en yüksek enerji girdisi mataro (27 692 MJ/ha) ve en düşük enerji girdisi ise girona (27 432 MJ/ha) çeşidinde elde edilmiştir.
2. Toprak işleme yöntemleri ortalama enerji girdisi değerlerine göre; kulaklı pulluk+toprak frezesi (Y2) (28 301 MJ/ha)>sulama+kulaklı pulluk+diskli tırmık (Y1) (27 953.71 MJ/ha)> çizel+diskli tırmık (Y4) (27 438.46 MJ/ha)>toprak frezesi (Y3) (27 009.49 MJ/ha)> direk ekim (Y5) (26 717.34 MJ/ha) şeklinde sıralanmıştır.
3. Enerji girdi parametreleri toplam enerji girdisi içerisindeki payı bakımından büyükten küçüğe doğru; kimyasal gübre enerjisi (%58.77), yakıt (%16.62), sulama suyu (%13.35), tohum (%9.12), makine imalat (%1.64), yağ (%0.64), kimyasal ilaç (%0.35) ve iş gücü eşdeğer enerji girdisi (%0.15) şeklinde sıralanmaktadır.
4. İkinci ürün silajlık mısır üretiminde doğrudan enerji girdileri ve yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre dolaylı enerji girdilerinin ve yenilenebilen enerji daha fazla kullanıldığı belirlenmiştir.
5. Girona, Borja ve Mataro çeşitlerinde elde edilen enerji çıktısı ise sırasıyla; 234 823.29 MJ/ha, 219 117.39 MJ/ha ve 178 919.10 MJ/ha'dır.
6. Toprak işleme sistemleri ise enerji çıktısı değerlerine göre, Y3>Y2>Y4>Y1>Y5 şeklinde sıralanmıştır.

7. Toprak işleme sistemleri içerisinde toprak işlemenin olmadığı direk ekim uygulamasında en yüksek enerji çıktısı değeri Borja çeşidinde (216 656.69 MJ/ha) elde edilmiş ve bu çeşidi Girona (210 974.34 MJ/ha) ve Mataro (168 913.39 MJ/ha) çeşitleri takip etmişlerdir.
8. Her üç çeşitte de en yüksek enerji oranı değeri Y3 sisteminde elde edilmiştir.
9. Özgül enerjinin; çeşitler arasında Girona çeşidinde ve toprak işleme sistemleri arasında ise Y3 sisteminde daha iyi olduğu belirlenmiştir.
10. Enerji verimliliği, Mataro çeşidinde en düşük değeri (1.41 kg/MJ) almış ve toprak işleme sistemleri ise Y3>Y1>Y2=Y4>Y5 şeklinde sıralanmışlardır.
11. Enerji karlılığı, Mataro çeşidinde en düşük değeri (5.47) almış ve toprak işleme sistemleri ise Y3>Y4>Y2>Y1>Y5 şeklinde sıralanmışlardır.
12. Net enerji değerleri bakımından çeşitler girona>borja>mataro ve toprak işleme sistemleri ise Y3>Y4>Y2>Y1>Y5 şeklinde sıralanmıştır.

Çalışmada; kimyasal gübre, tohum ve sulama suyu girdileri çeşit ve toprak işleme sistemine göre değişmemekte; yakıt, yağ, insan işgücü, makine imalat ve kimyasal ilaç girdileri ise toprak işleme sistemine göre değişmekte ve dolayısıyla toprak işleme sistemleri için enerji girdisindeki farklılığı da bu parametreler oluşturmaktadır. Direk ekimin yapıldığı Y5 sisteminde toprak işlemenin yapılmaması nedeniyle bu sistemde diğer toprak işleme sistemlerinden daha az makine kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak Y5 sisteminde yakıt, yağ, insan iş gücü ve makine imalat enerji girdisi diğer sistemlere göre daha düşük olmaktadır. Bu sonuç, tarımsal üretimde özellikle de yakıt tüketiminin en yüksek olduğu toprak işlemede kullanılan makine sayısının azaltılmanın veya toprak işlemenin yapılmamasının enerji girdisini azaltmadaki önemini göstermektedir.

Enerji girdisi bakımından en iyi sonucu veren direk ekim uygulamasında verim diğer toprak işleme sistemlerine göre düşük olduğu için enerji çıktısı ve net enerji değerleri düşük çıkmıştır. Enerji girdisi değerleri direk ekimden sonra en düşük olan çizelin kullanıldığı toprak işleme yönteminde net enerji değeri en yüksektir. Elde edilen sonuçlara göre; enerji etkinliği bakımından yöre için en uygun olan çeşidin girona, toprak işleme yönteminin ise sadece toprak frezesinin kullanıldığı toprak işleme yönteminin olduğu belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Abdi, R., Hematian, A., Shahamat, E.Z. ve Bakhtiari, A.A., 2012. Optimization of Energy Consumption Pattern in the Maize Production System in Kermanshah Province of Iran. *Research Journal of Applied Sciences. Engineering and Technology*, 4(15), 2548-2554.
- Abubakar, M.S. ve Ahmad, D., 2010. Pattern of energy consumption in millet production for selected farms in Jigawa, Nigeria. *Aust. J. Basic Appl. Sci.*, 4. 665-672.
- Alhajj Ali, S., Tedone, L., Verdini, L. ve De Mastr, G., 2018. Implications of No-tillage System in Faba Bean Production: Energy Analysis and Potential Agronomic Benefits. *The Open Agriculture Journal*, 12, 270-285.
- Alpkent, N., 1984. Tarımda enerji kullanımı ve enerji tasarrufu. Milli Produktivite Merkezi Yayınları No: 296. Ankara.
- Alluvione, F., Moretti, B., Sacco, D. ve Grignani, C., 2011. EUE (energy use efficiency) of cropping systems for a sustainable agriculture. *Energy*, 36: 4468-4481.
- Anonim, 2006. Fito tohumculuk kataloğu.
- Anonim, 2008a. Turhal Meteoroloji Müdürlüğü Verileri.
- Anonim, 2008b. Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü Verileri. <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?m=TOKAT>
- Anonim. 2018. 2017 yılı tarım istatistikleri. Tokat İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. Koordinasyon ve Tarımsal Veriler Şube Müdürlüğü. www.tokattarim.gov.tr
- ANR, 2001. Publication 8030. Cowpea Production do: Sample Costs and Benefits as a Summer Cover Crop. University of California. <https://www.canr.msu.edu/uploads/234/78912/8030.pdf> (Erişim Tarihi: 15 Eylül 2017).
- Arıkan, M., 2011. Adana İlinde Kolza Üretiminde Enerji Kullanımı. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana.
- ASAE, 2011. ASAE Standarts. D497.7 MAR2011 (R2015): Agricultural Machinery Data. pp. 1-14 ASABE 2950 Niles Rd.. St. Joseph. MI. 49085-9659. USA.
- Awad Alla, A.M.E., Alhafiez, A.A. ve Abdoo, S., 2014. Energy consumption for production of some winter food crops in river Nile state. *Sudan J. Nat. Resour. Environ. Stud.*, 2, 7-11.
- Baran, M.F. ve Gökdoğan, O., 2016. Comparison of energy use efficiency of different tillage methods on the secondary crop corn silage production. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(9), 3808-3814.
- Baran, M.F., Karaağaç, H.A. ve Gökdoğan, O., 2016. Kışlık ara ürün sonrası (buğday - fiğ) ikinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısır üretiminde farklı toprak işleme ve ekim yöntemlerinin enerji bilançosu (2. Yıl Sonuçları). *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 1-6.
- Barut, Z.B., Ertekin, C. ve Karaağaç, H.A., 2011. Tillage effects on energy use for corn silage in mediterranean coastal of Turkey. *Energy*, 36(9), 5466-5475.
- Bayhan, Y., 2016. İkinci ürün ayçiçeği üretiminde farklı toprak işleme ve doğrudan ekim yöntemlerinin enerji kullanım etkinliğinin karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(02), 102-109.

- Bayram, E., 2010. İkinci Ürün Silajlık Mısır Tarımında Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin İşletmecilik Açısından Karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Tokat.
- Bojaca, CR. ve Schrevens, E., 2010. Energy assessment of peri-urban horticulture and its uncertainty: case study for Bogota, Colombia. *Energy*, 35, 2109-18.
- Cavalaris, C.C. ve Gemtos, T.A., 2004. Evaluation of tillage efficiency and energy requirements for five methods of soil preparation in the sugar beet crop. In: Conference book of energy efficiency and agricultural engineering. p. 110-116, 3-5 June, Rousse, Bulgaria.
- Cao, S., Xie, G. ve Zhen, L., 2010. Total Embodied Energy Requirements and its Decomposition in China's Agricultural Sector. *Ecological Economics*, 6,1396-1404.
- Cervinka, V., 1980. Fuel And Energy Efficiency. In: Pimentel David. Editor. Handbook Of Energy Utilization In Agriculture. CRC Press Inc. ISBN 0-8493-2661-3, p. 15-21.
- Çarman, K., Uyanöz, R., Marakoğlu, T. ve Kirtiş, F., 2014. Alternatif Toprak İşleme Sistemlerinin 3E (Enerji, Erozyon, Emisyon) Üzerine Etkileri. TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, Proje No: 111O182, s: 97.
- Davoodi, M.J.Ş. ve Housyar, E., 2009. Energy consumption of canola and sunflower production in Iran. *American- Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 6(4), 381-384.
- Di Nasso, N.N.O., Bosco, S., Di Bene, C., Coli, A., Mazzoncini, M. ve Bonari, E., 2011. Energy efficiency in long term Mediterranean cropping systems with different management intensities. *Energy*, 36,1924-1930.
- Doering, O.C., 1980. Accounting for energy in farm machinery and buildings. In: Pimentel David. editor. Handbook of Energy Utilization in Agriculture. FL. USA: CRC Press. Inc. ISBN 0-8493-2661-3; p. 9-14.
- Ekinci, K., Akbolat, D., Demircan, V. ve Ekinci, Ç., 2005. Isparta İli elma Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. 3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu (YEKSEM) ve Sergisi, 19-21 Ekim 2005, Mersin.
- Erdal, G., Esengun, K., Erdal, H. ve Gunduz, O., 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in tokat province of Turkey. *Energy*. 32, 35-41.
- Esengun, K., Erdal, G., Gunduz, O. ve Erdal, H., 2007. An economic analysis and energy use in stake-tomato production in Tokat province of Turkey. *Renewable Energy*, 32, 1873-1881.
- Gathala, M.K., Timisina, J., Islam, Md.S., Krupnik, T.J., Bose, T.R., Islam. N., Rahman, Md.M., Hossain, Md.I., Harun-Ar-Rashid, Md., Ghosh. A.K., Islam, Md.Z., Timari, T.P. ve McDonald, A., 2016. Productivity, profitability, and energetics: A multi-criteria assessment of farmers' tillage and crop establishment options for maize in intensively cultivated environments of South Assia. *Field Crop Research*, 186, 32-46.
- Gözübüyük, Z., Çelik, A., Öztürk, İ., Demir, O. ve Adıgüzel, M.C., 2012. Buğday üretiminde farklı toprak işleme-ekim sistemlerinin enerji kullanım etkinliği yönünden karşılaştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(1), 25-34.
- Gözübüyük, Z., 2016. Erzurum Yöresinde Nadası Kaldırmaya Yönelik Değişik Toprak İşleme-Ekim Yöntemlerinin Bazı İşletme Parametreleri ve Enerji Kullanım Etkinliği. (Doktora Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.

- Günel, H., Önen, H., Özgöz, E., Sayılı, M., Erdem, H., Acir, N., Akbaş, F. ve Yıldız, H., 2015. Kurak ve Yarı Kurak İki Farklı Bölgede Toprak Kalitesinin Değerlendirilmesi ve İzlenebilirliği İçin Minimum Veri Setlerinin Belirlenmesi ve Yeni Skorlama Eğrilerinin Geliştirilmesi. TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, Proje No: 112O039, s: 358.
- Güzel, M., 2017. Sivas İli Aspir Üretiminde Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Enerji Kullanım Etkinliği Açısından Karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi) Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- Hatırlı, S.A., Özkan, B., ve Fert, C., 2006. Energy Inputs and Crop Yield Relationship In Greenhouse Tomato Production. University of Süleyman Demirel, Department Of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, 32260, Isparta, Turkey. 31 (4): 427-438.
- Hernanz, J.L., Giron, V.S. ve Cerisola, C., 1995. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. Soil and Tillage Research, 34, 183-198.
- Hetz, E.J., 1992. Energy utilization in Chilean agriculture. Agricultural Mechanization In Asia, Africa And Latin America, 23, 52-6.
- Hetz, E.J., 1998. Energy utilization in fruit production in Chile. Agricultural Mechanization In Asia, Africa And Latin America, 29, 17-20.
- Houshyar, E., Azadi, H., Almassi, M., Davoodi, M.J.S. ve Witlox, F., 2012. Sustainable and efficient energy consumption of corn production in Southwest Iran: Combination of multi-fuzzy and DEA modeling. Energy, 44, 672-681.
- Houshyar, E., Davoodi, M.J.S., Almassi, M., Bahrami, H., Azadi, H., Omidi, M., Sayyad, G. ve Witlox, F., 2014. Silage corn production in conventional and conservation tillage systems. Part I: Sustainability analysis using combination of GIS/AHP and multi-fuzzy modeling. Ecological Indicators, 39, 102-114.
- Houshyar, E., Zareifard, H.R., Grundmann, P. ve Smith, P., 2015. Determining efficiency of energy input for silage corn production: An econometric approach. Energy, 93, 2166-2174.
- İptaş, S., Demir, E. ve Yılmaz, M., 1996. Tokat ve Yöresinde Kaba Yem Kaynaklarının Durumu ve Geliştirilmesine Yönelik Öneriler. Hayvancılık-96 Ulusal Kongresi, İzmir Ticaret Odası ve E.Ü. Ziraat Fakültesi, s: 840-844, İzmir.
- Jacobs, A., Brauer-Siebrecht, W., Christen, O., Götze, P., Koch, H.J., Rücknagel, J. ve Märlander, B., 2016. Silage maize and sugar beet for biogas production in crop rotations and continuous cultivation – energy efficiency and land demand. Field Crops Research, 196, 75-84.
- Kasap, A. ve Özgöz, E., 2006. Tokat ilinin tarımsal mekanizasyon durumu ve farklı toprak işleme sistemlerinin uygulanabilirliği. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 23(2), 45-51.
- Kazemi, H., Shahbyki, M. ve Baghbani, S., 2015. Energy analysis for faba bean production: A case study in Golestan province, Iran. Sustainable Production and Consumption, 3, 15-20.
- Khakbazan, M., Mohr, R.M., Derksen, D.A., Monreal, M.A., Grant, C.A., Zentner, R.P., Moulin, A.P., McLaren, D.L., Irvine, R.B. ve Nagy, C.N., 2009. Effects of alternative management practices on the economics, energy and GHG emissions of a wheat-pea cropping system in the Canadian prairies. Soil and Tillage Research, 104: 30-38.

- Khaledian, M.R., Mailho, J.C., Ruelle, P., Mubarak, I. ve Perret, S., 2010. The impacts of direct seeding into mulch on the energy balance of crop production system in the SE of France. *Soil and Tillage Research*, 106, 218-226.
- Khosruzzaman, S., Asgar, M.A., Rahman, K.R. ve Akbar, S., 2010. Energy intensity and productivity in relation to agriculture-Bangladesh perspective. *J. Bangladesh Acad. Sci.*, 34(1), 59-70.
- Kizilaslan, H., 2009. Input-output energy analysis of cherries production in Tokat province of turkey. *Applied Energy*, 86,1354-1358.
- Knapp, WR., 1980. Energy Input And Production For Corn Silage. In: Pimentel David. Editor. *Handbook Of Energy Utilization in Agriculture*. CRC Press Inc. ISBN 0-8493-2661-3; p. 169-77.
- Konak, M., Marakoğlu, T. ve Özbek, O., 2004. Mısır üretiminde enerji bilançosu. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(34), 28-30.
- Kraatz, S., Reinemann, D.J. ve Berg, W.E., 2009. Energy inputs for corn production in Wisconsin (U.S.) and Germany. *Applied Engineering in Agriculture*, 25(5), 653-662.
- Kumar, V., Saharawat, Y.S., GATHala, M.K., Jat, A.S., Singh, S.K., Chaudhary, N. ve Jat, M.L., 2013. Effect of different tillage and seeding methods on energy use efficiency and productivity of wheat in the Indo-Gangetic Plains. *Field Crop Research*, 142, 1-8.
- Marakoğlu, T., Özbek, O. ve Çarman, K., 2010. Nohut üretiminde farklı toprak işleme sistemlerinin enerji bilançosu. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journals of Agricultural Machinery Science)*, 6(4), 229-235.
- Mohammadhossein, R., Amin, W. ve Hoshang, R., 2012. Energy Efficiency of Different Tillage Systems in Forage Corn Production. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4 (22), 1644-1652.
- Mohammadi, A., Tabatabaeefar, A., Shahin., S., Rafiee, S. ve Keyhani, A., 2008. Energy use economical analysis of potato production in Iran a case study, Ardabil Province. *Energy Conversion & Management*, 49, 3566-3570.
- Öner, F., Sezer, İ. ve Gülümser, A. 2012. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen atdışi mısır (*Zea mays L. indendata*) çeşit ve hatlarının agronomik özellikler yönünden karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 1-6.
- Özgöz, E., Önen, H. ve Günel, H., 2010. Geçit İklim Kuşağında İkinci Ürün Silajlık Mısır Tarımında Gerekli Termal Zamanın Uzatılmasına Yönelik Olarak Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu*, Proje No: TOVAG 107O124, s: 153.
- Özgöz, E., Altuntaş, E. ve Asiltürk, M., 2017. Effects of soil tillage on energy use in potato farming in Central Anatolia of Turkey. *Energy*, 141, 1517-1523.
- Özcan, M.T., 1985. Mercimek Hasat ve Harman Yöntemlerinin İş Verimi Kalitesi. Enerji Tüketimi ve Maliyet Yönünden Karşılaştırılması ve Uygun Bir Hasat Makinası Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, Adana
- Öztürk, H.H., 2010. *Tarımsal Üretimde Enerji Yönetimi*. Hasad Yayınevi.
- Öztürk, H.H., Barut, Z.B. ve Ekinci, K., 2006. Energy analysis of the tillage systems in second crop maize. *Journal of Sustainable Agriculture*, 28(3), 25-38.
- Patel, P.G., Bhat, A.C. ve Gupta, P., 2014. Energy requirement for kharif maize cultivation in Panchmahal District of Gujarat. *Journal of AgriSearch*, 1(3),168-172 .

- Pahlavan, R., Omid, M. ve Akram, A., 2012. The relationship energy inputs and crop yield in greenhouse basil production. *J. Agric. Sci. Technol.*,14, 1243-1253.
- Pishgar Komleh, S.H., Keyhani, A., Rafiee, Sh. ve Sefeedpary, P., 2011(a). Energy use and economic analysis of corn silage production under three cultivated area levels in Tehran province of Iran. *Energy*, 36, 3335-3341.
- Pishgar Komleh, S.H., Omid, M. ve Keyhani, A., 2011(b). study on energy use pattern and efficiency of corn silage in Iran by using data envelopment analysis (DEA) technique. *International Journal Of Environmental Sciences*, 1(6), 1094-1106.
- Rahman, S. ve Rahman, Md.S., 2013. Energy productivity and efficiency of maize accounting for the choice of growing season and environmental factors: An empirical analysis from Bangladesh. *Energy*, 49, 329-336.
- Rathke, G.W., Wienhold, B, Wilhelm, W. ve Diepenbrock, W., 2007. Tillage and rotation effect on corn-soybean energy balances in eastern Nebraska. *Soil and Tillage Research*, 97, 60-70.
- Robinson, P.H., 2003. Estimating alfalfa hay and corn silage energy levels. *California Dairy*, 12(6), 8-9.
- Safa, M., Samarashinghe, S. ve Mohssen, M., 2011. A Field Study of Energy Consumption in Wheat Production in Canterbury, New Zealand. *Energy Conversion and Management*, 52(7), 2526-2532.
- Sefeedpari, P., Rafiee, S., Komleh, S.H.P. ve Ghahderijani, M., 2012. A source-wise and operation-wise energy use analysis for corn silage production. A case study of Tehran province, Iran. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 1, 158-166.
- Shrestha, D.S., 1998. Energy use efficiency indicator for agriculture. <http://www.usaskca/agriculture/caedac/PDF/mcrae.PDF> Erişim tarihi:16.06.2019.
- Singh, K.P., Prakash, V., Srinivas, K. ve Srivastava, A.K., 2008. Effect of tillage management on energy-use efficiency and economics of soybean (glycine max) based cropping systems under the rainfed conditions in north-west Himalayan region. *Soil and Tillage Research*, 100, 78-82.
- Sijtsma, C.H., Campbell, A.J., McLaughlin, N.B. ve Carter, M.R., 1998. Comparative tillage costs for crop rotations utilizing minimum tillage on a farm scale. *Soil and Tillage Research*, 49, 223-231.
- Swanton, C.J., Murphy, S.D., Hume, D.J. ve Clements, D.R., 1996. Recent improvements in the energy efficiency of agriculture: case studies from Ontario, Canada. *Agric. Syst.*, 52, 399-418.
- Şehri, M., 2012. Adana Yöresi Pamuk Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliği ve Maliyet Analizi. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana.
- Tabatabaeefar, A., Emamzadeh, H., Ghasemi Varnamkhasti, M., Rahimizadeh, R. ve Karimi, M., 2009. Comparison of energy of tillage systems in wheat production. *Energy*, 34, 41-45.
- Taner, A., Kaya, Y., Arısoy, R.Z., Gültekin, İ. ve Partigöç, F.. 2016. Effect of tillage systems on energy use efficiency in wheat based cropping sequence. *Int. J. Agric. Biol.*, 18, 353-361.
- Tezer, E., 1978. Sulama pompaj tesisleri (Proje Seçim ve İşletme Yöntemleri). Köy İşleri Ve Kooperatifler Bakanlığı, Ankara.
- Toros, H, 1991. Çukurova Yöresinde Buğday İkinci Ürün Soya Tarımında Kullanılan Alet ve Makinalarının Yakıt, Zaman Verileri, İş Başarıları. (Ara Sonuç Raporu)

- T.C Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, No: 164, Tarsus.
- Yadav, S.N., Chandra, R., Khura, T.K. ve Chauhan, N.S., 2013. Energy input–output analysis and mechanization status for cultivation of rice and maize crops in Sikkim. *Agric Eng Int: CIGR Journal*, 15(3), 108-116.
- Yalcin, H. ve Çakır, E., 2006. Tillage effects and energy efficiencies of subsoiling and direct seeding in light soil on yield of second crop corn for silage in Western Turkey. *Soil and Tillage Research*, 90(1–2), 250–255.
- Yaldiz, O., Ozturk, H.H. ve Zeren, Y., 1993. Bascetincelik A. Energy Usage İn Production Of Field Crops İn Turkey. 5th International Congress On Mechanization And Energy Use in Agriculture, 11-14 October, Kusadasi-Turkey [In Turkish].
- Yürürdurmaz, C. 2007. Kahramanmaraş Koşullarında Farklı Gübre Dozlarının Değişik Mısır Çeşitlerine Etkisinin Saptanması ve Ceres-Maize Bitki Büyüme Modelinin Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Zangeneh, M., Omid, M. ve Akram, A., 2010. A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. *Energy*, 35, 2927-2933.
- Zentner, R.P., McConkey, B.G., Stumborg, M.A., Campbel, C.A. ve Selles, F., 1998. Energy performance of conservation tillage management for spring wheat production in the Brown soil zone. *Can. J. Plant Sci.*, 78, 553–563.

7. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Merve YILDIZ ŞEN
Doğum Tarihi ve Yeri	17.12.1991 - Gümüşhane
E-posta	merveyildizsen@ gmail.com

Eğitim Bilgileri

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü	2015
Lise	Erzincan Milli Egemenlik Anadolu Lisesi	2010

Yayınlar

1. Altuntaş, E., **Yildiz, M.**, Gul, E.N., 2015. The effect of ripening periods on physical, chemical and mechanical properties of service tree (*Sorbus Domestica* L.) fruits. Agricultural Engineering International: The CIGR EJournal Manuscript, 17(2), 259-266.