T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SIFIR TOPRAK İŞLEMELİ TARIMSAL ÜRETİM YÖNTEMİNİN İKİNCİ ÜRÜN MISIR ÜRETİMİNDE UYGULANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Leyla SEVEN

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2019

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SIFIR TOPRAK İŞLEMELİ TARIMSAL ÜRETİM YÖNTEMİNİN İKİNCİ ÜRÜN MISIR ÜRETİMİNDE UYGULANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Leyla SEVEN

TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2019

Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM danışmanlığında, Leyla SEVEN'in hazırladığı "**Sıfır Toprak İşlemeli Tarımsal Üretim Yönteminin İkinci Ürün Mısır Üretiminde Uygulanması Üzerine Bir Araştırma"** konulu bu çalışma 13/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM .....

Üye : Doç. Dr. Konuralp ELİÇİN .....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ferhat KÜP .....

Bu Tezin Tarım Makinaları Anabilim Dalı'nda Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
1.1. Mısır Üretimi 1
1.2. Mısırın Tarımsal Üretiminde Toprak İşleme Sistemleri 5
1.2.1. Geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri 5
1.2.2. Koruyucu toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri 6
1.2.2.1. Azaltılmış toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri 7
1.2.2.2. Malçlı toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri 7
1.2.2.3. Bantvari (şeritvari) toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri 8
1.2.2.4. Toprak işlemesiz tarımsal üretim sistemleri 8
1.2.2.5. Doğrudan sırta ekime yönelik toprak işlemesiz tarımsal üretim sistemleri 9
1.2.2.6. Sıfır toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri 9
1.3. Çalışmanın Önemi ve Amacı 10
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 13
3. MATERYAL ve YÖNTEM 29
3.1. Materyal 29
3.1.1. Deneme alanının tanımı 29
3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri 30
3.1.3. Deneme alanının toprak özellikleri 31
3.1.4. Denemede kullanılan tohumluk 32
3.1.5. Denemede kullanılan ilaç 32
3.1.6. Denemede kullanılan gübre 32
3.1.7. Sulama sistemi 33
3.1.8. Denemelerde kullanılan makineler 34
3.1.8.1. Pulluk 34
3.1.8.2. Goble diskli tırmık 34
3.1.8.3. Pnömatik hassas ekim makinesi 35
3.1.8.4. Pnömatik hassas doğrudan ekim makinesi 36
3.1.8.5. Gübreli ara çapa makinesi 37
3.1.8.6. Doğrudan ekim gübre atma makinesi 38
3.1.8.7. Kendi yürür ilaçlama makinesi 39
3.1.8.8. Biçerdöver 40
3.1.8.9. Traktör 41
3.2. Yöntem 43
3.2.1. Makineye ait ölçümler 43
3.2.1.1. Yakıt tüketimi 43
3.2.1.2. Çalışma hızı 43
3.2.1.3. İş verimi 43
3.2.2. Toprak bünyesinin belirlenmesi 44
3.2.3. Enerji girdilerinin belirlenmesi 44
3.2.4. Toplam enerji çıktıları 48
3.2.5. Enerji etkinliği analizleri 48
3.2.6. Denemelerin planlanması ve yürütülmesi 50
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 53
4.1. İşletme Değerleri ve Yakıt Tüketimleri 53
4.2. Doğrudan Enerji Girdileri 57
4.2.1. Yakıt–yağ enerjisi 57
4.2.2. İnsan işgücü enerjisi 59
4.2.3 Sulama enerjisi 60

4.2.4. Kurutma için elektrik enerjisi 61
4.3. Dolaylı Enerji Girdileri 62
4.3.1. Alet–makina imalat enerjisi 62
4.3.2. Gübre enerjisi 64
4.3.3. Tohumluk enerjisi 65
4.3.4. Tarımsal ilaç enerjisi 66
4.3.5. Toplam enerji girdisi 66
4.4. Toplam Enerji Çıktısı 71
4.5. Enerji Etkinliği 72
4.5.1. Enerji oranı 74
4.5.2. Özgül enerji 74
4.5.3. Enerji üretkenliği (verimi) 75
4.5.4. Net enerji üretimi 76
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 78
KAYNAKLAR 89
ÖZGEÇMİŞ 97

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Sıfır Toprak İşlemeli Tarımsal Üretim Yönteminin İkinci Ürün Mısır Üretiminde Uygulanması Üzerine Bir Araştırma

Leyla SEVEN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM
YIL: 2019, Sayfa: 97

Bu çalışmada, ikinci ürün mısır tarımında sıfır toprak işlemeli tarımsal üretim, koruyucu toprak işlemeli tarımsal üretim ve geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretim yöntemlerinin enerji bilançoları belirlenmiştir. Denemeler Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğü Karataş bölgesine yürütülmüştür. En yüksek verim sıfır toprak işlemeli tarımsal üretim yönteminde elde edilirken en düşük verim geleneksel toprak işleme yönteminden elde edilmiştir. Yakıt tüketiminde ise en düşük değer 25.73 l/ha ile sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde en yüksek değer 49.38 l/ha ile geleneksel toprak işleme yönteminde bulunmuştur. En yüksek insan gücü ihtiyacı 14.156 h/ha ile geleneksel toprak işlemede, en düşük değer ise 7.498 h/ha ile sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde elde edilmiştir. En yüksek makina gücü gereksinimleri 10.976 h/ha ile koruyucu toprak işleme yönteminde, en düşük değer 9.662 h/ha ile sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yöntemi ile çalışmada elde edilmiştir. En yüksek efektif iş başarıları 0.1035 ha/h ile sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde, en düşük değer 0.0911 ha/h ile koruyucu toprak işleme yöntemi ile çalışmada elde edilmiştir. Araştırmada özgül enerji değeri geleneksel toprak işlemeli yöntemde 2,.84 MJ/kg, koruyucu toprak işlemli yöntemde 2.98 Mj/kg, sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde ise 2.63 MJ/kg olarak saptanmıştır. Enerji çıktısı ve girdisi oranları ise en düşük sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde 5.54 elde edilirken en yüksek ise koruyucu toprak işleme yönteminde 4.90 olarak bulunmuştur. İkinci ürün mısırda toplam girdi enerjileri içerisinde en yüksek pay, gübre enerjisi ve sulama enerjisinde saptanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: sıfır toprak işleme, doğrudan ekim, ikinci ürün mısır, özgül enerji, koruyucu toprak işleme

ABSTRACT

Msc Thesis

A Research on The Application The Zero Tillage Agricultural Production in the Second Crop Corn

Leyla SEVEN

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM
Year: 2019 Page: 97

In thıs study, the energy balance of zero tillage- direct seeding, conservation tillage and conventional tillage systems in second crop corn production were determined. All experiments were performed in Karataş region of Ceylanpınar Agriculture Enterprise. While the highest second crop maize yield was obtained in the zero tillage-direct seeding method, the lowest second crop maize was in the conventional tillage method. The minumum fuel consumption 25.73 L/ha with in the zero tillage-direct seeding, the maximum fuel consumption 49.38 L/ha with in the conventional tillage method were found. The highest labor requirements was found for conventional tillage method as 14.156 h/ha, while the value obtained for zero tillage-direct seeding method as 7.498 h/ha respectively. The highest machinery requirements was found for conservation tillage method as 10.976 h/ha, while the value obtained for zero tillage-direct seeding method as 9.662 h/ha respectively. The highest effective field capacity was found for zero tillage-direct seeding method as 0.1035 ha/h, while the value obtained for conservation tillage method as 0.911 ha/h respectively. According to research results, specific energy was calculated for conventional tillage method with 2.84 MJ/kg, conservation tillage method with 2.98 MJ/kg, zero tillage-direct seeding method with 2.63 MJ/kg. The lowest energy output/input ratio was found for zero tillage-direct seeding method with 4.90 while the highest one was found for conventional tillage method with 5.54. In second crop maize production, it was found that the highest usage ratio in total energy input belongs to fertilizer energy and irrigation energy.

KEY WORDS: zero tillage-direct seeding, second crop maize, specific energy, tillage methods.

TEŞEKKÜR

"Sıfır Toprak İşlemeli Tarımsal Üretim Yönteminin İkinci Ürün Mısır Üretiminde Uygulanması Üzerine Bir Araştırma" isimli tez konumun seçiminde, uygulanmasında ve değerlendirilmesinde desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM' a, bölüm öğretim üyeleri Sayın Dr. Öğretim Üyesi Bülent PİŞKİN ve Sayın Dr. Öğretim Üyesi Ferhat KÜP'e ve yüksek lisans yapmaya başlamamda büyük katkısı olan Sayın Dr. Öğretim Üyesi Ebru SAKAR'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yürütülmesi için deneme yeri ve ekipman sağlayan Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğü yetkililerine, çalışmanın değişik aşamalarında desteğini esirgemeyen Karataş İşçilerine, Sayın Mahmut ERBİL'e, Sayın Hamit AĞAR'a, Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Mutlu ÇALIŞKAN'a, Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Ömer Bülent ŞENER'e, Sayın Makine Teknikeri Yaşar GENCER'e, Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Gaffar Burak KAYAHAN'a, Sayın Ziraat Mühendisi Reis KARAPINAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans tezimde elde ettiğim sonuçları değerlendirmede gerekli olan programı kullanmamı sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Zinnur GÖZÜBÜYÜK'e içten teşekkürlerimi sunarım

Tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Sayın Mesut Cemal ADIGÜZEL'e, Sayın Dr. Öğretim Üyesi Muhittin Murat TURGUT'a, Sayın Doç. Dr. Ahmet Konuralp ELİÇİN'e, Sayın Dr. Muammer YALÇIN'a, Sayın Doç. Dr. Sefa ALTIKAT'a, Sayın Prof. Dr. Ahmet ÇELİK'e, Sayın Dr. Ahmet ÇIKMAN'a, Sayın Dr. Tali MONİS'e, Sayın Dr. Ümran ATAY'a, Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Hasan Ali KAARAĞAÇ'a, Sayın Dr. Erdinç SAVAŞLI'ya, Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Sait AYKANAT'a, Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Kazım GÜR'e, Sayın Doç Dr. Ali Rıza ÖZTÜRKMEN'e, Sayın Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU'ya, Sayın Ziraat Mühendisi Salih ŞITIL'a, Sayın Ziraat Mühendisi Yağmur BÜLBÜL'e de teşekkür ederim.

Her şeyden önemlisi tezimi bitrmemi sabırsızlıkla bekleyen ve sıkıntılarımda her türlü desteği veren değerli arkadaşım Sayın Ziraat Mühendisi Seval BAL'a ve biricik eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Deneme alanı uydu görünümü 30
Şekil 3.2. Denemelerde kullanılan sulama sistemi..... 33
Şekil 3.3. Pulluk 34
Şekil 3.4. Goble diskli tırmık 35
Şekil 3.5a. Pnömatik hassas ekim makinesi genel görünümü..... 35
Şekil 3.5b. Tarlada pnömatik hassas ekim makinesi ile ekimin yapılışı 36
Şekil 3.6a. Pnömatik hassas doğrudan ekim makinesi 36
Şekil 3.6b. Pnömatik hassas doğrudan ekim makinesi..... 37
Şekil 3.7a. Denemelerde kullanılan gübreli sıra arası çapa makinesi..... 37
Şekil 3.7b. Denemelerde kullanılan gübreli sıra arası çapa makinesi 38
Şekil 3.8a. Doğrudan ekim gübre atma makinesi 38
Şekil 3.8b. Doğrudan ekim gübre atma makinesi 39
Şekil 3.9a. Kendi yürür ilaçlama makinesi..... 39
Şekil 3.9b. Kendi yürür ilaçlama makinesi..... 40
Şekil 3.10. Denemelerde kullanılan biçerdöver..... 40
Şekil 3.11a. Denemelerde kullanılan traktör 41
Şekil 3.11b. Denemelerde kullanılan traktör 41
Şekil 3.12. Deneme planı krokisi..... 51

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Türkiye ve Dünyada yıllara göre mısır üretim durumu 3
Çizelge 1.2. Şanlıurfa'da yıllara göre mısır üretim durumu 3
Çizelge 1.3. Ceylanpınar'da yıllara göre mısır üretim durumu 4
Çizelge 1.4. Ceylanpınar TİGEM'de yıllara göre mısır üretim durumu 4
Çizelge 3.1. Deneme parsellerine ait bölgedeki meteorolojik veriler 31
Çizelge 3.2. Deneme alanına ait toprakların bazı özellikleri 31
Çizelge 3.3. Denemelere ait sulama programı 33
Çizelge 3.4. Denemelerde kullanılan tarım alet ve makinelerinin bazı teknik özellikleri 42
Çizelge 3.5. Kimyasal gübre üretiminde enerji tüketimi 47
Çizelge 3.6 Araştırmada kullanılan toprak işleme ve ekim yöntemleri 51
Çizelge 3.7. Yapılan işlemler ve işlemlerin tarihleri 52
Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan ekipmanlara ait yakıt tüketim değerleri 54
Çizelge 4.2. Yakıt tüketimi değerleri (l ha^{-1}) ve oranları 55
Çizelge 4.3. İkinci ürün dane mısır parselleri işletme değerleri 55
Çizelge 4.4. Yakıt–yağ tüketimi eşdeğer enerji girdileri ve oranları 58
Çizelge 4.5. İnsan işgücü eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları 59
Çizelge 4.6. Sulama eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları 60
Çizelge 4.7. Kurutma için elektrik eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları 62
Çizelge 4.8. Traktör ve alet–makina imalatının eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları 63
Çizelge 4.9. Kimyasal gübre eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları 64
Çizelge 4.10. Tohumluk eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları 65
Çizelge 4.11. Tarımsal ilaç eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları 66
Çizelge 4.12. Toprak işleme uygulamalarının ortalama enerji girdileri (MJ ha^{-1}) ve oranları 68
Çizelge 4.13. Toprak işleme yöntemlerinin enerji girdileri ve oranları 69
Çizelge 4.14. Toprak işleme uygulamalarının verim değerleri ve enerji çıktıları 72
Çizelge 4.15. Toprak işleme yöntemlerinin enerji etkinlik değerleri 73
Çizelge 4.16. Yöntemlerin ortalama enerji oranları 74
Çizelge 4.17. Yöntemlerin ortalama özgül enerji değerleri 75
Çizelge 4.18. Yöntemlerin ortalama enerji üretkenliği değerleri 76
Çizelge 4.19. Yöntemlerin ortalama net enerji verimi 76

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
”	İnç
AG	Agregat (imalat) enerjisi (Mj/ha)
B	Efektif iş genişliği (m)
BG	Beygir gücü
BIG	Birim insan işgücü (Mj/h)
^{o}C	Santigrat derece
cm	Santimetre
CT	Geleneksel yöntem
Ç/G	Çıktı–girdi oranı
da	Dekar
da/h	Dekar/saat
DE	Doğrudan ekim yöntemi
E	Traktör veya alet-makinanın birim ağırlığının üretimi için gerekli enerji miktarı (Mj/kg)
EE	Enerji etkinliği
EG_1	Doğrudan Enerji Girdisi (MJ ha^{-1})
EG_2	Dolaylı Enerji Girdisi (MJ ha^{-1})
EII	Efektif iş başarısı (Traktör ile birlikte kullanılan alet - makinanın efektif iş başarısı) (ha/h)
EÜ	Enerji üretkenliği (kg MJ^{-1})
G	Geleneksel toprak işleme
G	Traktör veya alet-makina ağırlığı (kg)
GJ/ha	Gigajoule/hektar
GT	Geleneksel toprak işleme
GTİanız	Anızlı toprak yüzeyinde yapılan geleneksel toprak işleme
h/ha	Saat/hektar
ha	Hektar
IG	İnsan işgücü (h/ha)
IIE	İnsan işgücü enerjisi (Mj/ha)
K	Koruyucu toprak işleme
K	Zamandan faydalanma katsayısı
kg/da	Kilogram/dekar
kg/ha	Kilogram/hektar
km	Kilometre
l/da	Litre/dekar
l/ha	Litre/hektar
m	Metre
Mcal/ha	Megakalori/hektar
Mj	Megajoule
MJ/ha	Megajoule/hektar
MJ/kg	Megajoule/kilogram
mm	Milimetre
MTİanızsız	Anızsız toprak yüzeyinde minimumum toprak işleme
NED	Net enerji değeri
NEV	Net Enerji Verimi (MJ ha^{-1})
NT	Toprak işlemsiz yöntemi
ÖE	Özgül Enerji (MJ kg^{-1})
S	İş başarısı (da)
S	Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim
t/ha	Ton/hektar
T	Traktör ve alet-makinaların kullanım ömrü
T	Zaman (h)
TEG_1	Toplam (doğrudan–dolaylı) enerji girdisi (MJ ha^{-1})
TEG_2	Toplam (yenilenebilir–yenilenemez) enerji girdisi (MJ ha^{-1})
ton/ha	Ton/hektar

V	Makine ilerleme hızı (km/h)
VZA	Veri zarflama analizi
YE	Yakıt enerjisi (Mj/ha)
YED	Yakıtın enerji değeri (Mj/l)
YG_1	Yenilenebilir enerji girdisi (MJ ha^{-1})
YG_2	Yenilenemez enerji girdisi (MJ ha^{-1})
YT	Yakıt tüketimi (l/ha)
TEÇ	Toplam enerji çıktısı (MJ ha^{-1})
TİGEM	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü
TİM	Tarım İşletmeleri Müdürlüğü
TL/da	Türk lirası/dekar
TÜM	Toplam ürün miktarı (kg ha^{-1})
Uy	Uygulama

1. GİRİŞ

1.1. Mısır Üretimi

Son yıllarda geleneksel toprak işlemenin topraktaki bazı olumsuz sonuçlara sebep olması nedeniyle, bu sisteme alternatif olabilecek koruyucu toprak işleme yöntemleri ve özellikle de bunların içinden doğrudan ekim yöntemleri hızla aratarak tarımımızın gündemine yerleşmektedir. Daha çok ürün ve kaliteli üretim ihtiyacı, tarımsal üretimde teknolojik gelişmelerden, yeni uygulama ve yöntemlerden daha verimli bir şekilde faydalanılmasını zorunlu kılmıştır. Bu nedenle birim alandan daha çok ürün alınması isteği teknolojinin ve girdilerin yaygın olarak kullanılması sonucunu ortaya çıkarmıştır. Sonuçta da birim alandan alınan ürün miktarında bir artış sağlanmıştır.

İnsanların beslenme ihtiyaçlarının büyük bir kısmı en ucuz enerji kaynağı olan hububatla karşılanmaktadır. Dünyada mısırın hububat üretimi içinde önemli bir payı vardır. Dünyada üretilen mısırın %27'si insan beslenmesinde veya gıda sanayinde hammadde olarak kullanılırken, yaklaşık %73'ü de hayvan yemi olarak tüketilmektedir. Bu oran ülkelere ve gelişme seviyelerine göre de değişiklik gösterebilmektedir (Cerit ve ark., 2002).

Ülkemiz açısından mısır tarımının önemi devamlı artmakta ve Türkiye mısır üretimi de sürekli artış göstermektedir. Üretimde maliyetler düşürülüp verim ve ürün kalitesini artırarak ülke ekonomisine katkı sağlamak gerekmektedir. Bunu sağlamak için de başta iyi ve kaliteli sertifikalı tohum kullanmakla beraber tekniğine uygun tarımsal üretim yöntemlerinin yerine getirilmesi gerekmektedir.

Bitkisel üretimde kullanılan enerjinin önemli bir kısmı toprak işleme için harcanmaktadır. En az maliyetle en yüksek gelir elde edilmesi tarımsal işletmelerin ana işlevidir. Ancak kullanılmakta olan geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretim sistemlerinde girdi maliyetlerinin yüksek olması ve toprak işleme öncesi anız yakma sonucu toprağa ve çevreye verilen zararlar nedeniyle tarımsal üretimde farklı toprak

işleme yöntemlerinin uygulamaya geçme zorunluluğunu da beraberinde ortaya çıkarmıştır. Birim alandan elde edilecek geliri artırma, üretimde verimi artırarak sağlanabildiği gibi, kullanılan üretim girdi ve işlem sayılarının azaltılması ile de mümkündür. II. ürün silajlık mısırda veya II. ürün dane mısırda birim alan için oluşan maliyetlerin önemli bir kısmı toprak işlemeden kaynaklanmaktadır. Tarımsal üretimde maliyet ve zamanlılık açısından değerlendirildiğinde toprak işleme ve tohum yatağı hazırlık işlemleri ikinci ürün üretiminde en önemli maliyet unsuru olarak ortaya çıkmaktadır.

İkinci ürün mısır tarımında bir önceki kışlık olarak yetiştirilen hububattan sonra tarlanın kısa zamanda işlenmesi, ekime hazır hale getirilmesi ve ekimin yapılması gerekmektedir. İyi bir tarla filiz çıkışının ve hasat dönemine kadar bitkinin güçlü ve sağlıklı bir gelişim göstermesi toprak işleme ve tohum yatağı hazırlama ile ekim yöntemlerine büyük ölçüde bağlıdır (Ulusoy ve Uçkan, 1986).

Dünya ve Türkiye'deki mısır üretimi Çizelge 1.1.'de, Şanlıurfa ili mısır üretim durumu Çizelge 1.2.'de, Ceylanpınar ilçesi mısır üretim değerleri Çizelge 1.3.'de ve Ceylanpınar TİGEM mısır üretim değerleri Çizelge 1.4.'de verilmiştir.

TÜİK verilerine göre Türkiye'de 1988 yılında toplam mısır ekiliş alanı 5 milyon dekar iken, 2014 yılında ise 6 586 450 dekar olmuştur. Üretim ise 1988 yılında 2 milyon ton iken 2014 yılında 5 950 000 ton olarak verilmiştir. Tane mısır, ülkemizde buğday ve arpa üretiminden sonra hububat üretiminde üçüncü sırada bulunmaktadır. Çizelge 1.1.'de görüldüğü gibi Türkiye'de de yıllar itibarı ile mısırın üretim alanı ve üretim miktarında dünyaya paralel olarak önemli bir artış göstermiştir (Anonymous, 2015).

Çizelge 1.1. Türkiye ve Dünyada yıllara göre mısır üretim durumu (FAO, 2015)

Yıllar	Türkiye			Dünya		
	Üretim Alanı (ha)	Tane Verimi (kg/ha)	Tane Üretimi (ton)	Üretim Alanı (ha)	Tane Verimi (kg/ha)	Tane Üretimi (ton)
1995	509 083	3 732.20	1 900 000	135 769 640	3 810.00	517 286 851
1996	549 513	3 639.60	2 000 000	139 351 901	4 206.10	586 134 845
1997	543 833	3 824.70	2 080 000	140 780 976	4 151.10	584 401 847
1998	545 121	4 219.20	2 300 000	138 672 446	4 435.40	615 072 804
1999	517 626	4 437.60	2 297 000	137 257 095	4 425.50	607 426 254
2000	552 820	4 160.50	2 300 000	136 929 614	4 323.60	592 030 667
2001	549 136	4 006.30	2 200 000	137 385 286	4 477.50	615 143 531
2002	498 064	4 216.30	2 100 000	137 531 115	4 388.40	603 544 019
2003	558 321	5 015.00	2 800 000	144 595 679	4 461.00	645 048 171
2004	544 705	5 507.60	3 000 000	147 519 096	4 945.20	729 511 789
2005	600 000	7 000.00	4 200 000	148 184 672	4 819.60	714 185 792
2006	528 284	7 213.90	3 811 000	148 355 831	4 771.90	707 932 497
2007	516 960	6 838.10	3 535 000	158 674 206	4 998.00	793 055 503
2008	593 710	7 198.80	4 274 000	163 144 832	5 082.80	829 236 755
2009	591 279	7 187.80	4 250 000	158 821 482	5 163.50	820 069 886
2010	593 552	7 261.40	4 310 000	164 027 782	5 190.30	851 348 928
2011	589 000	7 170.70	4 200 000	171 207 322	5 175.10	886 007 062
2012	622 600	7 388.40	4 600 000	178 808 025	4 889.30	874 240 510
2013	659 222	8 949.90	5 900 000	185 934 402	5 461.10	1 015 400 446
2014	655 663	9 074.80	5 950 000	184 662 544	5 622.90	1 038 330 655

Çizelge 1.2. Şanlıurfa'da yıllara göre mısır üretim durumu (Anonymous, 2015)

Yıllar	DANE MISIR		SİLAJLIK MISIR		HASIL MISIR		TOPLAM TANE ÜRETİM ALANI (da)	TOPLAM ÜRETİM MİKTARI (ton)
	Üretim Alanı (da)	Tane Üretimi (ton)	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Tane Üretimi (ton)		
1991	110	0	0	0	0	49	110	49
1992	160	27	0	0	0	6	160	33
1993	19 160	13 847	0	0	0	259	19 160	14 106
1994	1 290	624	0	0	0	0	1 290	624
1995	4 130	2 401	0	0	0	28	4 130	2 429
1996	19 630	7 677	0	0	0	334	19 630	8 011
1997	15 830	6 595	0	0	0	195	15 830	6 790
1998	16 520	9 115	0	0	0	1 996	16 520	11 111
1999	18 190	8 141	0	0	0	1 964	18 190	10 105
2000	20 280	8 431	0	0	0	2 242	20 280	10 673
2001	14 450	5 494	0	0	0	2 441	14 450	7 935
2002	33 360	10 740	0	0	0	11 396	33 360	22 136
2003	64 680	30 874	0	0	0	11 626	64 680	42 500
2004	72 830	49 536	4 090	22 501	1 940	8 862	78 860	80 899
2005	125 500	101 702	9 420	46 256	2 220	8 872	137 140	156 830
2006	108 761	88 013	11 400	57 000	2 250	9 000	122 411	154 013
2007	155 415	115 564	12 170	60 850	0	0	167 585	176 414
2008	248 555	186 078	39 170	194 850	0	0	287 725	380 928
2009	455 022	328 582	53 932	269 160	0	0	508 954	597 742
2010	708 981	453 006	37 826	188 930	0	0	746 807	641 936
2011	584 896	375 414	39 654	187 110	0	0	624 550	562 524
2012	843 420	608 991	40 734	121 879	0	0	884 154	730 870
2013	959 153	732 125	44 379	205 635	0	0	1 003 532	937 760
2014	809 463	581 560	83 479	386 086	0	0	892 942	967 646

Çizelge 1.2.'de görüldüğü gibi Şanlıurfa ilinde mısır üretim alanları sulama ile birlikte 1995 yılından itibaren hızla artmaya başlamıştır. TÜİK verilerine göre

Şanlıurfa'da 1991 yılında toplam mısır ekiliş alanı 110 dekar iken, 2014 yılında ise 892 942 dekar olmuştur. Üretim ise dane mısırda 1991 yılında hiç yokken 2014 yılında 809 463 ton olarak verilmiştir. Bu verilerle beraber, Dünyada ve Türkiye'de olduğu gibi (Çizelge 1.2.) Şanlıurfa'da da yıllar itibarıyla mısırın üretim alanı ve üretim miktarında önemli bir artış meydana gelmiştir (Anonymous, 2015).

Çizelge 1.3. Ceylanpınar'da yıllara göre mısır üretim durumu (TUİK, 2015)

Yıl	DANE MISIR			SİLAJLIK MISIR			HASIL MISIR			TOPLAM ÜRETİM ALANI (da)	TOPLAM VERİM (kg/da)	TOPLAM ÜRETİM (ton)
	Ekim Alanı (da)	Verim (kg/da)	Üretim (ton)	Ekim Alanı (da)	Verim (kg/da)	Üretim (ton)	Ekim Alanı (da)	Verim (kg/da)	Üretim (ton)			
2004	6 870	642	4 409	0	0	0	1 940	4 568	8 862	8 810	5 210	13 271
2005	7 170	882	6 327	0	0	0	2 220	3 996	8 872	9 390	4 878	15 199
2006	6 954	881	6 129	0	0	0	2 250	4 000	9 000	9 204	4 881	15 129
2007	10 089	781	7 883	0	0	0	0	0	0	10 089	781	7 883
2008	55 696	778	43 333	0	0	0	0	0	0	55 696	778	43 333
2009	71 958	760	54 697	3 975	5 000	19 875	0	0	0	75 933	5 760	74 572
2010	109 968	550	60 515	0	0	0	0	0	0	109 968	550	60 515
2011	126 424	570	72 117	2 386	2 400	5 726	0	0	0	128 810	2 970	77 843
2012	240 000	743	178 320	6 244	2 400	14 986	0	0	0	246 244	3 143	193 306
2013	269 163	760	204 488	6 812	4 100	27 929	0	0	0	275 975	4 860	232 417
2014	265 644	706	184 946	12 000	4 000	48 000	0	0	0	277 644	4 706	232 946

İkinci üründe sınırlı olan üretim periyodunda üretimde en az girdi maliyeti ile ana üründen sonraki yetiştirme periyodunun iyi değerlendirilmesi ile birlikte birim alandan sağlanan toplam üretim gelirlerini arttırmaktır.

Çizelge 1.4. Ceylanpınar TİGEM'de yıllara göre mısır üretim durumu

Yıllar	DANE MISIR		SİLAJLIK MISIR	
	Ekim Alanı (da)	Verim (kg/da)	Ekim Alanı (da)	Verim (kg/da)
2006	16 050	819.2	3 950	4 532
2007	17 100	827.2	3 000	4 250
2008	23 748	817.6	5 740	3 351
2009	39 365	711.8	3 674	2 696
2010	56 826	445.0	9 386	1 415
2011	91 826	534.9	10 558	2 033
2012	143 863	640.3	13 712	1 459
2013	174 708	880.0	5 973	3 867

Ceylanpınar TİGEM'de ilk defa 2008 yılında 1.200 da dane ve silaj mısırda deneme amaçlı doğrudan ekim yapılmış, 2009'da 2.875 dekara çıkarılmış ve 2010 yılında da anıza mısır ekim makineleri ile yaklaşık 40.000 dekar doğrudan anıza ekim yapılmıştır. 2011 yılında 100 689 dekar, 2012 yılında 181.252 dekar ve 2013 yılında 180 681 dekar olan ekiminin tamamı doğrudan anıza ekim olarak yapılmıştır.

Bu uygulama ülkemizde bu alandaki çalışmalara da öncülük etmiştir. Bölge çiftçileri bu uygulamaya yoğun ilgi göstermiş ve bu konuda zaman zaman üretim alanını ziyaret etmişlerdir. İlçe Kaymakamlığı ve Tarım İl Müdürlüğü önder çiftçileri işletmeye getirerek uygulama hakkında yayım çalışmaları yapmışlardır. 2012-2013 yıllarında yaklaşık olarak sadece toprak hazırlamada anıza ekim yönteminden dolayı dekar başına 22,0 TL/da tasarruf sağlandığı TİGEM kayıtlarında ifade edilmiştir.

1.2. Mısırın Tarımsal Üretiminde Toprak İşleme Sistemleri

Tarımsal üretimde tohumun toprağa ekim aşamasına kadar olan süreçte birçok farklı uygulama yapılmaktadır. Bunlar toprak işleme yöntemlerine göre tarımsal üretim sistemleri olarak adlandırılmaktadır. Toprak işleme yöntemlerine göre tarımsal üretim sistemleri; birinci ürüne ait anız ve bitkisel artıkların parçalanması, çeşitli toprak işleme makineleri ile toprağın işlenmesi, ekime hazır hale getirilmesi ve ekilmesi, gübre ve pestisitlerin toprağa veya bitkiye uygulanması işlemlerini içeren tüm uygulamaları kapsar. Toprak işleme yöntemlerine göre tarımsal üretim sistemleri iki temel grupta incelenmektedir. Bunlar; "Geleneksel Toprak İşlemeli Tarımsal Üretim Sistemleri" ve "Koruyucu Toprak İşlemeli Tarımsal Üretim Sistemleri" 'dir.

1.2.1. Geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri

Geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri daha çok sayıda toprak işleme makinesi kullanılan ve daha fazla toprakta tarla trafiği ve geçiş sayısı olan bir sistemdir. İşlenen toprakta ürün artıklarının önemli bir kısmı toprağa karıştırılmakta veya gömülmektedir. Ekimden sonra %30'dan daha az anızın toprak yüzeyinde bırakıldığı bir sistemdir. Toprak her yıl işleme derinliğinde işlenerek kabartılır. Bu işlemle aynı zamanda bitki artıkları ve yabancı otlar da toprağa gömülür veya karıştırılır. Toprak üst yüzeyi bitki ve anız artıklarından temizlenir ve tarla ekime hazır duruma getirilir. Birincil toprak işlemeden sonra tohum yatağı hazırlama işlemleri yapılır. Tohum yatağı hazırlamada çeşitli alet ve makinelerle kesekler

parçalanır, tarla yüzeyi düzeltilir ve ekimde de tohumun bırakıldığı bölge bastırılarak sıkıştırılır.

1.2.2. Koruyucu toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri

Koruyucu toprak işlemeli tarımsal üretim sistemlerinde pulluk toprak işlemede devreden çıkartılmıştır. Toprağı yırtarak işleyen çizel, kültivatör ve tırmık gibi aletler kullanılmaktadır. Bu sistemde birinci ürüne ait anız veya bitki artıklarının ya tamamı ya da bir kısmı tarla yüzeyinde kalacak şekilde işlem yapılmaktadır. Koruyucu toprak işlemeli tarımsal üretim sistemlerinin erozyon kontrolünde de olumlu etkileri olan bir sistemdir. Genel kural olarak, koruyucu toprak işleme tarımsal üretim sistemlerinde tarla yüzeyinin en az %30 oranında anız ve bitki artıkları ile kaplı olması istenir (Sağlam, R., 2010). Koruyucu toprak işlemenin geleneksel toprak işlemeye göre erozyonu azaltmak, zamandan tasarruf etmek, yakıt ve iş gücü gereksinimini azaltmak, toprak sıkışıklığını önlemek ve toprak yapısını korumak, toprakta organik madde miktarını artırmak ve üretim maliyetlerini azaltarak daha fazla gelir elde etmek gibi avantajları bulunmaktadır. Ancak, bu avantajlarının yanında bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Toprak üst katmanında bitki hastalık ve zararlı yoğunluğunda bir artış, yabancı ot kontrolü için ilaç kullanımının bazen zorunluluk oluşturması ile maliyet artışına ve dolaylı olarak çevre kirlenmesine yol açması gibi bir takım sorunları da bulunmaktadır. Koruyucu toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri kendi içinde altı ana başlıkta incelemek mümkündür. Bunlar şu şekilde sayılabilir (Sağlam, R., 2010);

1. Azaltılmış Toprak İşlemeli Tarımsal Üretim Sistemleri,
2. Malçlı Toprak İşlemeli Tarımsal Üretim Sistemleri,
3. Bantvari (Şeritvari) Toprak İşlemeli Tarımsal Üretim Sistemleri,
4. Toprak İşlemesiz Tarımsal Üretim Sistemleri (Doğrudan Ekim),
5. Doğrudan Sırta Ekime Yönelik Toprak İşlemesiz Tarımsal Üretim Sistemleri ve
6. Sıfır Toprak İşlemeli Tarımsal Üretim Sistemleridir.

1.2.2.1. Azaltılmış toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri

Geleneksel toprak işleme yöntemlerine göre toprağa daha az sayıda işlem uygulanan bir sistemdir. Kulaklı pullukların kullanımının devreden çıkartıldığı ve daha çok kombine toprak işleme makinelerinin ve toprağı yırtarak işleyen aletlerin kullanıldığı bir sistemdir. Burada uygulamaların sayısı azaltılarak tarla trafiği düşürülmektedir. Birim alan için enerji tüketimi daha az olan ve toprak yapısına olumsuz etkisi daha az olan toprak işleme makineleri kullanılmaktadır. Burada ortaya çıkan yabancı ot sorunu ise yabancı ot ilaçlaması ile veya toprak işleme aletleri ile kontrol altına alınmaktadır.

1.2.2.2. Malçlı toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri

Malçlı toprak işlemede temel anlayış yıl boyunca toprak yüzeyinin anız veya bitki örtüsüyle kaplı tutularak; erozyonu önlemek, toprağın su infiltrasyonunu iyileştirmek, toprak yüzeyinin güneşten etkilenmesini önlemek, yabancı ot gelişimini kısıtlamak, kaymak tabakası oluşumunu önlemek, filiz çıkış sorunlarını ve topraktan buharlaşma ile su kaybını azaltmaktır. Burada toprak işleme aleti olarak toprağı yırtarak işleyen çizel ve kültivatör, tırmık veya diskaro gibi aletler kullanılmaktadır. Pulluk bu sistemde kullanılmamaktadır. Yabancı ot mücadelesi ise ilaçlama veya çapa aletleri ile yapılmaktadır (Önal, 1995).

Tohumun anız veya bitki örtüsüyle kaplı malçlı toprak yüzeyine ekiminde başarılı olabilmek için ekim Makinesinin başarısının yanında, ekimden sonra tohum yatağı bölgesinde oluşan fiziksel ve kimyasal değişimler de etki etmektedir. Bu sistemde ekimde tohumun ekileceği bölgenin anızdan temizlenmesi gerekir. Bu amaçla özel ekici ayaklar kullanılır. Dalgalı yapıda özel kesici diskler ile veya kama yapılı çizi açıcı ayaklara sahip uygun ekim makinelerinin kullanılması gerekmektedir (Aykas ve ark., 2005; Sağlam, R., 2010).

1.2.2.3. Bantvari (şeritvari) toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri

Tohum yatağı hazırlığı için ekim öncesi veya ekim sırasında tarla yüzeyinin yaklaşık %30-40 oranında işlenmesine izin veren koruyucu toprak işleme uygulamasıdır. Bu uygulamada toprak işleme genellikle ekimle beraber yapıldığı gibi ayrı da yapılabilmektedir. Yetiştirilecek bitki sıra arası genişliğinin % 30-40'ı işlenir, diğer bölgeler anızlı bir şekilde örtülü bırakılır. Bu işlemle tohumun ekileceği bölgedeki 20-40 cm genişliğinde bir bant işlenir ve uygun tohum yatağı hazırlanır. İşlenmeyen diğer kısımlarda sıra arasında bırakılan anız ve bitki artıkları ile erozyon ve buharlaşma kayıplarının azaltılarak, yabancı ot gelişiminin önlenmesi de mümkün olabilmektedir. Bu sistem anıza ekim ve azaltılmış toprak işlemeli sistemlerin kombinasyonu şeklindedir. Her iki yöntemin avantaj ve dezavantajları uygun şekilde ve üretimi olumlu etkileyecek biçimde kombine edilmiştir (Godwin, 1990; Sağlam, R., 2010).

1.2.2.4. Toprak işlemesiz tarımsal üretim sistemleri

Toprak işlemesiz tarımsal üretim sistemleri doğrudan ekim veya anıza ekim olarak ta adlandırılmaktadırlar. Ana ürünün hasadından sonra, yetiştirilecek ürün için bu sistemde ekimden önce hiçbir toprak işleme yapılmamaktadır. Ekim bir önceki bitkinin anızı üzerine direkt olarak yapılmaktadır. Doğrudan ekimde mevcut ekim makinelerinde bazı değişiklikler yapılarak veya özel üretilmiş anıza ekim makineleri ile yapılabilmektedir. Tohumlar anız içinde çalışabilen çizi açıcı ayakların açtığı çizilere yerleştirilmekte, üstleri toprak ve bitki artıkları ile kapatılarak özel baskı tekerlekleri veya aparatları ile bastırılmaktadır. Anıza ekim iklim ve toprak özelliklerinden önemli ölçüde etkilenir ve ayrıca ekim makinesinin yapısal özelliklerin ile yabancı ot mücadelesine ve zamanlamaya da önemli ölçüde bağlıdır.

Toprak işlemesiz tarımsal üretim sistemi olarak adlandırılan bu yöntemde yabancı ot en önemli sorunlardan biridir. Bu alanda yapılan çalışmalarda, eğer devamlı anıza ekim yapılıyor ise yabancı otun 4-5 yıl içinde sorun olmaktan önemli oranda çıktığı saptanmıştır (Zorita ve ark., 2003). Toprağın işlenmemesinden dolayı

ortaya çıkacak yabancı otlar için de ekim öncesi, çıkış öncesi veya çıkış sonrası yabancı ot ilaçlaması uygulanmaktadır (Sağlam, R., 2010).

Doğrudan ekim yapılan alanlarda ilerleyen yıllarda devam eden bir yabancı ot problemi oluşması durumunda, ekim öncesi mekanik mücadele uygulaması da yapılabilmektedir. Anıza doğrudan ekim uygulanan alanlarda, bitkilerin gelişme ve olgunlaşma süresince üst gübre verilmesi, çapa yapılması, sulama ve çapa amaçlı olarak sıra arasının karık açma ve boğaz doldurma şeklinde ikincil toprak işleme aletleri ile yapılabilmektedir. Yabancı ot kontrolü de bu şekilde bir ölçüde sağlanabilmektedir (Aykas ve ark., 2005; Sağlam, R., 2010).

1.2.2.5. Doğrudan sırta ekime yönelik toprak işlemesiz tarımsal üretim sistemleri

Tohumun ekileceği sırt olarak bir önceki üründen kalan sırtlar kullanılır. Ön bitkinin hasadından sonra sırtlar korunur ve bakım işlemleri sırasında da bozulmazlar. Herhangi bir sırt veya set için toprak hazırlığı yapılmamaktadır. Burada önceki yetiştirme döneminde sırt ya da sete yapılmış ürünlerin sırtları daha sonra yetiştirilecek bitki için önceden planlanır ve yetiştirme işlemleri bu durum dikkate alınarak devam ettirilir (Korucu, 2002; Sağlam, R., 2010; Zeren, 1984).

1.2.2.6. Sıfır toprak işlemeli tarımsal üretim sistemleri

Toprak işlenmeden, I. veya II. ürün için modifiye ekim makinesi veya özel doğrudan ekim makinesi ile toprağa tohumların ekildiği yöntemdir. Yetiştirme periyodu boyunca da bu sistemde toprağa mekanik bir işlem yapılmaz. Bu şekilde yapılan tarımsal üretime sıfır toprak işlemeli tarımsal üretim sistemi denilmektedir. Bu sistemde, birinci veya ikinci ürün bitkilerin tohumları önceki bitki hasat edilir edilmez işlenmemiş tarlaya doğrudan ekim yapılmaktadır. Yöntemde, bitkinin gelişme periyodu süresince sulama, çapalama ve gübreleme amacıyla herhangi bir toprak işleme aletiyle işlem yapılmamaktadır (Sağlam, R., 2010).

Modern anlamdaki sıfır toprak işlemeli tarımın gündeme gelişi yeni olmakla beraber, uygulanması çok daha eskilere dayanmaktadır. Doğada da insan elinin değmediği alanlardaki bitki gelişimleri de bu yolla oluşmaktadır. Bu doğal sistem, dünyadaki her yer için geçerlidir. Çünkü tropikal bölgelerden çöllere kadar, dışarıdan herhangi bir araçla toprakta bir işlem yapılmadığı halde bitkisel üretim döngüsü devam etmektedir.

Özellikle 1950'li yıllardan itibaren bazı maddelerin herbisit özellikleri öğrenildikten sonra geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretime alternatif olacak üretim sistemleri geliştirilmeye başlanmıştır. Özellikle "paraquat" etkili maddeli herbisitler "toprak işlemesiz tarım" dönemini başlatmıştır. 1966'da ABD'de ilk kez anıza ekim makinesi seri üretilerek kullanılmaya başlanmıştır (Zorita ve ark. 2003).

Sıfır toprak işlemenin geleneksel toprak işlemeye göre %50-75 oranında daha az toplam makine gereksinimi vardır. %50-80 oranında daha az yakıt tüketimi, %60-80 oranında da daha az çalışma zamanına ve makine yatırım maliyetlerinde de %40'a varan tasarruflar sağlayabilmektedir (Korucu, 2002; Aykas ve ark., 2005; Sağlam, R., 2010; Zeren, 1984).

1.3. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Tarımsal üretim işlemlerinde kullanılan girdilerin toplam enerji değerinin, elde edilen ürünün enerji değeri ile karşılaştırılması, üretim verimliliğinin değerlendirilmesi için daha gerçekçi bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Enerji çıktı/girdi analizleri, genellikle enerji etkinliğini ve çevresel etkiyi ölçmek için yapılan çalışmalardır. Çıktı/girdi oranının düşük değerde çıkması üretimde kullanılan girdilerin etkin kullanılmadığını göstermektedir. Girdilerin verimli kullanılmaması bazı sorunların da ortaya çıkmasına neden olmakta ve üretim maliyetlerini yükselterek çevrenin zarar görmesine ve israfa neden olmaktadır. Tarımsal üretim faaliyetlerinde enerjinin etkinlik değerini artırmak için ya verim değerinin artırılması ya da girdilerin en aza indirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada; geleneksel toprak işleme, koruyucu toprak işleme ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim uygulamalarının ikinci ürün dane mısır tarımında enerji parametrelerini belirlemek amacıyla denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak sulu tarım koşullarında yapılmıştır.

Tez çalışmasında, geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretim sistemi ile koruyucu ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim uygulamalarının ikinci ürün mısır tarımında enerji ölçüm parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Sıfır toprak işleme uygulamaları, toprak nemini koruması erozyonu ve üretim giderlerini azaltması nedeniyle geleneksel ekim yöntemine alternatif olarak kabul edilmiştir. Sıfır toprak işleme öncelikle, toprağa etkin bir şekilde batabilen ve tohumu istenen derinliğe yerleştirebilen bir ekim makinesi gerektirmektedir. Bu makinelerin satın alma bedellerinin yüksek olmasının yanı sıra, çiftçinin de direk ekim uygulamalarından habersiz olması, sıfır toprak işlemenin yaygınlaşmamasındaki en önemli engellerdir.

Ancak, son yıllarda sulu tarım alanlarının artması ve çiftçinin minimum masraf ile maksimum kazanç anlayışı ile beraber ikinci ürün tarımı da yaygın olarak yapılmaya başlanmıştır. Üreticiler, anız yakmak suretiyle bitki artıklarını çok kolay ve masrafsız bir şekilde kaldırarak ana ve ikinci ürün ekimini gerçekleştirmektedirler. Ancak, anızı yakarken toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile toprak verimliliği ve biyolojik dengeye olan olumsuz etkilerinin farkında değildirler.

İkinci ürün mısır ekiminde zaman çok önemlidir. Hasat edilen alanın üzerine, verimin yüksek olabilmesi için kısa sürede ekim yapılması gerekmektedir. Bu süre de, koruyucu toprak işleme ve sıfır toprak işlemeli doğrudan yöntemlerinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Ülkemizde yeni gelişmekte olan makine maliyeti yüksek olan sıfır toprak işleme yöntemlerinin doğrudan ekim ve geleneksel toprak işleme yöntemlerine göre ne kadar yararlı ve ne kadar zararlı olduğunun belirlenmesi.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Koruyucu toprak işleme, enerji verimliliği ve enerji girdi-çıktı analizleri ile ilgili olarak daha önce yapılan çalışmaların incelenmesi yapılmış ve bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Alpkent (1984), tarımsal üretim işlemleri içinde en çok enerji tüketimi toprak işlemede olduğu, yaklaşık olarak kullanılan enerjinin %60'nın bu amaçla tüketildiği ve kulaklı pullukla toprak işlemenin bu enerji gereksinimini maksimum seviyeye çıkardığını belirtmiştir.

Crowell ve Bowers (1986), beş farklı toprakta, farklı bitkilerin üretiminde üç toprak işleme ve ekim yöntemini incelemişlerdir. Bunlar geleneksel yöntem, çizel-diskarolu yöntem ve doğrudan ekim yöntemleridir. Bu yöntemlerin güç gereksinimi, yakıt tüketim değeri ve zaman kullanım değerleri incelenmiştir. Yöntemlerin yakıt tüketimlerini sırasıyla 25.84, 17.17, ve 0.69 l/ha olarak saptamışlardır.

Kasap ve ark. (1989) çalışmalarında; geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretim yöntemine göre anıza ekim yönteminin 3.31 l/da, çizel yönteminin ise 2.31 l/da daha az yakıt tükettiğini saptamışlardır. Buna karşın toprak işlemedeki işlem ve geçiş sayılarının azalmasının yabancı ot sorununun arttırdığı saptanmıştır. Doğrudan ekimde enerji tasarruf edilirken, erozyonun da %90 oranında azaltılabildiği, anızın toprak nemini koruduğu, zaman tüketimi ve işgücü kullanımının azaldığı saptanmıştır.

Karakaya ve Yıldız (1990), Çukurova'da pamuktan sonra yetiştirilen buğdayda toprak işleme ve ekim yöntemlerini incelemişlerdir. Araştırmada buğdayda uygulanan farklı toprak işleme ve ekim yöntemlerinin verime istatistiki olarak önemli bir etkisi olmadığını, zaman tüketimi ve ekonomiklik açısından ise en uygun yöntemin, ekimin serpme olarak yapıldığı toprağın yüzeysel işlendiği uygulamada saptamışlardır.

Arshad vd. (1991), çeltikten sonra yetiştirilen buğday için, toprak işlemede girdileri azaltmak ve kısa zamanda buğdayı ekmek için sıfır toprak işlemeli tarımsal üretim sistemini denemişlerdir. Bu yöntem tarla şartlarında çiftçi uygulamaları yapılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve toprak işleme maliyetinin %79 oranında azaltıldığı ve tane veriminde de %20 oranında artış sağlandığı saptanmıştır.

Toros (1991), Çukurova'da buğday ve 2. ürün soyada enerji tüketimlerini incelemiştir. Buğdayda alet ve makine enerji girdisi %13 olurken, gübre enerji girdisi %62.5 olarak yüksek bir değer çıkmıştır. Aynı şekilde soyada ise alet ve makine için enerji girdisi %37 ve gübrede de %29 olarak saptanmıştır.

Yalçın ve Sungur (1991), Ege'de tahıldan sonra 2. ürün mısır üretiminde toprak işleme alet kombinasyonlarını ve doğrudan ekim yöntemlerini kullanarak toprağa, bitki gelişimine ve verim değerlerine olan etkilerini incelemişlerdir. Toprak işleme alet kombinasyonlarının toprak nemini koruduğu, düşük penetrasyon direnci ile sıkışıklığı azalttığı, iyi bir toprak por hacmi sağladığı, daha az yabancı otlanma, daha iyi bir bitki gelişimi ve daha yüksek verim sağladığını saptamıştır. Ancak, üç kat daha çok yakıt tüketimi ve daha büyük çeki gücü gereksinim olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Ahmad ve ark. (1994), toprak işlemesiz sistemin buğday ekimine uygunluğu ve geliştirilmesi konulu bir araştırma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada toprak işlemesiz sistemin Pakistan'ın Punjab bölgesinde buğday-çeltik üretimine uygunluğu araştırılmıştır. Doğrudan ekim sisteminin, geleneksel toprak işleme uygulamalarıyla karşılaştırıldığında yaklaşık 24 gün daha erken buğday ekimine izin verdiği ve böylece verimin daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Düşük maliyetli ekim makinesi tasarımı ve geliştirilmesinin Pakistan'ın bölgesel koşullarında teknik olarak oldukça ekonomik olduğu, ekim makinesinin daha hafif ve mevcut 35 kWT'lık bir traktörle kolay bir şekilde çalıştırılabileceği açıklanmıştır. Üreticinin toprak işlemesiz sistemi kullanarak 100 US$/haTlık bir kazanç sağladığı görülmüştür. Eğer PunjabTn çeltik-buğday alanlarının %60'ında doğrudan ekimle buğday ekimi yapılırsa 38.6 milyon L

Disel yakıtında tasarruf sağlayacağı bunun ise 231.3 Milyon Pupee'lik bir kazanç anlamına geldiği belirtilmiştir.

Burt ve ark. (1994), geleneksel ve korumalı toprak işlemede tarla trafiği dolayısıyla harcanan enerji ile ilgili araştırma yapmışlardır. Sonuçta, ürün işletiminde enerji gereksinimi üzerinde tarla trafiğinin önemli bir etkiye sahip olmadığını göstermiştir. Buğday anızında yapılan şeritsel toprak işleme, diskli makinelerle toprak işleme, kültivatörle işleme, dip kazanla işleme ve ekim işlerini içeren geleneksel toprak işleme uygulamalarından yaklaşık olarak %50 daha az enerjiye gereksinim duyulduğu ortaya konulmuştur.

Özmerzi ve Barut (1994), geleneksel toprak işleme ile anızlı toprakta azaltılmış toprak işleme yöntemini incelemişlerdir. Azaltılmış toprak işlemeli tarımsal üretim yönteminin toprakta fiziksel özelliklerde iyileşmeyi, organik maddede artışı, tarla makine trafiğinde azalmayla birlikte iş gücünde, zamanda ve yakıt tüketiminde de azalmayı sağladığını açıklamışlardır.

Sungur ve ark. (1994), Ege Bölgesi'nde 2. ürün mısırda üretiminde 4 yıl süreli bir çalışma yapmışlardır. Farklı toprak işleme sistemlerinin zaman-yakıt tüketimi, iş verimi, bitki gelişimi ve ürün verim değerlerini incelemişlerdir. Sonuç olarak zaman-yakıt tüketim değerinin doğrudan ekim sisteminde en iyi sonucu verdiğini, verim değerleri yönünden ise rototiller-kültivatör ile işleme ve alet kombinasyonunun en yüksek değerleri verdiğini saptamışlardır.

Borin ve Sartori (1995), mısırda toprak işleme yöntemlerini iş verimi ve verim değerlerin açısından incelemişlerdir. Çalışmada azaltılmış toprak işleme yönteminde iş veriminin 1.62 ha/h, ürün veriminin 7.8 t/ha; geleneksel toprak işlemede iş veriminin 1.29 ha/h, ürün veriminin 8.7 t/ha; doğrudan ekim yönteminde ise iş veriminin 0.98 ha/h ve verim değerinin de 6.0 t/ha olarak gerçekleştiğini saptamışlardır.

Özgüven ve ark. (1995), ikinci ürün mısır tarımında koruyucu toprak işleme yöntemleri üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada, Çukurova Bölgesinde en önemli üretim kollarından birisi haline gelen ikinci ürün tane mısır tarımında; buğday anızının yakıldığı geleneksel toprak işlemeli yöntem ve anızın yakılmadığı ve dönerek toprağın işlendiği makinelerle yapılan uygulamaları araştırmışlardır. Araştırma sonunda; koruyucu toprak işlemeli yöntemlerin birim alan başına makine ve işgücü zamanı gereksinimleri, yakıt tüketimleri ve ürün geliri açısından önemli avantajlar sağladığı belirtilmiştir.

Metinoğlu ve Eker (1996), Tokat bölgesinde sulu buğday üretiminde alet ve makinelerin yakıt-zaman tüketimleri ve makine işgücü ihtiyaçlarını saptamak amacıyla araştırma yapmışlardır. 1 ha'lık (66,67 m × 150 m) boyutlarındaki parsellerde, makinelerin iş verimlerini ve yakıt tüketimlerini tespit etmişlerdir. Yakıt tüketiminin 46.08–47.20 l/ha, işgücü ihtiyacının 10.454–10.651 Adam-h/ha ve makine işgücü ihtiyacının ise 7.311–7.390 makine-h/ha arasında değiştiğini saptamışlardır.

Ömerzi ve Barut (1996), Antalya'da II. ürün susamda farklı toprak işleme yöntemlerini araştırmışlardır. En az makine çalışma süresi 11.91 h/ha ile Anızsız+Azaltılmış toprak işleme+serpme ekim yönteminde, en fazla makine çalışma süresinin ise 18.00 h/ha ile Anızlı+Geleneksel toprak işleme+tek dane ekim yönteminden elde edildiğini belirtmişlerdir. Toprak işleme yöntemlerine göre bitki filiz çıkışları arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmasına karşın, verimler arasındaki farkın olmadığını saptamışlardır.

Sağlam ve ark. (1996), Harran Ovasında II. ürün mısırda dört toprak işleme yöntemi üzerine çalışmışlardır. Yöntemlerin toprak özelliklerine ve verim değerlerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada; "kültivatör+merdane", "rototiller", "kulaklı pulluk+rototiller anız yakılmış" ve "kulaklı pulluk+rototiller anız yakılmamış" yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemlerden toprak penetrasyon direnci en fazla olan 1. yöntem olan "kültivatör+merdane" olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan tarımsal işlemlerin kira bedelleri 1. Yöntemde en az olmasına rağmen, verimin 4 430 kg/ha gibi düşük bir değerde olması, yöntemin kullanılabilirliğini önemli ölçüde

sınırlamaktadır. Bunun yanında 2., 3., ve 4. yöntemlerde verimler sırası ile 8 960, 7 934 ve 9 234 kg/ha gibi verimler elde edilmiştir. Pulluğun kullanıldığı 3. ve 4. yöntemlerde yakıt tüketimleri ve kira bedelleri yöntemler içinde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Yöntemleri karşılaştırdığımızda yapılan işlemler ve üretim maliyetleri ile elde edilen verim değerleri açısından 2. yöntemin bölgede ikinci ürün mısır tarımı için kullanılabilir ve ekonomik bir toprak işleme yöntemi olduğu sonucuna varmışlardır.

Yalçın ve ark. (1997), buğday tarımında toprak işleme yöntemlerini incelemişlerdir. Verimler arasında istatiki olarak önemli bir fark bulunamamış, ancak yakıt tüketimindeki farkın önemli olduğu saptanmıştır. Verimde en yüksek 4 590 kg/ha ve en düşük yakıt tüketim değeri olarak 9.3 l/ha doğrudan ekim yönteminden elde edilmiştir. Sonuç olarak doğrudan ekim yönteminin verim ve yakıt tüketim değerleri nedeniyle tercih edilebileceğini ifade etmişlerdir.

Kosutic ve ark. (1999), kışlık buğday üretiminde geleneksel, koruyucu ve doğrudan ekim sitemlerinin enerji gereksinimleri konulu bir araştırma yürütmüşlerdir. Geleneksel toprak işleme sisteminin en fazla enerji tüketimine gereksinim duyduğu saptanmıştır. Geleneksel toprak işlemeyle karşılaştırıldığı zaman pulluk ve kombine makinelerin kullanıldığı azaltılmış toprak işleme sisteminde hektara %16.1, koruyucu toprak işleme I'de %26.9, koruyucu toprak işleme II'de %48.8 ve doğrudan ekimde %87.0 daha az enerjiye gereksinim duyulduğunu hesaplanmışlardır. En yüksek verim değeri 5.89 t/ha ile koruyucu toprak işleme II sisteminde elde edilirken, bunu 5.75 t/ha ile geleneksel toprak işleme, 5.73 t/ha ile doğrudan ekim ve 5.51 t/ha ile koruyucu toprak işleme I sistemi izlemiştir. En düşük verim değerinin ise 5.27 t/ha ile azaltılmış toprak işlemede elde edilmiştir.

Nozdrovicky ve ark. (1999), farklı toprak işleme sistemlerinin toprak özellikleri ve verime etkilerini üzerine çalışmışlardır. Azaltılmış ve toprak işlemesiz sistemde toprak porozitesinin daha düşük olduğunu saptamışlardır. Ancak, toprak işleme yöntemlerinde istatistiki olarak porozite yönünden önemli bir farklılık olmadığını saptamışlardır. Toprak işlemesiz yöntemlerin toprak profillerinde

porozite değerlerini ve toprağın fiziksel durumunu dengeleyerek iyileştirdiğini belirtmişlerdir.

Singh ve ark. (1999), Hindistan Pencap bölgesinde, pamuk üretiminde enerji girdilerini incelemişlerdir. Toplam enerji girdileri ve verim değerleri arasındaki farklılıkları matematiksel denklemlerle açıklamışlardır. Araştırmada, toprak işleme, sulama ve yabancı ot ilaçlaması için harcanan enerjinin üretimde kullanılan toplam enerji içerisindeki payının %75 olduğu sonucuna varmışlardır.

Yalçın (1999), farklı toprak işleme ve pamuk ekim tekniklerini Aydın yöresi koşullarında incelemiştir. Hassas toprak işleme yönteminin, geleneksel toprak işleme yöntemine göre, işgücü kullanımı açısından %40.15, toplam enerji tüketimi bakımından %37.97 oranında daha avantajlı olduğunu saptamıştır. Pamuk üretiminde koruyucu toprak işleme yöntemlerinden biri olan hassas toprak işlemenin, Aydın ili bölgesinde uygulanabileceğini açıklamıştır.

Önal ve Aykas (2000), çalışmalarında, alternatif toprak işleme ve ekim yöntemleri ile geleneksel toprak işleme yöntemlerinin iş başarıları, insan ve traktör iş gücü gereksinimleri ve enerji tüketimlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Sonuç olarak Ege Bölgesi koşullarında, pullukla gerçekleştirilen geleneksel toprak işleme yerine rototillerle yapılan azaltılmış toprak işlemenin uygulanması durumunda daha düşük düzeyde kültürel enerji tüketimiyle daha yüksek buğday verimi elde edilmesinin mümkün olacağı belirtilmiştir. Ayrıca enerji tasarrufuna ve çevre korumaya katkısı yönünden, iklim ve toprak koşullarının izin verdiği durumlarda herbisit yerine döner çapa ile yabancı ot mücadelesinin yapılması tavsiye edilmiştir.

Sağlam ve ark. (2000), Şanlıurfa-Harran ovasında 2 yıllık olarak ikinci ürün susamda; Buğday + II. ürün susam şeklinde kurulan denemelerde, 4 farklı toprak işleme ve 4 farklı ekim yöntemi ile ekim yapılmıştır. II. ürün susamda en iyi verimin sağlandığı toprak işleme ve ekim yöntemi incelenmiştir.

Yiridoe ve ark. (2000), killi topraklarda uygulanan alternatif toprak işleme sistemlerinin işletme karlılık analizi konulu çalışmalarında, mısır ve soya

münavebesinin yapıldığı iki killi toprakta yedi korumalı toprak işleme uygulaması ile geleneksel toprak işleme uygulamasını (GT), ürün verimi, üretim masrafı ve net karlılık değerleri bakımından karşılaştırmışlardır. Her iki bölgede de elde edilen mısır ve soya verimi her ne kadar GT uygulamasında daha yüksek gibi görünse de istatistiksel olarak uygulamalar arasında verim yönünden önemli bir fark olmadığım tespit etmişlerdir. En düşük işletme gideri, azaltılmış toprak işleme uygulamalarında elde edilirken, yüksek makine giderleri ve ilave herbisit gereksiniminden dolayı en yüksek işletme gideri ise toprak işlemesiz iki uygulamada elde etmişlerdir. Belirli bir bölge için mısır-soya üretim sistemlerindeki ortalama net karın GT uygulamasında en yüksek ve toprak işlemesiz uygulamada da en düşük olmasına rağmen, GT ve korumalı toprak işleme uygulamaları arasında net kar bakımından istatistiksel olarak bir fark olmadığı da belirtilmiştir.

Bayhan ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada Tekirdağ'da ikinci ürün silajlık mısır üretiminde geleneksel toprak işleme yöntemlerinin yerini alabilecek alternatif koruyucu yöntemlerini araştırmışlardır. İki yıl süren araştırmada toprağa ve bitkiye olan etkileri ile güç ve yakıt tüketimleri ve iş verimleri incelenmiştir. Doğrudan ekim yönteminde veriminin düşük olmasına karşın yakıt tüketimi ve güç gereksiniminin diğer bazı yöntemlerden düşük olması nedeniyle düşük üretim maliyetine sahip olduğu için verimliliğin yüksek olması nedeniyle uygulanabileceğini ifade etmişlerdir.

Korucu (2002), Çukurova Bölgesinde ikinci ürün mısırın doğrudan ekimi olanakları konusunda yaptığı 2 yıl süreli çalışmasında; tüm parsellerde hasat sonrası topraktaki organik madde miktarının arttığını belirtmiştir. En yüksek verim değeri 6831 kg/ha ile geleneksel yöntemde elde edilirken, bunu 6 758 kg/ha ile istatiki olarak önemsiz de olsa "ikiz düz disk + 8 dalgalı diskle alçak anıza yapılan doğrudan ekim yönteminin" izlediğini saptamıştır.

Avcı ve ark. (2003), Orta Anadolu'da kuru şartlarda sıfır toprak işlemenin zamanında ve uygun yabancı ot ilaçlamaları ile yapıldığında, geleneksel nadasın yerini alabileceği ve toprak işleme maliyetlerinde de %50'den fazla tasarruf sağlayabileceğini açıklamışlardır. Her yıl arka arkaya buğday üretiminin brom otu

yoğunluğunu artırdığı, sıfır toprak işleme yönteminde ise bunun daha da artığı, buna karşılık sıfır toprak işleme yönteminin su tüketimini azalttığı, üretim maliyetleri açısından daha ekonomik olduğu ve erozyon ve sürdürülebilirlik açısından da büyük öneme sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Aykas ve ark. (2003), geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretim sisteminin koruyucu toprak işlemeli tarımsal üretim sistemlerine göre özellikle de doğrudan ekim sistemine göre ilk satın almada makine yatırım maliyetleri, bakım onarım giderleri ve işgücü maliyetleri bakımından yüksek girdi değerlerine gereksinim duyulduğunu açıklamışlardır. Doğrudan ekimde enerji verimliliğinin %25-100 oranında artabileceği ve enerji tüketiminin de %15-50 azalabileceğini belirtmişlerdir.

Yalçın ve ark. (2003), Ödemiş'te anıza ekim ve azaltılmış toprak işlemeli dip kazan uygulamasının buğdaydan sonra II. ürün silajlık mısırda, kuru ve tavlı koşullarda iki farklı toprakta doğrudan ekim yöntemi ile denemişlerdir. Parsellerde yabancı ot ilaçlaması yapılmamıştır. Araştırmada, mısır silaj verimi tavlı toprakta ortalama olarak 7 600 kg/da, kuru toprakta ise ortalama 6 019 kg/da bulunmuştur. Tavlı ve tek doğrultuda dip kazan çekilen parsellerde en yüksek verim 8 412 kg/da olarak elde edilmiş, tavsız toprakta ekim yapılan geleneksel toprak işleme yönteminde de en düşük verim 4 873 kg/da elde edilmiştir. Ancak, yapılan istatistiki değerlendirmelerde verimde yöntemler arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Çakır ve ark. (2003), İzmir Ödemiş'te geleneksel yöntem ile özel doğrudan ekim makinesi ve geleneksel ekim makinesi ile buğdayın doğrudan ekim yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Geleneksel toprak işlemeli ekimde toprak çizel, diskaro ve sürgü alet kombinasyonu ile işlenmiştir. Doğrudan ekim yöntemleri karşılaştırıldığında; özel doğrudan ekim makinesi ile yapılan ekimin ve geleneksel ekim makinesi ile yapılan doğrudan ekime göre %13 daha yüksek verim sağladığı saptanmış, yakıt tüketimi ve iş verimi yönünden ise bir fark bulunamamıştır.

Sürek (2004), ekim nöbetinin üç farklı uygulamasında geleneksel yöntem ile sıfır toprak işleme yöntemlerinin verime ve toprağın fiziksel özelliklerine etkisi

konusunda çalışmıştır. Farklı toprak işleme yöntemlerinin her üç ekim nöbetinde de toprak özelliklerine etkisinin önemsiz olduğunu saptamıştır. En yüksek verim nadas-buğday ekiminde, daha sonra baklagil-buğday ekiminde ve en düşük verim de buğday-buğday ekiminde elde etmiştir. Sıfır toprak işleme sisteminin üretim maliyetleri yönünden en uygun yöntem olduğu sonucuna ulaşmıştır. İki yıllık bir sürenin toprak işleme yöntemlerinin toprağın fiziksel özelliklerine etki etmesi yönünden yetersiz olduğunu, bu nedenle daha çok yıllık çalışmalara gereksinim duyulacağını ifade etmiştir.

Anastasios ve ark. (2005), silajlık mısır tarımında doğrudan anıza ekim, azaltılmış toprak islemeli tarımsal üretim ve geleneksel toprak islemeli tarımsal üretim yöntemlerinin filiz çıkısı, ürün verimi, iş gücü kullanımı ve yakıt tüketimine olan etkilerini araştırmışlardır. Doğrudan anıza ekim ve azaltılmış toprak islemeli tarımsal üretim yöntemlerinde, toplam zaman gereksiniminde %35.9 ve %5.6, yakıt tüketiminde ise %36.0 ve %7.2'lik tasarruf sağlandığını saptamışlardır.

Kosutic ve ark. (2005), Hırvatistan'da 1996 ile 1999 yıllarında 3 yıl süreyle "mısır-kışlık buğday-soya" üretiminde geleneksel toprak işleme, azaltılmış toprak işleme ve sıfır toprak işlemeli tarımsal üretim yöntemlerini enerji ve verim yönünden incelemişlerdir. Geleneksel toprak işleme yöntemine göre enerji gereksinim değerleri azaltılmış toprak işlemede %37.5, sıfır toprak işlemede ise %85.1 daha az bulunmuştur. İşgücü kullanımı yönünden ise azaltılmış toprak işleme yönteminde %43-46, sıfır toprak işlemeli tarımsal üretim yönteminde ise %76-80 oranında daha ekonomik olarak bulunmuştur. Üretimi yapılan ve ekim nöbetine dahil edilen ürünlerin verimleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Öztürk ve Ören (2005), Güneydoğu Anadolu'da pamuk üretiminde enerji çıktı/girdi değerini 2.38, birim ürün için özgül enerjiyi ise 10.52 MJ/kg ve enerji üretkenliğini de 0.095 kg/MJ olarak bulmuşlardır. Enerji girdilerinde en yüksek pay yakıt-yağ enerjisinde %41.24 oranı ile ortaya çıkmıştır, bunu gübre enerjisi %34.63 değeriyle takip etmiştir.

Bayhan ve ark. (2006), Trakya'da ikinci ürün silaj mısırda koruyucu toprak işleme sistemlerini araştırmıştır. Azaltılmış toprak işleme ve anıza ekim yöntemlerinde 2 yıllık bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada 5 farklı toprak işleme yöntemini ve anıza ekim yöntemlerini karşılaştırmışlardır. En yüksek verim toprak işleme alet kombinasyonun kullanıldığı yöntemden 69.32 ton/ha olarak elde edilmiştir. En düşük verim değeri ise diskli tırmıkla yapılan toprak işleme yönteminden 58.92 ton/ha olarak elde edilmiştir. Yakıt tüketimi, güç gereksinimi ve toprakla ilgili özellikler için ise doğrudan ekimin en iyi sonuçları verdiğini belirtmişlerdir. İkinci ürün silajlık mısır tarımında en uygun yöntemlerin azaltılmış toprak işlemeli tarımsal üretim yöntemi ve anıza ekim yöntemleri olarak önermişlerdir.

Kayhan ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada, Kırklareli ilinde Sarımsaklı TİM arazisinde, geleneksel çiftçi uygulaması (A) ile azaltılmış toprak işleme (B, C ve D) yöntemlerini çakılı tarla denemeleri şeklinde yürüttükleri araştırma ile incelemişlerdir. Dört yıllık çalışma sonucunda; azaltılmış toprak işleme yöntemlerinin (B, C ve D) çiftçi uygulaması (A)'ya oranla verimde önemli bir fark yaratmadığı, buna karşın önemli oranda yakıt tüketiminde azalma sağladığı ve bunun sonucu olarak ta ekonomik değerlendirmelere göre net karda artış sağlandığı saptanmıştır.

Öztürk ve ark. (2006), ikinci ürün mısırda dört farklı toprak işleme yöntemi kullanarak enerji girdi-çıktı değerlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada anızlı ve anızsız olarak; azaltılmış toprak işleme ile geleneksel toprak işleme yöntemlerini denemişlerdir. Farklı toprak işleme yöntemlerinin bitki sıklığını istatistiki olarak etkilemediği, buna karşın verim değerlerinin arasında yöntemler bakımından istatistiki olarak önemli oranda farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir.

Riello (2006), ayçiçeği tarımında enerji girdi-çıktı analizlerine yönelik bir araştırma yapmıştır. Toprak özellikleri ve su durumu gibi çevresel ve meteorolojik etmenlerin verimi önemli düzeyde etkilediğini saptamıştır. Tarımsal üretimde kullanılan enerji girdi değerleri ile tane verimleri arasında önemli bir fark saptayamamıştır.

Pala ve ark. (2007), toprak işleme yöntemlerinin verim ve toprak nem değerlerine etkilerini araştırmışlardır. Buğday-fiğ-kavun ekim nöbetinde, derin toprak işleme ve yüzeysel toprak işleme uygulamalarında toprak nem ve verim değerleri yönünden farklılık olmadığını saptamışlardır. Sıfır toprak işleme sisteminin fiğ üretimi için uygun olduğunu, bu yöntemin yabancı ot sorunundan dolayı buğdayda daha düşük verim sağlaması ve kavun üretimi için de uygun olmadığı yönünde sonuçlara ulaşmışlardır. Buğday-mercimek sisteminden sonra yetiştirilen buğdayda en iyi verim diskli pullukla yapılan geleneksel toprak işleme uygulamasından elde edilmiştir. Mercimek üretiminde ise en yüksek verim sıfır toprak işleme sisteminden elde edilmiştir.

Bodur (2008), Ülkemizin Güney Marmara ekolojik koşullarında, geleneksel yöntemle yapılan ekim ile minimum toprak işleme ve doğrudan anıza ekim yöntemlerinin iki yıl boyunca buğday üzerine ekilen ikinci ürün mısır bitkisi ile yapılan denemeler sonunda, verim açısından çok büyük bir farklılığın olmadığını, toplam işlem maliyeti ve harcanan zaman açısından korumalı toprak işleme yöntemi ile geleneksel yöntem arasında büyük farklılıklar olduğu ortaya çıktığını, geleneksel yöntemle karşılaştırıldığında, minimum toprak işleme yönteminde 261 TL/ha, anıza doğrudan ekim yönteminde 317 TL/ha daha az işlem maliyeti gerektiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmayla, ekonomik, çevresel ve toprak yapısına yaptığı olumlu etkilerinden dolayı korumalı tarım teknikleri, yararları olan bir yöntem olarak önerilebileceğini bildirmişlerdir.

Safa and Tabatabaeefar (2008), buğdayda sulu ve kuru tarımda yakıt tüketimlerini incelemişlerdir. Yakıt tüketiminin yaklaşık olarak sulu tarımda 755 l/ha ve kuru tarımda da 127 l/ha olduğunu saptamışlardır. Sulu tarımda yakıt tüketim değerinin daha fazla olmasını ise su pompasının yakıt tüketiminin sonucu olarak ortaya çıktığını açıklamışlardır.

Sessiz ve ark. (2008), yaptıkları bir araştırmada, tarımsal üretimde toprak işlemenin bitkinin gelişiminde önemli bir rol oynamakta olduğunu, toprakların geleneksel toprak işleme ve toprak işlemesiz tarımsal üretim yöntemine göre düşük

hacim ağırlığına yüksek poroziteye sahip olduğunu ve toprak işlemesiz tarımsal üretimin (doğrudan ekim) düşük yakıt tüketimi, toprak nemini koruyan ve toprak erozyonunu azaltan bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma altı farklı toprak işleme yöntemi karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak en düşük yakıt tüketimini 6.6 l/ha ile toprak işlemesiz yöntemde (NT) ve en fazla tüketimi ise 33.48 l/ha ile geleneksel yöntemde (CT) saptamışlardır.

Aykanat (2009), buğdayda 4 farklı toprak işleme ve ekim yöntemini karşılaştırmıştır. Yöntemler: 1- İki sıra sırta ekim, 2- Üç sıra sırta ekim, 3- Azaltılmış toprak işleme, 4- Anıza ekim. En yüksek verim azaltılmış toprak işleme yönteminden 858.7 kg/da olarak elde edilirken, bunu doğrudan ekim yöntemi 810.4 kg/da, üç sıra sırta ekim yöntemi 719.7 kg/da ve iki sıra sırta ekim yöntemi 641.9 kg/da birbirlerini izlemişlerdir. En düşük toprak hacim kütlesi ile en yüksek çıkış oranı azaltılmış toprak işleme yönteminden elde edilmiştir. Doğrudan anıza ekim yönteminde de en düşük yakıt ve zaman tüketim değerleri elde edilmiştir. Sırta ekim yöntemlerinden ise en yüksek toprak porozite ve nem değerleri ortaya çıkmıştır.

Chen ve Baillie (2009), Avustralya'da pamukta üretim maliyetleri ve enerji girdileri üzerine çalışmışlardır. Toplam enerji girdilerinin 3.7-15.2 Gj/ha arasında değişim gösterdiğini saptamışlardır. Enerji tüketimdeki 80-310 $/ha maliyetin 275-1404 kg CO_2 sera gazı emisyonuna karşılık geldiği belirtilmiştir. Kullanılan enerjinin toplam enerji içerisinde: sulamadaki payı %40-60 arasında, hasatta ise %20 olarak saptanmıştır. Azaltılmış toprak işleme ve geleneksel toprak işleme yöntemlerinde yakıt tüketimi bakımından aralarında %10'luk bir farklılık olduğu saptanmıştır.

Karaağaç ve Barut (2009), Çukurova'da ikinci ürün silajlık mısırda geleneksel ve koruyucu toprak işlemeli tarımsal üretim yöntemlerinin bitki gelişimi ve işletme ekonomisine etkileri karşılaştırılmıştır. Geleneksel, şeritvari, azaltılmış, sırta ekim ve toprak işlemesiz yöntemler olarak ele alınmıştır. En yüksek mısır silaj verimi azaltılmış toprak işlemeli tarımsal üretim yönteminde elde edilirken, en düşük verim şeritvari toprak işlemeli tarımsal üretim yönteminden elde edilmiştir. Yöntemler

arasında yakıt tüketimi yönünden en düşük değer ile iş veriminde en yüksek değer toprak işlemesiz tarımsal üretim yönteminden elde edilmiştir. Toprak işlemesiz doğrudan ekim yöntemi yakıt tüketimi açısından diğer yöntemlere göre %89-93 arasında daha fazla tasarruf sağlamıştır. En yüksek çıktı/girdi oranları azaltılmış toprak işlemeli tarımsal üretim yönteminde 2.11 ve anıza doğrudan ekim yönteminde 2.06, en düşük değer ise şeritvari toprak işlemeli tarımsal üretim yönteminde 1.90 olarak elde edilmiştir.

Tabatabaeefar ve ark. (2009), geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretim yöntemi ile üç farklı azaltılmış toprak işlemeli tarımsal üretim ve toprak işlemesiz doğrudan ekim olmak üzere beş farklı yöntemde 1 kg buğday için gerekli olan enerji girdi değerinin belirlenmesi amacıyla bu araştırmayı yapmışlardır. En yüksek enerji gereksinimi 11.78 MJ/kg ile geleneksel uygulamadan elde edilirken, en düşük enerji değeri de 8.81 MJ/kg ile toprak işlemesiz doğrudan ekim yönteminden elde edilmiştir.

Baran ve ark. (2010), 2. ürün silajlık mısır tarımında uygulanabilecek farklı toprak işlemeli tarımsal üretim sistemlerinin teknik ve ekonomik olarak belirlenmesi üzerine yaptıkları bu çalışmada; dört farklı toprak işleme sistemini uygulamışlar, tüm çalışmalar tamamlandıktan sonra en yüksek verimin geleneksel sistemden (Pulluk+Gobledisk+Ekim Makinesi) alındığı sonucuna ulaşmışlardır.

Bayram (2010), 2008 ve 2009 yıllarında Tokat bölgesinde kışlık buğday hasadından sonra ikinci ürün silajlık mısır üretiminde geleneksel tarımsal üretim yöntemi olarak uygulanan toprak işleme yöntemleri ile toprak işlemesiz doğrudan ekim yöntemini (Y5) incelemiştir. En fazla yakıt tüketimini pullukla işlenen (Y2) yönteminde 37.8 l/ha olarak elde etmiştir. En az yakıt tüketimini ise doğrudan ekim yönteminde (Y5) 5.4 l/ha olarak saptamıştır.

Marakoğlu ve ark. (2010), nohut üretiminde farklı toprak işleme yöntemlerinin enerji bilançosunu incelemişlerdir. Geleneksel toprak işleme ve azaltılmış toprak işlemede, ekim öncesinde yabancı ot kontrollü yapılan ve yapılmayan alanlarda doğrudan ekim uygulamaları yapılmıştır. Nohutta en yüksek enerji girdisinin gübre

enerjisi olduğu, sırasıyla bunu tohum, yakıt-yağ ve makine enerjilerinin izlediğini ifade etmişlerdir.

Sabah (2010), Söke bölgesinde ikinci ürün ayçiçeği tarımında enerji girdi-çıktılarını incelemiştir. Üretim işlemlerinde toplam enerji girdisi 7 408.4 MJ/ha olarak hesaplanmış ve sadece tohum dikkate alındığında ise toplam enerji çıktısı 49181 MJ/ha olarak bulmuştur. Enerji girdisini oluşturan en yüksek girdi değeri %55.5 ile gübre enerjisi olmuştur. Bunu yakıt enerjisi %23.2 ile takip etmiştir. Sadece tane verim değerleri dikkate alındığında enerji çıktı/girdi oranı 6.63, özgül enerji değeri 3.96 MJ/kg, enerji üretkenliği 0.25 kg/MJ ve net enerji üretim değeri de 41 772.53 MJ/ha olarak saptanmıştır.

Barut ve ark. (2011), buğdaydan sonra ikinci ürün silajlık mısırda enerji oranını sırta ekimde 8.26, doğrudan ekimde 7.90 olarak elde etmişlerdir. Tüm yöntemlerde de enerji girdilerindeki en yüksek oranın gübre enerji girdisi olarak tüketildiği saptanmıştır.

Eren (2011), Adana bölgesinde tatlı sorgum üretiminde yapılan bu çalışmada; 9 135 kg/ha kuru biyokütle üretimi için, enerji verimlilik değerinin 11.38, birim ürün için özgül enerji değerinin 1.63 MJ/kg, enerji üretkenliğinin de 0.61 kg/MJ ve net enerji üretim değerinin ise 15 4391,27 MJ/ha olarak saptamıştır.

Mousavi-Avval ve ark. (2011), İran'ın Golestan bölgesinde kanola tarımında enerji girdilerini araştırmışlardır. Üretimdeki girdi ve çıktılar, tesadüfi örnekleme ile 130 işletmeden rastgele alınmıştır. Kanola üretimi için, enerji kullanım etkinliğini 3.20 ve enerji üretkenliği değerini de 0.12 kg MJ^{-1} olarak bulmuşlardır. Birim üretim alanı başına toplam enerji tüketimi ise 17 786.36 MJ ha^{-1} olarak saptanmıştır.

Bilgili (2012). 2008–2010 yılları arasında Adana'da limon üretimi yapan 122 adet işletme ile kullanılan girdilerin enerji eşdeğerlerini belirlemek amacıyla anket çalışması yapılmıştır. Limon üretiminde en yüksek enerji %47.91 oranı ile gübre girdisinde hesaplanmıştır. Daha sonra %23.53 yakıt, sulama, kimyasal ilaçlar, insan işgücü ve makine işgücü toplamı girdileri takip etmiştir. Bunların enerji eşdeğerleri

de sırasıyla %7.43, %9.80, %6.38 ve %4.91 olarak hesaplanmıştır. Limonda girdi/çıktı enerji oranı ise 1.02 olarak saptanmıştır.

Gökdoğan ve Demir, (2012), Isparta bölgesinde yağlık gül yetiştiriciliğinde enerji bilançosunu incelemişlerdir. Tesadüfi örnekleme ile 121 işletmeye anket uygulanmıştır. Ön çalışma 2008 yılında 121 işletme ile yapılmıştır. 121 işletmeden seçilen 15'i ile 2009 ve 2010 yıllarında enerji bilançoları oluşturulmuştur. Yağlık gül üretiminde; 16 544 $MJha^{-1}$ enerji girdisi, 23 437.35 $MJha^{-1}$ enerji çıktısı elde edilmiştir. Enerji çıktı/girdi oranı 1.42 olarak hesaplanmıştır. İnsan işgücü enerjisi, gübreden sonra enerji girdisinde ikinci sırada yer almıştır. Elde edilen bu sonuçlara göre yağlık gül üretiminde tarımsal mekanizasyonun ve özellikle de hasat mekanizasyonu uygulamalarının seviyesinin düşük olduğu ifade edilmiştir.

Gözübüyük ve ark. (2012), Erzurum'da sulu ve kuru buğday üretiminde geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretim sistemine alternatif olabilecek, farklı tarımsal üretim yöntemlerinin enerji kullanımı yönünden karşılaştırılması araştırılmıştır. Çalışmada; geleneksel toprak işleme, (S1, sulu tarım), geleneksel toprak işleme (S1, kuru tarım), azaltılmış toprak işleme-1 (S2), azaltılmış toprak işleme-2 (S3), ve anıza ekim (S4), yöntemleri denemiştir. Tüm üretim yöntemlerinde gübrenin en yüksek enerji girdi oranında olduğu saptanmıştır. Tohum, yakıt-yağ, makine imalat ve insan işgücü enerji girdi değerleri gübre girdisini takip etmiştir. Yöntemler arasında enerji çıktı/girdi, özgül enerji, enerji üretkenliği ve net enerji üretim değerleri bakımından sulu tarımda S1 en iyi sonucu vermiştir. Bunu S4, S2 ve S3 yöntemleri takip etmiştir. Kuru tarımda ise en iyi sonuçlar S4 yönteminde elde edilmiş ve bunu S2, S1 ve S3 yöntemleri takip etmiştir. Net enerji üretimine göre ise en iyi değer S1 yönteminden elde edilmiştir. Bundan sonra ise S2, S3 ve S4 yöntemleri gelmiştir.

Şehri (2012), Adana'da pamuk üretiminde enerji ve maliyet analizleri üzerine anket araştırması yapmıştır. 60 pamuk üreticisi işletmeden, (0,1–5) ha, (5,1–10) ha ve (10,1 +) ha arazi büyüklüklerine göre üç gruptan yüz yüze anket yöntemiyle elde edilmiştir. Enerji tüketiminin en fazla olduğu girdi gübre sırasıyla 14 462.2 MJ/ha,

12 805.7 MJ/ha ve 13 905.3 MJ/ha olduğu saptanmıştır. İkinci sırada mekanizasyon, üçüncü sırada yakıt-yağ enerjisi olduğu hesaplanmıştır.

Çelik ve ark. (2013), ayçiçeğinde şeritsel toprak işlemeli tarımsal üretim yöntemi ile geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretim yönteminin bitki gelişimine etkilerini araştırmışlardır. Yapılan bu çalışmada şeritsel toprak işleme ile toprak neminin korunduğunu, bitki çimlenme yüzdesinin arttığı, bitki çimlenme süresinin azaldığını ve yakıt tüketiminin azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca da şeritsel ekimde bitkinin boyu, tabla çapının ve verimin geleneksel yönteme göre arttığını saptamışlarıdır.

Baran ve Karaağaç (2014), Kırklareli koşullarında ayçiçeğinin ikinci ürün üretiminde enerji çıktı/girdi oranını 3.21, özgül enerji değerini 8.19 MJ kg, net enerji üretimini ise 34 404.90 MJ/ ha olarak hesaplamışlardır. İkinci ürün ayçiçeği tarımında toplam enerji girdileri içerisinde kullanım oranı en yüksek olan girdi %30.36 ile sulama enerjisi olarak bulunmuştur. Bunu gübre enerjisi %28.78 ve yakıt-yağ enerjisi %24.74 oranları ile takip etmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

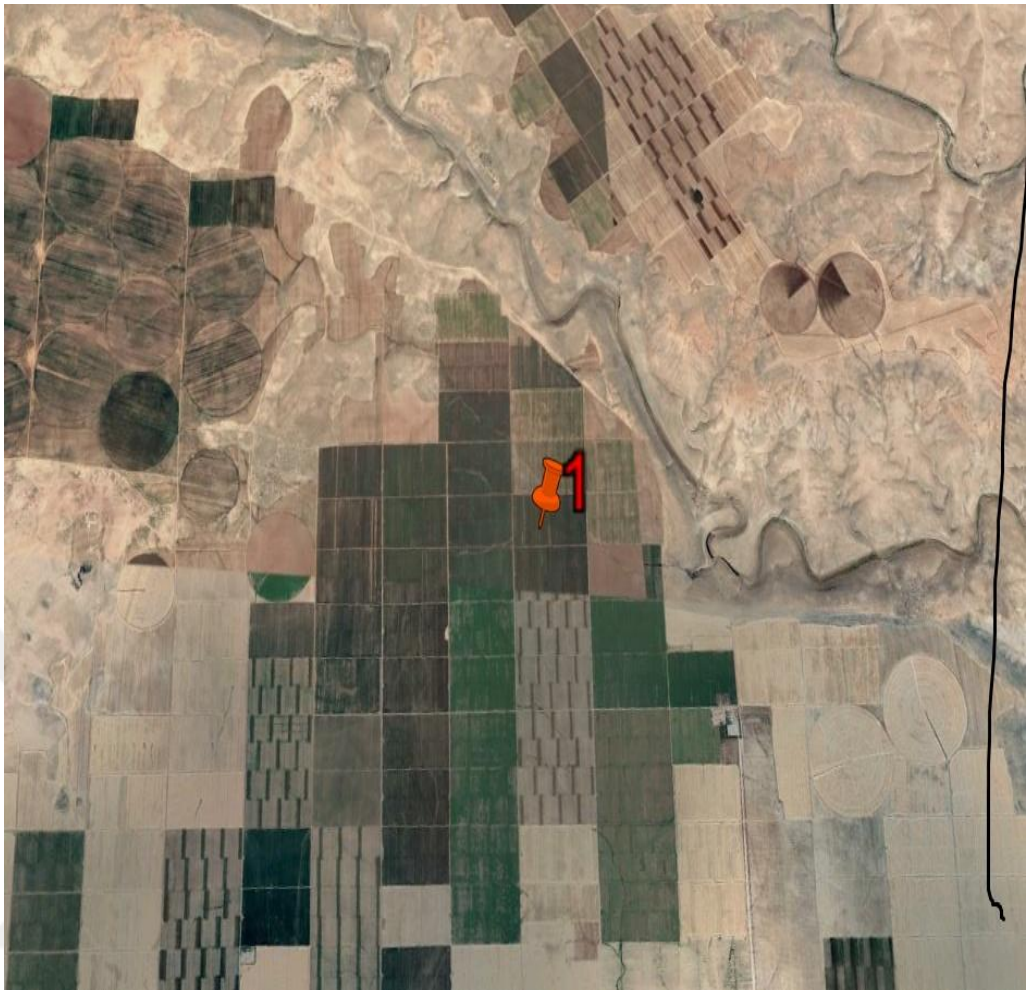
3.1. Materyal

3.1.1. Deneme alanının tanımı

Denemeler 2015 yılında Şanlıurfa ilinin Ceylanpınar ilçesindeki Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne (TİGEM) bağlı Karataş 2 bölgesinde bulunan 160/1 no'lu parselde yürütülmüştür. Deneme alanının uydu görünümü Şekil 3.1.'de verilmiştir.

İşletme arazileri doğuda Ceylanpınar ve Kızıltepe arazileri, batıda Akçakale ve Harran ilçeleri, güneyde Suriye ve kuzeyde Viranşehir ilçesi arazileri ile sınırlıdır. Ceylanpınar Tarım İşletmesi 1 761 261 dekar arazi varlığı ile TİGEM arazilerinin %47'sini sahip Türkiye'nin en büyük tarım işletmesidir. İşletme mevcut arazi varlığı ile Şanlıurfa'nın %9.3'ünü, Güney Doğu Anadolu Projesi ile sulanacak arazilerin ise %4.5'ini oluşturmaktadır (Anonymous, 2005).

İşletmenin deniz seviyesinden yüksekliği 397 metredir. Araziler genellikle Kuzey Batıdan Güney Doğuya doğru eğimlidir.



Şekil 3.1. Deneme alanı uydu görünümü (20.07.2015)

3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri

İşletmede iklim, yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı geçer. Yaz aylarında en yüksek ortalama sıcaklık 47.3 ^{o}C, kış aylarında en düşük ortalama sıcaklık -6.0 ^{o}C'dir. Ya aylarında Haziran, Temmuz ve Ağustosta bölgeye hemen hemen hiç yağmur yağmamaktadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 252.7 mm'dir. Yıllık ortalama en yüksek nispi nem değerleri %28.0-82.8 arasında değişmektedir.

Deneme alanının 2015 yılına ait ortalama hava sıcaklığı ile yağış miktarları Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme parsellerine ait bölgedeki meteorolojik veriler (Anonim, 2015)

Aylar	Hava sıcaklığı (C°) 2015	Nem (%) 2015		Yağış (mm) 2015
Haziran	24.3	37.6		0
Temmuz	32.1	28.7		0
Ağustos	29.4	36.1		0
Eylül	27.7	33.1		0
Ekim	21.4	53		10.5
Kasım	7.2	62.2		5
Ortalama sıcaklık nem (%)	**23.7**	**41.8**	**Toplam yağış (mm)**	**15.5**

3.1.3. Deneme alanının toprak özellikleri

Ceylanpınar Tarım İşletmesi toprakları yüksek platolar üzerinde oluştuğundan tuzluluk sorunu yoktur. Toprakların kireç içerikleri %12-68 arasındadır. Organik madde yönünden fakir olan arazilerin organik madde içerikleri üst toprakta %1-3 arasında değişmekte ve derinlere inildikçe bu oran düşmektedir. İşletme arazilerinin ph değerleri 7.07-8.30 değerleri arasındadır. Sulu tarım koşullarında büyük bir potansiyele sahip olan işletmede üretimi sınırlayıcı faktör ağır killi tekstür, eğim, yetersiz toprak derinliği, taşlık, kayalık olduğu belirlenmiştir

Deneme alanı toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ekim yapılmadan önce anızlı alandan alınan toprak örnekleri ve deneme tamamlandıktan sonra, deneme parsellerinden 3 toprak örneği alınmış ve bu 9 toprak örneği Ankara ili Başkent Toprak Analiz laboratuarında analiz ettirilmiştir. Deneme alanına ait bazı toprak özellikleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme alanına ait toprakların bazı özellikleri

	2015 Ekimden Önce
Toprak Tekstürü	Killi Tın
%Kum	18.41
%Kil	49.28
%Silt	32.31
Organik Madde (%)	1.483
Fosfor (kg/da)	1.895
Kireç (%)	23.85
Potasyum (kg/da)	117.14

Çizelge 3.2.'de verildiği gibi Ceylanpınar'da denemelerin yapıldığı alanın toprak yapısı killi sınıfındadır ve organik madde miktarı da oldukça düşüktür.

Deneme alanının yer aldığı Karataş İşletmesinin Karataş Serisi; Üst miosen yaslı kireçtaşı üzerinde hafif eğimli topografyalarda oluşmuş, derin topraklardır. Derinlere doğru artan kireç miktarı Ckxhorizonunda %74.94'e kadar çıkmaktadır. Yüzey horizonu killi tın, diğer horizonları kil bünyelidir. Yüzeyi granüler, yüzey altı horizonları köşeli blok yapıdadır. Yüzeyde 5-15 cm çapında %75 yoğunlukta taşlarla kaplıdır. Bu seri toprakları A, B, C horizonları oldukça yaşlı topraklardır. 1-3 cm çapında yumuşak kireç cepleri yüzeyden hemen 20 cm'den başlamakta, yoğunluk ve çapları derinliğe doğru artış göstermektedir. Toprak derinliğinin en altta 137 cm'de petrocalcic horizon tarafından sınırlanmaktadır. Tüm profil kırmızımsı kahverengidir. Ochric tanımlama horizonundan başka cambic ve calcic tanımlama horizonlarıda oluşmuştur. Toprak Taksonomisi 1999'a göre Typic Petrocalcids, FAO 2006 toprak sınıflamasına göre Petric Calcicols (Clayic, Aridic) olarak sınıflandırılmıştır (Anonim, 2006).

3.1.4. Denemede kullanılan tohumluk

Denemelerde 71 May 69 Fao - 650 grubunda, vejetasyon süresi 123 - 125 gün olan Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ikinci ürün mısır tohumu, diğer bölgelerde ise ana ürün mısır olarak kullanılmaktadır.

3.1.5. Denemede kullanılan ilaç

Denemelerde dekara 400 ml Mero EC 810 yapıştırıcı ve 27 gram Ekipp WG 61 herbisit Yabancı Ot Kontrolü İlacı kullanılmıştır.

3.1.6. Denemede kullanılan gübre

23 kg Fertilizer DAP 18-46-0 di amonyum fosfat taban gübresi ve 32 kg %46 Azotlu Üre gübresi kullanılmıştır.

3.1.7. Sulama sistemi

Sulama işlemleri yarı sabit yağmurlama sulama sistemine sahip olan 1 adet santrifüj pompa, lateral su boruları ve yağmurlama su püskürtücülerden oluşmaktadır. Pompanın debisi 73 l/s 'dir (Şekil 3.2.). Denemelere ait sulama planı Çizelge 3.3.' de verilmiştir.



Şekil 3.2. Denemelerde kullanılan sulama sistemi

Çizelge 3.3. Denemelere ait sulama programı

SULAMA	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	SULAMA BAŞLAMA TARİHİ	SULAMA BİTİŞ TARİHİ
1. SULAMA	7 saat 60.5 mm				14.06.2015	23.06.2015
2. SULAMA	9 saat 76.5 mm				24.06.2015	09.07.2015
3. SULAMA		15 saat 82.5 mm			10.07.2015	20.07.2015
4. SULAMA		15 saat 82.5 mm			21.07.2015	31.07.2015
5. SULAMA		15 saat 82.5 mm			31.07.2015	09.08.2015
6. SULAMA			15 saat 82.5 mm		10.08.2015	20.08.2015
7. SULAMA			15 saat 82.5 mm		21.08.2015	31.08.2015
8. SULAMA				15 saat 82.5 mm	01.09.2015	10.09.2015
9. SULAMA				15 saat 82.5 mm	11.09.2015	20.09.2015
10.SULAMA				9 saat 49.5 mm	21.09.2015	30.09.2015

Çizelge 3.3.'de görüldüğü üzere tüm parsellere toplam 10 kez sulama yapılmıştır. Sulama 14.06.2015 tarihinde başlamış olup 30.09.2015 tarihinde tamamlanmıştır. Günlük sulama saati 7-15 saat arasında değişmiştir.

3.1.8. Denemelerde kullanılan makineler

3.1.8.1. Pulluk

Birinci uygulamada Şekil 3.3.'de resmi verilmiş olan 8 soklu 18" kulak çapı olan emniyet pistonlu, yol ve arazi konumunda tekerleri ayarlanabilir özellikte olan, 360 cm iş genişliğinde, yarı asılır çekilir tip bir pulluk kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Pulluk

3.1.8.2. Goble diskli tırmık

Birinci ve İkinci uygulamada Şekil 3.4.'de gösterilen 20 adeti düz, 20 adeti kertikli 40 diskli, 62 cm disk çapı olan, yön açı ayarı ve derinlik ayarı yapılabilen 400 cm iş genişliğinde yarı asılır çekilir tipte goble diskli tırmık kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Goble diskli tırmık

3.1.8.3. Pnömatik hassas ekim makinesi

Birinci uygulamalarda 6 sıralı, sıra arası iş genişliği 70 cm, derinlik ve sıra üzeri mesafesi ayarlanabilen, tohum depo kapasitesi 360 kg, gübre depo kapasitesi 1000 kg, tohum ile gübreyi ayrı derinliklere verebilen, 420 cm toplam iş genişliği olan asılır tip pnömatik ekim makinesi kullanılmıştır (Şekil 3.5a). Pnömatik hassas ekim makinesi ile ekim işlemi yapılırken görüntüsü Şekil 3.5b'de verilmiştir.



Şekil 3.5a. Pnömatik hassas ekim makinesi genel görünümü



Şekil 3.5b. Tarlada pnömatik hassas ekim makinesi ile ekimin yapılışı

3.1.8.4. Pnömatik hassas doğrudan ekim makinesi

İkinci ve üçüncü uygulamada, 6 sıralı, sıra arası iş genişliği 70 cm olan, derinlik ve sıra üzeri mesafesi ayarlanabilen, tohum depo kapasitesi 420 kg, gübre depo kapasitesi 1200 kg, tohum ile gübreyi ayrı derinliklere verebilen 420 cm iş genişliği olan asılır tiptedir. Makinenin ekici ayağı diskli tipte olup disk çapı 62 cm dir. Ekim ünitesi üzerinde 2 adet yıldız disk tipli sap ayırıcı bulunmakta olup çapı 42 cm ve ekim ünitesinin arkasında ise 50 cm çapında kapatıcı disk vardır (Şekil 3.6a ve 3.6b).



Şekil 3.6a. Pnömatik hassas doğrudan ekim makinesi



Şekil 3.6b. Pnömatik hassas doğrudan ekim makinesi

3.1.8.5. Gübreli ara çapa makinesi

Birinci uygulamada 6 sıralı, hareketini makinenin arkasında bulunan tekerleklerden alan aynı zamanda çapa işlemini de yapabilen depo kapasitesi 600 kg olan asılır tipte bir gübreli ara çapa makinesi kullanılmıştır (Şekil 3.7a ve 3.7b).



Şekil 3.7a. Denemelerde kullanılan gübreli sıra arası çapa makinesi



Şekil 3.7b. Denemelerde kullanılan gübreli sıra arası çapa makinesi

3.1.8.6. Doğrudan ekim gübre atma makinesi

İkinci ve üçüncü uygulamalarda 8 sıralı, hareketini makinenin arkasında bulunan tekerlerden alan aynı zamanda depo kapasitesi 2000 kg olan çekilir tipte bir gübre atma makinesi kullanılmıştır (Şekil 3.8a ve 3.8b).



Şekil 3.8a. Doğrudan ekim gübre atma makinesi



Şekil 3.8b. Doğrudan ekim gübre atma makinesi

3.1.8.7. Kendi yürür ilaçlama makinesi

Tüm uygulamalarda 32 metre iş genişliğinde, ilaçlama şasesi üzerinde 52 adet ilaçlama bumu bulunan kanat kısımlarında kanatın herhangi bir nesneye çarpmasını önleyen sensörleri bulunan kendi yürür ilaçlama makinesi kullanılmıştır. Kendi yürür ilaçlama makinesinin görüntüsü Şekil 3.9a ve 3.9b'de verilmiştir.



Şekil 3.9a. Kendi yürür ilaçlama makinesi



Şekil 3.9b. Kendi yürür ilaçlama makinesi

3.1.8.8. Biçerdöver

Bütün uygulamalarda 5 sıralı biçme yüksekliği ve dolap yüksekliği ayarlanabilen, 4 ton depo kapasiteli, biçme genişliği 350 cm olan bir biçerdöver ile hasat yapılmıştır (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Denemelerde kullanılan biçerdöver

3.1.8.9. Traktör

Denemelerde Newholland T 7040 marka 180 BG gücünde traktör ile gübre atma işleminde Valtra N 101 SH marka 101 BG gücünde traktör kullanılmıştır. Kullanılan traktörlerin görüntüleri Şekil 3.11a ve 3.11b'de verilmiştir.



Şekil 3.11a. Denemelerde kullanılan traktör



Şekil 3.11b. Denemelerde kullanılan traktör

Denemelerde kullanılan tarım alet ve makinelerine ait bazı teknik ve boyut özellikleri Çizelge 3.4.'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Denemelerde kullanılan tarım alet ve makinelerinin bazı teknik özellikleri

Makine	Ayak/ gövde sayısı	İş genişliği (cm)	İş derinliği (cm)	Tipi
Pulluk	8	320	25	Yarı Asılır
Goble diskli tırmık	40	440	15	Yarı Asılır
Pnömatik hassas ekim makinesi	6	420	4	Asılır
Gübreli ara çapa makinesi	6	420	4	Asılır
Doğrudan gübre atma makinesi	8	560	4	Çekilir
Pnömatik hassas doğrudan ekim makinesi	6	420	4	Yarı Asılır
Kendi yürür ilaçlama makinesi	-	3200	-	Kendi Yürür
Biçerdöver	5	350	-	Kendi Yürür

Denemelerden elde edilecek sonuçların karşılaştırılabilir olması ve istatistiki hesaplamalar için çalışma eş zamanlı olarak 3 farklı uygulama ve 3 tekerrür şeklinde yürütülmüştür.

Birinci uygulama; Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sulu alanlarda yaygın olarak kullanılmakta olan geleneksel uygulama "kulaklı pulluk + goble diskli tırmık + pnomatik hassas ekim makinesi" kullanılarak toprak işleme ve ekim işlemleri tamamlanmıştır.

İkinci uygulama; Koruyucu toprak işleme kapsamında "iki kat goble diskli tırmık + doğrudan pnömatik hassas ekim makinesi" kullanılarak işlemler tamamlanmıştır.

Üçüncü uygulama; Toprak işleme yapılmadan sadece doğrudan pnömatik hassas ekim uygulaması ile anıza ekim yapılarak işlemler tamamlanmıştır.

Deneme 3 tekerrürlü tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur (Düzgüneş ve ark., 1987; Berk ve Efe 1988). Denemeler 16.8x400 metre boyutlarındaki parsellerde üç tekerrürlü olarak düzenlenmiş ve 9 parselde yürütülmüştür.

3.2. Yöntem

3.2.1. Makineye ait ölçümler

3.2.1.1. Yakıt tüketimi

Her uygulamada her işlem için kullanılan makinelerin yakıt tüketimleri hesaplanmıştır. Tam dolu depo ile eksilen deponun doldurulması yöntemiyle yakıt tüketimleri hesaplanmıştır. Her ekim yöntemi için işe başlamadan önce traktörün deposu tamamen doldurularak işe başlanmış ve iş bitimi yine eksileni tamamlama yöntemiyle depo tamamen doldurulmak suretiyle yakıt tüketimi ölçümleri yapılmıştır.

3.2.1.2. Çalışma hızı

Denemelerde her yapılan işlemde çalışma sırasında 400 metrelik mesafedeki çalışma süreleri tespit edilerek çalışma hızları km/h cinsinden belirlenmiştir.

3.2.1.3. İş verimi

Makinelerin iş kapasiteleri efektif iş genişliği, makineyi çalıştıran traktörün ilerleme hızı ve süre ile ilgili olup 3.1. no'lu eşitlik yardımıyla makinelerin iş verimleri hesaplanmıştır.

$$S = B.V.t.k \qquad (3.1.)$$

Eşitlikte;
S: İş başarısı (da)
B: Efektif iş genişliği (m)
V: Makine ilerleme hızı (km/h)
T: Zaman (h)
K: Zamandan faydalanma katsayısı (%)

3.2.2. Toprak bünyesinin belirlenmesi

Araştırmanın yürütüldüğü alandaki toprak bünye özelliklerini belirlemek için 0–20 cm derinlikten toprak örnekleri alınmış ve laboratuarda analizleri yapılmıştır. Analiz sonucunda kil, kum, mil fonksiyonlarının yüzdeleri dikkate alınarak bünye üçgeninde toprak bünyesi saptanmıştır.

3.2.3. Enerji girdilerinin belirlenmesi

İkinci ürün mısır üretiminin enerji etkinliğinin hesaplanabilmesi için öncelikle enerji girdilerinin ve enerji çıktılarının bulunması gerekmektedir. Enerji girdileri makine enerjisi, yakıt-yağ enerjisi, tohum enerjisi, gübre enerjisi, ilaç enerjisi, sulama enerjisi, kurutma için elektrik enerjisi ve insan işgücü enerjisinden oluşmaktadır. Enerji girdilerinin ve enerji çıktısının hesaplanabilmesi için girdi ve çıktı çeşitlerinin enerji eş değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Enerji eşdeğerlerinin bulunmasında daha önce yapılan araştırmalar sonuçlarından faydalanılmıştır. İnsan iş gücü hesaplamasında ekim, ilaçlama, gübreleme işlemlerinde bir sürücü + bir yardımcı eleman, hasat işlemlerinde 3 kişilik bir çalışma ekibi ve traktörle yapılan diğer işlerde ise sadece bir kişi/sürücü değerleri kullanılmıştır.

Enerji kaynakları iki grupta incelenmiştir.

- Yenilenebilir enerji: Doğada bol miktarda bulunan, çevreye zarar vermeyen, kendini yenileyebilme özelliğine sahip olan, doğal ortam koşulları içinde özellik ve varlıklarını koruyabilen, miktarları değişmeden sabit kalabilen tükenmeyen devamlı var olan enerji kaynaklarıdır (Haskök, 2005). Bu çalışmada insan işgücü enerjisi ve tohum enerjisi yenilenebilir enerji olarak değerlendirilmiştir.

- Yenilenemez enerji: Bilimsel olarak, enerji kaynakları sıralamasında yenilenemez olarak adlandırılan bir enerji kaynağı olmamasına rağmen, sınırlı

ve tükenme ihtimali olan oluşumu çok uzun zaman alan enerji kaynaklardır. Aynı şekilde bu çalışmada da yakıt–yağ enerjisi, makina enerjisi, kimyasal gübre enerjisi, tarımsal ilaç enerjisi, sulama enerjisi ve kurutma için elektrik enerjisi yenilenemez enerji olarak değerlendirilmiştir (Koçtürk ve Engindeniz, 2009; Mandal ve ark., 2002; Singh ve ark., 2003).

Tarımda enerji kullanımı iki grupta incelenir

- Doğrudan enerji kullanımı: İnsan işgücü enerjisi, yakıt–yağ enerjisi, sulama enerjisi ve kurutma için elektrik enerjisi;

- Dolaylı enerji kullanımı: Makine enerjisi, tohum enerjisi, kimyasal gübre enerjisi, tarımsal ilaç enerjisi, (Koçtürk ve Engindeniz, 2009; Mandal ve ark., 2002; Singh ve ark., 2003).

Doğrudan enerji girdileri

Araştırmada doğrudan enerji girdileri, ikinci ürün tane mısır üretimi için doğrudan kullanılan girdilere bağlı olarak hesaplanmıştır. Bu anlamda, insan iş gücü ve üretim işlemleri sırasında, tarım alet-makinaları tarafından tüketilen yakıt ve yağ enerjileri, sulama enerjisi ve kurutma için elektrik enerjisi doğrudan enerji girdisi olarak değerlendirilmiştir.

İnsan iş gücü enerjisi (Mj/ha): İkinci ürün tane mısır üretiminde insan işgücü için dolaylı enerji tüketimi 3.2. no'lu eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$IIE = IG \times BIG \qquad (3.2.)$$

İİE: İnsan işgücü enerjisi (Mj/ha)
İG: İnsan işgücü (h/ha)
BİG: Birim insan işgücü (Mj/h)

Birim insan işgücü için: 2.3 Mj/h alınmıştır (Dinçer, 1980, Bilgili, 2012).

Yakıt-yağ enerjisi (Mj/ha): İkinci ürün tane mısır üretimi işlemleri sırasında kullanılan tarım traktörünün ve hasat işleminde kullanılan biçerdöverin birim alanda tükettiği yakıt miktarı ve tüketilen yakıt enerjisi miktarına bağlı olarak 3.3. no'lu eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır. Bir litre Diesel yakıtın enerji eş değeri 56,31 Mj alınmıştır (Kizilaslan, 2009 Mani ve ark., 2007).

YE = YT x YED (3.3.)

YE: Yakıt enerjisi (Mj/ha)
YT: Yakıt tüketimi (l/ha)
YED: Yakıtın enerji değeri (Mj/l)

Sulama enerji girdisi (Mj/m^3): Sulama enerjisi olarak 0,63 Mj/m^3 değeri kullanılmıştır (Barut ve ark., 2011, Öztürk, 2011; Öztürk ve Ören, 2005).

Kurutma için elektrik enerji girdisi (Mj/kg): Kurutma enerji değeri %20 nem içeren bir ürünün neminin depolama nemi olan %14'e indirilmesinde, 55 °C kurutma sıcaklığı ve 49 ton kapasiteli kurutucu için gerekli enerji miktarı hesaplanmıştır (Yağcıoğlu, 1999). Bir kg mısırın enerji eşdeğeri 14,58 Mj/kg alınmıştır (Pimentel, 1980).

Dolaylı enerji girdileri

Denemede kullanılan; traktör ve alet-makine imalat enerjisi, kimyasal gübre, tohumluk üretimi ve tarım ilacı için tüketilen enerji miktarları, dolaylı enerji girdisi olarak dikkate alınmıştır. Ayrıca yöntemlerin enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi için, yöntemlerde yer alan her bir alet ve makinenin yakıt tüketimleri ve zaman etütleri belirlenmiş, analiz ve değerlendirmeleri ZET bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır (Özden, 1995).

Traktör ve alet-makina imalat enerjisi girdisi (Agregat enerjisi) (Mj/ha): İkinci ürün dane mısır üretiminde kullanılan alet ve makinaların üretiminde harcanan enerji 3.4. no'lu eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Konak ve ark., 2004).

$$AG = (G \times E)/(T \times EII) \quad (3.4.)$$

AG: Agregat (imalat) enerjisi (Mj/ha)
G: Traktör veya alet-makina ağırlığı (Kg)
T: Traktör ve alet-makinaların kullanım ömrü (ASAE, 1995)
EII: Efektif iş başarısı (Traktör ile birlikte kullanılan alet-makinanın efektif iş başarısı) (ha/h)
E: Traktör veya alet-makinanın birim ağırlığının üretimi için gerekli enerji miktarı (Mj/kg)

E; traktör için 158.5 Mj/kg ve alet-makinalar için 121.3 Mj/kg olarak dikkate alınmıştır (Keener and Roller, 1975, Barut ve ark., 2011, Gözübüyük ve ark., 2012).

Kimyasal gübre enerji girdisi (Mj/kg): İkinci ürün dane mısır üretiminde kullanılan kimyasal gübrelerin enerji karşılığı, gübre üretim işlemlerinde kullanılan maddelerin enerji eşdeğerleri kullanılarak bulunmuştur (Çizelge 3.5.). Buna göre gübre enerjisi farklı dönemlerde hektara atılan kimyasal gübrenin miktarı ve enerji eş değerleri çarpılarak kimyasal gübre enerjisi girdisi belirlenmiştir (Shrestha, 2002).

Çizelge 3.5. Kimyasal gübre üretiminde enerji tüketimi

Kimyasal gübre	Enerji eşdeğeri (MJ kg^{-1})
Azot (N)	66.14
Fosfor (P_2O_5)	12.44

İlaçlama enerji girdisi (Mj/kg): İkinci ürün dane mısır üretiminde bir defa yapılan herbisit ilaçlamasının enerji değerini hesaplayabilmek için; ilaçlama enerjisi 101,2 Mj/kg olarak alınmıştır (Eren, 2011, Sabah, 2010; Arıkan, 2011).

Tohumluk enerji girdisi (Mj/kg): Kullanılan tohumluk miktarına bağlı olarak tüketilen tohumluğun enerji eşdeğeri mısır için: 104 Mj/kg olarak dikkate alınmıştır (Barut ve ark., 2011, Öztürk, 2011; Öztürk ve Ören, 2005).

Toplam enerji girdisi

Denemede ikinci ürün dane mısır üretiminde toplam enerjisi girdisi olarak, doğrudan–dolaylı ve yenilenbilir–yenilenemez enerji girdilerinin toplamı ayrı ayrı dikkate alınmış ve Eşitlik 3.5. ve 3.6. örneğinde olduğu gibi hesaplanmıştır.

$$TEG1 = EG_1 + EG_2 \quad (3.5.)$$

TEG1: Toplam (doğrudan–dolaylı) enerji girdisi (MJ ha^{-1})
EG_1: Doğrudan enerji girdisi (MJ ha^{-1})
EG_2: Dolaylı enerji girdisi (MJ ha^{-1})

$$TEG2 = YG_1 + YG_2 \quad (3.6.)$$

TEG2: Toplam (yenilenbilir–yenilenemez) enerji girdisi (MJ ha^{-1})
YG_1: Yenilenebilir enerji girdisi (MJ ha^{-1})
YG_2: Yenilenemez enerji girdisi (MJ ha^{-1})

3.2.4. Toplam enerji çıktıları

İkinci ürün dane mısır üretimi sonucunda kazanılan çıktı mısır danesidir. İkinci ürün dane mısır tarımından elde edilen ana ürün ve yan ürünün 1 kg'nın elde edilmesine karşılık gelen ve aşağıda verilen eşdeğer enerji verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

- Mısır tanesi için 14.58 MJ kg^{-1} (Konak ve ark, 2004)

3.2.5. Enerji etkinliği analizleri

Enerji verimliliği; enerji çıktı/girdi oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği ve net enerji verimi değerlerine bağlı olarak Öztürk, 2010'a göre aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir.

Enerji oranı

En sık kullanılan enerji kullanım etkinliği ölçütü değeridir. Üretim sonucunda elde edilen toplam eş değer enerji miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam eş değer enerji miktarına oranı olarak Eşitlik 3.7. örneğinde olduğu gibi tanımlanır. Enerji oranı değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

$$\frac{Ç}{G} = \frac{TEC}{TEG} \quad (3.7.)$$

Ç/G: Çıktı–girdi oranı
TEÇ: Toplam enerji çıktısı (MJ ha^{-1})
TEG: Toplam enerji girdisi (MJ ha^{-1})

Özgül enerji

Üretim işlemlerinde kullanılan toplam eş değer enerji miktarının, hasat edilen toplam ürün miktarına oranı olarak Eşitlik 3.8. örneğinde olduğu gibi tanımlanır. Özgül enerji değeri, birim miktar (kg) ürün üretmek için tüketilen enerji miktarını (MJ) belirtir. Özgül enerji değerinin düşük olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

$$ÖE = \frac{TEG}{TÜM} \quad (3.8.)$$

ÖE: Özgül enerji (MJ kg^{-1})
TEG: Toplam enerji girdisi (MJ kg^{-1})
TÜM: Toplam ürün miktarı (kg ha^{-1})

Enerji üretkenliği (verimi)

Özgül enerji değerinin tersi olup, hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranı olarak Eşitlik 3.9. örneğinde olduğu gibi tanımlanır. Enerji üretkenliği değeri, tüketilen birim miktar (MJ) enerji miktarına karşılık üretilen ürün miktarını (kg) belirtir. Enerji üretkenliği değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

$$EÜ = \frac{TÜM}{TEG} \quad (3.9.)$$

EÜ: Enerji üretkenliği (kg MJ^{-1})
TÜM: Toplam ürün miktarı (kg ha^{-1})
TEG: Toplam enerji girdisi (MJ ha^{-1})

Net enerji verimi

Birim alandan elde edilen ürünün enerji eşdeğeri ile aynı alan için harcanan toplam eşdeğer enerji girdisi arasındaki fark olarak Eşitlik 3.10. örneğinde olduğu gibi tanımlanır. Net enerji verimi değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

NEV=TEÇ-TEG (3.10.)

NEV: Net enerji verimi (MJ ha^{-1})
TEÇ: Toplam enerji çıktısı (MJ ha^{-1})
TEG: Toplam enerji girdisi (MJ ha^{-1})

3.2.6. Denemelerin planlanması ve yürütülmesi

Denemeler, TİGEM Ceylanpınar Tarım işletmesinde yürütülmüştür. Denemeler Tesadüf Blokları deneme planında bölünmüş parsellere göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Efektif iş başarısı, insan–makina işgücü ihtiyacı ve yakıt tüketimi değerleri analizleri ölçüm değerleri Tesadüf Blokları deneme planında bölünmüş parsellere göre istatistik analizleri yapılmıştır. Parsel boyu 16.8 m, genişlik ise ekim makinalarının genişlikleri dikkate alındığında 400 m olacak şekilde toplam 9 parselden oluşmuştur (Şekil 3.12.). Ortalamalar arasındaki karşılaştırmalara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Deneme uygulamaları aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.6.).

	2. UY		3. UY		1. UY		3. UY		1. UY		2. UY		3. UY		2. UY		1. UY			
	T1		T1		T1		T2		T2		T2		T3		T3		T3			
BOŞ	2 KEZ GOBLE DİSKLİ TIRMIK + PNÖMATİK DOĞRUDAN HASSAS EKİM MAKİNASI	BOŞ	SIFIR TOPRAK İŞLEMELİ DOĞRUDAN EKİM	BOŞ	PULLUK + GOBLE DİSKLİ TIRMIK +PNÖMATİK HASSAS EKİM MAKİNASI	BOŞ	SIFIR TOPRAK İŞLEMELİ DOĞRUDAN EKİM	BOŞ	PULLUK + GOBLE DİSKLİ TIRMIK +PNÖMATİK HASSAS EKİM MAKİNASI	BOŞ	2 KEZ GOBLE DİSKLİ TIRMIK + PNÖMATİK DOĞRUDAN HASSAS EKİM MAKİNASI	BOŞ	SIFIR TOPRAK İŞLEMELİ DOĞRUDAN EKİM	BOŞ	2 KEZ GOBLE DİSKLİ TIRMIK + PNÖMATİK DOĞRUDAN HASSAS EKİM MAKİNASI	BOŞ	PULLUK + GOBLE DİSKLİ TIRMIK +PNÖMATİK HASSAS EKİM MAKİNASI	BOŞ	400 Metre
1.4	16.8	1	16.8	1	16.8	1	16.8	1	16.8	1	16.8	1	16.8	1	16.8	1	16.8	1.4		
162 Metre																				

Şekil 3.12. Deneme planı krokisi

Çizelge 3.6 Araştırmada kullanılan toprak işleme ve ekim yöntemleri

Geleneksel toprak işleme	(kulaklı pulluk+goble+pnömatik hassas ekim makinesi)
Koruyucu toprak işleme	(goble+goble+pnömatik hassas doğrudan ekim makinesi)
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	(pnömatik hassas doğrudan ekim makinesi)

Geleneksel toprak işleme, koruyucu toprak işleme ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim uygulamalarının ikinci ürün dane mısır tarımında enerji parametrelerini belirlemek amacıyla denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak sulu tarım koşullarında yapılmıştır.

Denemeler boyunca traktör ihtiyacı duyulan makinelerin tamamında (gübre atma işlemi hariç) 180 BG gücünde traktör, gübre atma işleminde ise 101 BG

gücünde traktör kullanılmıştır. Ekim işleminde ise, 70 cm sıra arası ve 17.2 cm sıra üzeri mesafede ekim yapabilen pnömatik hassas ekim makinesi ve doğrudan ekim makinesi kullanılmıştır. Ekim işleminde dekara yaklaşık 2.94 kg tohum ekilmiştir.

Denemelerde tüm parsellerde denemelerin sonuçlarının olumsuz etkilenmemesi için sulama, gübreleme, tarımsal ilaçlama ve hasat-harman işlemlerinin gibi yetiştiricilik işlemlerinin her parselde aynı olmasına dikkat edilmiştir.

Denemelerde yarı sabit yağmurlama sulama sistemi ile 764 mm su verilmiştir. Gübreleme işlemi 2 defa yapılmış olup 23 kg/da DAP (18-46-0) ve 32 kg/da ÜRE gübresi (0-46-0) formunda verilmiştir. İlaçlama işlemi yabancı ot için olmak üzere 1 defa yapılmıştır. Yapılan işlemler Çizelge 3.7.'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Yapılan işlemler ve işlemlerin tarihleri

Yapılan işlemler	Yapılan işlemlerin tarihleri
Pulluk ile toprak işleme	11-06-2015
Goble diskli tırmık ile toprak işleme	13-06-2015
Ekim işlemi	14-06-2015
Sulama işlemi	14-06-2015 tarihi ile 30-09-2015 tarihi arası
Gübreleme işlemi	13-07-2015
İlaçlama işlemi	21-07-2015
Hasat işlemi	14-11-2015

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Deneme tesadüf blokları deneme planında bölünmüş parseller desenine göre kurulmuştur. Toprak işleme yöntemlerinin ana parselleri ve alt parselleri oluşturduğu bu çalışmada 2. ürün dane mısır parselleri yukarıda belirtilen deneme planına göre varyans analizine (ANOVA, Analysis Of Variance) tabii tutulalarak karşılaştırılmıştır. Varyans analizinde, yöntemlerin incelenen parametrelere olan etkileri %1 veya %5 önem düzeylerine göre değerlendirilmiş, farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı ise çoklu karşılaştırma testleri yardımı ile %5 önem seviyesi esas alınarak yapılmıştır.

4.1. İşletme Değerleri ve Yakıt Tüketimleri

Her uygulamada kullanılacak olan makinelere ait yakıt tüketimleri hesaplanmıştır. Her ekim yöntemi için işe başlamadan önce traktörün deposu tamamen doldurularak işe başlanmış ve iş bitimi yine depo tamamen doldurulmak suretiyle ölçme yapılmıştır. Ölçülen değerlerin zaman etüdü analiz ve değerlendirmeleri ZET bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Yakıt tüketimi:

Yöntemlerin ve yöntemleri oluşturan her bir alet–makinanın ikinci ürün dane mısır parsellerindeki yakıt tüketimi değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Araştırmada kullanılan ekipmanlara ait yakıt tüketim değerleri

Toprak işleme uygulamaları	Yakıt tüketimi (l ha^{-1})		
	S1	S2	S3
Geleneksel toprak işleme	**49.064**	**49.797**	**49.265**
Pulluk	15.667	15.613	15.720
Goble diskli tırmık	9.119	9.113	9.101
Pnömatik hassas ekim makinesi	7.381	7.202	7.321
Gübreli ara çapa makinesi	5.417	5.179	5.298
Kendi yürür ilaçlama makinesi	1.760	1.790	1.850
Hasat makinesi	9.720	10.900	9.975
Koruyucu toprak işleme	**41.165**	**42.826**	**42.122**
Goble diskli tırmık	9.060	8.994	9.101
Goble diskli tırmık	7.708	7.690	7.744
Doğrudan ekim makinesi	7.679	8.095	7.857
Doğrudan ekim gübre atma makinesi	5.328	5.357	5.595
Kendi yürür ilaçlama makinesi	1.760	1.790	1.850
Hasat makinesi	9.720	10.900	9.975
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	**25.111**	**26.559**	**25.516**
Doğrudan ekim makinesi	8.155	8.631	8.274
Doğrudan ekim gübre atma makinesi	5.476	5.238	5.417
Kendi yürür ilaçlama makinesi	1.760	1.790	1.850
Hasat makinesi	9.720	10.900	9.975

İkinci ürün dane mısır parsellerinde kullanılan her bir alet için belirlen ortalama yakıt tüketim değerleri incelendiğinde geleneksel toprak işleme uygulamasındaki ortalama yakıt tüketimi (49.38 ha^{-1}), koruyucu toprak işlemedeki ortalama yakıttan (42.04 ha^{-1}) %14,06, sıfır toprak işlemeli doğrudan ekimdeki yakıttan ise (25.73 ha^{-1}) %47.89 daha yüksek olmuştur. Bu artış geleneksel toprak işlemede kullanılan toprak işlemenin kaçınılmaz aleti olan pulluk kullanılmasından dolayı meydana gelmiştir. Kullanılan makina ve aletler bazında en düşük yakıt tüketimi ise pulluğa göre %66.18 daha az yakıt tüketen gübreli ara çapa makinesinde belirlenmiştir.

Toprak işleme yöntemlerin kullanılan alet ve makinaların yakıt tüketimlerinin ortalamaları l ha^{-1} olarak belirlenmiş ve geleneksel toprak işleme yöntemine göre mukayeseleri yapılmıştır (Çizelge 4.1. ve 4.2.). Buna göre; geleneksel toprak işleme yönteminde tüketilen toplam yakıt miktarının sırasıyla %85.14'ünü koruyucu toprak işlemede, %52.11,'ini sıfır toprak işlemeli doğrudan ekimde tüketilmiştir. Birincil ve ikincil toprak işlemede geleneksel toprak işleme yöntemi toplam yakıtın %50.18'ini, koruyucu toprak işleme yöntemi ise %39.88'ini tüketmiştir. Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde ise toprak işleme olmayıp, hektara toplam 8.35 litrelik

yakıtın tamamı ekimde tüketilmiştir. Yakıt tüketimleri ve oranları incelendiğinde (Çizelge 4.2.) geleneksel toprak işlemeli tarımsal üretim sisteminde koruyucu toprak işlemeli ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yöntemlerine göre yüksek değer elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Yakıt tüketimi değerleri (l ha^{-1}) ve oranları

Yöntemler	Birincil toprak işleme	İkincil toprak işleme	Ekim	Bakım	İlaçlama	Hasat	Toplam	Geleneksel toprak işlemeye göre (%)
G	15.67	9.11	7.30	5.30	1.80	10.20	49.38	100
(%)	(31.73)	(18.45)	(14.79)	(10.73)	(3.65)	(20.65)		
K	9.05	7.71	7.88	5.40	1.80	10.20	42.04	85.14
(%)	(21.53)	(18.35)	(18.74)	(12.84)	(4.28)	(24.26)		
S	–	–	8.35	5.38	1.80	10.20	25.73	52.11
(%)	-	-	(32.47)	(20.90)	(7.00)	(39.64)		

G: Geleneksel toprak işleme, K: Koruyucu toprak işleme, S: Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim

İşletme parametreleri:

İnsan iş gücüne geleneksel toprak işlemenin S1 yönteminde en fazla ihtiyaç tespit edilmiştir. Ayrıca makina işgücüne en fazla ihtiyaç koruyucu toprak işlemenin S3 yönteminde tespit edilmiştir ve kullanılan makine sayısı azaldıkça, buna paralel olarak işgücü ihtiyaçları da azalmış ve en düşük işgücü ihtiyacı sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminden elde edilmiştir.

Çizelge 4.3. İkinci ürün dane mısır parselleri işletme değerleri

Yöntemler	Efektif iş başarısı (ha h^{-1})			İnsan işgücü ihtiyacı (Adam–h ha^{-1})			Makina işgücü ihtiyacı (Makina–h ha^{-1})		
	Glnk.	Kry.	Sfr.	Glnk.	Kry.	Sfr.	Glnk.	Kry.	Sfr.
S1	0.0959	0.0911	0.1034	14.195	11.146	7.470	10.431	10.974	9.668
S2	0.0958	0.0910	0.1036	14.145	11.092	7.541	10.436	10.960	9.651
S3	0.0953	0.0912	0.1034	14.129	11.063	7.483	10.489	10.994	9.668

Glnk: Geleneksel toprak işleme, Kry: Koruyucu toprak işleme, Sfr: Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim

Birim zamanda işlenen alan olarak efektif iş başarıları ortalamaları incelendiğinde koruyucu toprak işleme yöntemi 0.0911 ha alan işlenirken, geleneksel

toprak işleme yönteminde 1.051 kat (0.0957 ha), sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde 1.136 kat (0.1035 ha) daha fazla alan işlenerek zamansal olarak oldukça önemli bir avantaj elde edilmiştir. Özellikle çiftçilerin mevsime bağlı tarımsal işlemleri zamanında bitirerek diğer çiftlik işlerine daha fazla zaman ayırmasına olanak sağlanmış olacaktır.

İşlenen birim alan başına makina ve insan işgücü ihtiyacı açısından anıza doğrudan ekim yönteminde her iki bitkide de diğer yöntemlere göre oldukça düşük işgücü değerleri elde edilmiş, özellikle makina işgücü ihtiyacında bu farkın daha bariz şekilde olduğu belirlenmiştir. Geleneksel toprak işleme yönteminde bir hektar alanın işlenmesi ve ekimi için 8.71 saat makine işgücüne ihtiyaç varken, anıza doğrudan ekim yönteminde bu işlemler 3.31 kat daha az bir zamanda (2.63 saatte) yapılabilmektedir. İnsan işgücü ihtiyacında da benzer durum oluşmuş, bir hektar alanın işlenmesi ve ekimi için 10.88 saat insan işgücüne ihtiyaç varken, anıza doğrudan ekim yönteminde 5.37 saat yeterli olmuştur. Yapılan bir çok araştırmada azaltılmış toprak işleme yöntemlerinde de geleneksel toprak işlemeye göre yarıya yakın işgücü tasarrufu olmuştur (Crowell ve Bowers, 1986; Krall ve ark., 1979; Zeren ve ark., 1993; Yalçın ve ark., 1997; Kumar ve ark., 2013; Karaağaç ve Barut, 2007). Geleneksel toprak işleme yöntemi baz alınarak, insan işgücü 100 birim kabul edilirse, her iki bitkinin ortalama insan ve makina işgücü gereksinimleri geleneksel yönteme göre, azaltılmış toprak işleme –1 toprak işleme yönteminde %71.1, azaltılmış toprak işleme–2 toprak işleme yönteminde %57.1 ve anıza doğrudan ekimde ise %49.0 oranında bulunmuştur. İş gücü ihtiyaçlarının düşük olduğu anıza doğrudan ekim ve azaltılmış toprak işleme yöntemleri büyük üretim alanlarında, özellikle 2. ürün ekimi yapılabilen bölgeler için zaman ve işgücü açısından son derece önemlidir. Zamanın ve kaynakların etkin kullanımıyla özellikle üretim girdilerinde en fazla orana sahip olan makine işgücü ihtiyacının da azaltılması işletmeye ve ülke ekonomisine önemli oranda katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak makina–insan iş gücü, efektif iş başarısı ve yakıt tüketimi açısından sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yöntemi diğer yöntemlere göre avantajlı olarak ön plana çıkmıştır. Benzer sonuçları; Crowell ve Bowers 1986; Krall

ve ark. 1979; Sungur ve ark. 1994; Kasap ve ark. 1989; Aykas ve ark. 2005; Çarman ve Marakoğlu, 2008; Gözübüyük ve ark. 2010 yaptıkları çalışmalarda elde etmişlerdir.

4.2. Doğrudan Enerji Girdileri

4.2.1. Yakıt–yağ enerjisi

Bu çalışmada farklı toprak işleme yöntemlerinde bitki olarak ikinci ürün dane mısır uygulamalarında kullanılan tarım alet ve makinalarının birim üretim alanı (ha) başına tüketilen yakıt miktarı (l) ve bu yakıtın eşdeğer enerji (MJ) tüketimi belirlenmiştir.

Geleneksel toprak işleme yönteminde birim alan (ha) başına tüketilen toplam 49.38, koruyucu toprak işleme yönteminde 42.04 ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde 25.73 litre yakıta karşılık gelen yakıt enerji girdisi sırasıyla 2 780.33, 2 367.14, 1 448.78 MJ ha^{-1} olmuştur (Çizelge 4.4.). Uygulamaların yakıt tüketimlerinin enerji eşdeğerleri oransal bazda incelendiğinde toplam enerji girdisinin geleneksel toprak işleme yönteminde ortalama %10.32, koruyucu toprak işleme yönteminde %9.09 ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yöntemi %7.35'ini teşkil etmiştir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Yakıt–yağ tüketimi eşdeğer enerji girdileri ve oranları

Yöntemler	Yakıt-yağ enerji eşdeğeri (MJ ha^{-1}) ve oranı (%)	
	Mısır	Oran (%)
Geleneksel toprak işleme	**2 780.33**	**10.32**
Pulluk	882.19	3.27
Goble diskli tırmık	513.04	1.90
Pnömatik hassas ekim makinesi	411.14	1.53
Gübreli ara çapa makinesi	298.33	1.11
Kendi yürür ilaçlama makinesi	101.36	0.38
Hasat makinesi	574.27	2.13
Koruyucu toprak işleme	**2 367.14**	**9.09**
Goble diskli tırmık	509.70	1.96
Goble diskli tırmık	434.38	1.67
Doğrudan ekim makinesi	443.55	1.70
Doğrudan ekim gübre atma makinesi	303.89	1.17
Kendi yürür ilaçlama makinesi	101.36	0.39
Hasat makinesi	574.27	2.21
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	**1 448.78**	**6.11**
Doğrudan ekim makinesi	470.38	1.98
Doğrudan ekim gübre atma makinesi	302.78	1.28
Kendi yürür ilaçlama makinesi	101.36	0.43
Hasat makinesi	574.27	2.42
Ortalama	**2 198.75**	**8.51**

Baran ve ark. (2014), geleneksel yöntemde kanola üretiminde birim alana (ha) 2 976.02 MJ olarak belirlemiştir. Kosutic ve ark. (2005), Slovenya'da geleneksel, koruyucu toprak işleme ve anıza doğrudan ekim uygulamalarında sırasyla; 1 813.1, 1 133.1 ve 270.1 MJ ha^{-1} olarak; Marakoğlu ve ark. (2010), Konya'da nohut üretiminde geleneksel, azaltılmış, doğrudan ekim ve herbisit uygulamalı doğrudan ekim uygulamalarında sırasyla 2 647.6, 1 895.8, 922.6 ve 1 144.5 MJ ha^{-1}; Konak ve ark. (2004), Konya koşullarında geleneksel mısır üretiminde 2 063.5; Arıkan (2011), tarafından Adana'da yapılan geleneksel kışlık kolza üretiminde 2 734.2 MJ ha^{-1} olarak belirlemişlerdir. Khaledian ve ark. (2010), mısır ve buğday üretiminde yakıt–yağ enerji girdisinin toplam enerji girdisi içerisindeki payını geleneksel uygulamada %17, doğrudan ekim uygulamasında mısır için %9, buğday için %11 olarak belirlemişlerdir. Kullanılan alet bazında incelendiğinde en yüksek enerji tüketimi 882.19 MJ ha^{-1}'la geleneksel toprak işlemenin kaçınılmaz aleti olan pullukta meydana gelmiş, bunu 574.27 MJ ha^{-1}'la biçerdöver takip etmiştir. En düşük enerji tüketimi ise kendi yürür ilaçlama makinesinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.4.).

4.2.2. İnsan işgücü enerjisi

Toplam girdiler içerisinde toprak işleme yöntemleri bazında en düşük orana sahip olan insan işgücüne ait enerji kullanımı değerleri Çizelge 4.5.'de verilmiştir. Geleneksel toprak işleme yönteminde birim alan (ha) başına toplam insan işgücü olarak 14.156 h, koruyucu toprak işleme yönteminde 11.100 h ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde 7.498 h işgücünden yararlanılmış (bkz. Çizelge 4.3.) ve buna karşılık sırasıyla 32.56, 25.53 ve 17.25 MJ eşdeğer insan işgücü enerjisi tüketilmiştir.

Çizelge 4.5. İnsan işgücü eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları

Yöntemler	İnsan işgücü enerji eşdeğeri (MJ ha^{-1}) ve oranı (%)	
	Mısır	Oranı (%)
Geleneksel toprak işleme	**32.56**	**0.120**
Pulluk	10.30	0.038
Goble diskli tırmık	3.01	0.011
Pnömatik hassas ekim makinesi	6.57	0.024
Gübreli ara çapa makinesi	4.69	0.017
Kendi yürür ilaçlama makinesi	1.85	0.007
Hasat makinesi	6.14	0.023
Koruyucu toprak işleme	**25.53**	**0.100**
Goble diskli tırmık	3.88	0.015
Goble diskli tırmık	3.63	0.014
Doğrudan ekim makinesi	5.06	0.020
Doğrudan ekim gübre atma makinesi	4.98	0.020
Kendi yürür ilaçlama makinesi	1.85	0.007
Hasat makinesi	6.14	0.024
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	**17.25**	**0.070**
Doğrudan ekim makinesi	4.38	0.018
Doğrudan ekim gübre atma makinesi	4.88	0.020
Kendi yürür ilaçlama makinesi	1.85	0.007
Hasat makinesi	6.14	0.025
Ortalama	**25.11**	**0.097**

Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yöntemi en az insan işgücü eşdeğer enerji tüketimini oluşturmuş olup, bunu koruyucu toprak işleme, geleneksel toprak işleme yöntemleri takip etmiştir. Benzer sonuçlar; Geleneksel yöntemde kanola üretiminde birim alana (ha) 29.00 MJ (Baran ve ark., 2014) olarak belirlemiştir. Kosutic ve ark. (2005), Slovenya'da geleneksel, koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekim uygulamalarında sırasyla; 6.40, 3.30 ve 2.84 MJ ha^{-1} olarak; Marakoğlu ve ark. (2010), Konya'da nohut üretiminde geleneksel, azaltılmış, doğrudan ekim ve herbisit

uygulamalı doğrudan ekim uygulamalarında sırasyla 9.2, 6.4, 3.1 ve 3.4 MJ ha^{-1}; Konak ve ark. (2004), Konya koşullarında geleneksel mısır üretiminde 27 MJ ha^{-1}; Arıkan (2011), tarafından Adana'da yapılan geleneksel kışlık kolza üretiminde 17.17 MJ ha^{-1} olarak belirlemişlerdir. Kullanılan alet bazında incelendiğinde en yüksek insan işgücü enerji tüketimi 10.30 MJ ha^{-1}'la birincil toprak işleme aleti olan pullukta meydana gelmiş, bunu 6.57 MJ ha^{-1}' la pnömatik hassas ekim makinesi takip etmiştir. En düşük enerji tüketimi ise kendi yürür ilaçlama makinesinde (1.85 MJ ha^{-1}) gerçekleşmiştir.

4.2.3 Sulama enerjisi

Sulama işleminde kullanılan enerji girdileri tıoplam enerji giridleri içerisinde gübre enerjisinden sonra en yüksek enerji eşdeğerine sahip enerji eşdeğeridir. Sulama enerji girdisinin, toplam enerji girdilerindeki payı %12.11 ile 13.76 oranında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6.). Sulama suyu tüm uygulamalarda aynı miktarda kullanıldığı için aynı enerji eşdeğerleri elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. Sulama eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları

Yöntemler	Sulama enerji eşdeğeri (MJ ha^{-1})	
	Mısır	Oranı (%)
Geleneksel toprak işleme	3 262.28	12.11
Koruyucu toprak işleme	3 262.28	12.52
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	3 262.28	13.76

Sulamanın vazgeçilemez bir zorunluluk olduğu kurak ve yarı kurak alanların tarımsal üretiminde sulamanın enerji tüketimi, enerji üretim verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Tarımsal işlemlerin enerji kullanımına ilişkin olarak yapılan bazı araştırma sonuçları, sulamanın diğer tarımsal işlemlerle karşılaştırıldığında enerjinin büyük bir kısmını tükettiğini göstermektedir (Mittal ve ark., 1985; Mrini ve ark., 2001; Topak ve ark., 2005). Safa ve ark. (2011), Yeni Zelanda'nın Canterbury bölgesinde, buğday üretiminde enerji tüketimini incelemişlerdir. Araştırmalarını, sulu ve kuru tarım koşullarında buğday üretimi yapılan 35 000 hektar alanda yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda birim alanda (ha) buğday üretiminde toplam enerji gereksinimini 25 600 MJ olarak hesaplamışlardır. Sulu tarımda yaklaşık 7 762

MJ/ha (%71) değerinde sulama işlemlerinin, kuru tarımda ise 1451 MJ/ha (%46) değerinde toprak işlemenin başlıca enerji tüketimini oluşturdukları vurgulanmıştır. Singh (2002), Hindistan'da farklı bitki üretim sistemlerinde enerji kullanım düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapmış olduğu bir araştırmada; işletme büyüklüğüne göre değişmekle birlikte, sulama işleminin enerji tüketimini ortalama olarak, tarımsal işlemlerde tüketilen toplam enerjinin içinde buğdayda %38, sorgumda %23, çeltikte %76, hardal yetiştiriciliğinde ise %18'ine tekabül etmekte olduğu bildirilmektedir. Baran ve Karaağaç (2014), silajlık ikinci ürün ayçiçeği üretiminde yaptıkları çalışmada toplam enerji kullanımının 49 970 MJ/ha olarak bildirmişlerdir. Ayrıca sulamada enerji kullanımını 4 725 Mj/ha olarak bildirilmiştir. Schön ve Sourell (1981), basınçlı sulama sistemlerinde su ve enerji tasarrufu imkanlarını araştırdıkları bir çalışmada, geleneksel yağmurlama sisteminin birim alana enerji kullanımını tüketilen elektriğin enerji eşdeğeri olarak 10 548 MJ/ha, damla sulamada 1 860 MJ/ha olarak belirlemişlerdir. Rodrigues ve ark. (2010), kısıtlı sulama koşullarında yağmurlama sulama ile sulanan mısır, buğday ve ayçiçeği üretiminde enerji etkinliğini araştırmışlardır. Ayçiçeği üretiminde, en yüksek verim elde etmeyi amaçlayan uygun yetiştirme sistemi ve sulama programının uygulanması ile enerji çıktı/girdi oranı olarak tanımlanan enerji etkinliği (EE) değeri, 1.48-2.37 aralığında değişmiştir. Ürün tarafından üretilen enerji ile bu ürünün üretimi için tüketilen toplam enerji arasındaki oran olarak tanımlanan net enerji değeri (NED); dairesel hareketli yağmurlama sulama uygulamasında 63.1-79.0 GJ/ha, yağmurlama sulama uygulamasında ise 39.2-46.1 GJ/ha aralığında değişmiştir. Sadece eksik su miktarının verilmesi durumunda, EE değeri 1.44-2.06, NED ise 28.1-52.8 GJ/ha aralığında değişmiştir.

4.2.4. Kurutma için elektrik enerjisi

Kurutma için elektrik enerji eşdeğeri, 9.500 kg/ha'la en yüksek verimin elde edildiği geleneksel toprak işleme uygulamasında 647.63 MJ ha^{-1} olarak en yüksek enerji girdisi elde edilmiştir. En düşük verimin elde edildiği 8.750 kg/ha'la sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim uygulamasında ise en düşük 614.22 MJ ha^{-1} enerji girdisi elde edilmiştir. Kurutma için elektrik enerjisi girdisinin, toplam enerji

girdilerindeki payı % 2.40 ile % 2.59 oranları arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Kurutma için elektrik eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları

Yöntemler	Kurutma enerji eşdeğeri (MJ ha^{-1})	
	Mısır	Oranı (%)
Geleneksel Toprak İşleme	647.63	2.40
Koruyucu Toprak İşleme	596.50	2.29
Sıfır Toprak İşlemeli Doğrudan Ekim	614.22	2.59

Literatürde yapılan araştırmalarda mısır kurutma tesislerinde çok değerli çalışmalar yapılmış olmasına rağmen endüstriyel kurutma tesisin enerji ve ekserji analizi yapılan herhangi bir çalışmanın olmadığı tespit edilmiştir.

4.3. Dolaylı Enerji Girdileri

4.3.1. Alet–makina imalat enerjisi

Toprak işleme uygulamalarına göre birim alanda tarım alet/makina kullanımı sonucunda tüketilen imalat enerji eşdeğerleri Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi geleneksel toprak işleme uygulamasında birim alan (ha) başına 10.45 h, koruyucu toprak işleme uygulamasında 10.98 h ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim uygulamasında da 9.66 h makina işgücünden yararlanılmıştır (bkz. Çizelge 4.3.). Buna karşılık birim üretim alanından (ha) sırasıyla, geleneksel toprak işleme uygulamasında 3 052.87, koruyucu toprak işleme uygulamasında 2 636.64 ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim uygulamasında 1 204.14 MJ eşdeğer makina imalat enerjisi tüketilmiş ve sırasıyla bunların oransal değeri % 11.33, 10.12, 5.08 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Traktör ve alet–makina imalatının eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları

Yöntemler	Traktör ve alet–makina imalat enerji eşdeğeri (MJ ha^{-1}) ve oranı (%)	
	Mısır	Oranı (%)
Geleneksel toprak işleme	**3 052.87**	**11.33**
Traktör	972.08	3.61
Pulluk	939.50	3.49
Goble diskli tırmık	482.56	1.80
Pnömatik hassas ekim makinesi	63.15	0.23
Gübreli ara çapa makinesi	95.32	0.35
Kendi yürür ilaçlama makinesi	20.03	0.07
Hasat makinesi	480.23	1.78
Koruyucu toprak işleme	**2 636.64**	**10.12**
Traktör	730.30	2.80
Goble diskli tırmık	663.51	2.55
Goble diskli tırmık	482.56	1.85
Doğrudan ekim makinesi	151.61	0.58
Doğrudan ekim gübre atma makinesi	108.40	0.42
Kendi yürür ilaçlama makinesi	20.03	0.08
Hasat makinesi	480.23	1.84
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	**1 204.14**	**5.08**
Traktör	342.93	1.45
Doğrudan ekim makinesi	196.74	0.83
Doğrudan ekim gübre atma makinesi	164.20	0.69
Kendi yürür ilaçlama makinesi	20.03	0.08
Hasat makinesi	480.23	2.03
Ortalama	**2 297.88**	**8.84**

Traktör kullanımı sonucunda alet–makina imalat enerjisi olarak tüketilen eşdeğer enerji kullanım değeri ülkemizde % 6.7 iken A.B.D.'de % 12.7'dir (Yaldız ve ark. 1990; Pimentel, 1980). Bu çalışmada sıfır toprak işleme uygulamasında alet–makina kullanım enerjisi gelişmiş ülkelerin yarı seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu çalışmada bu oranların düşük oluşu gelişmekte olan ülkelerde de görülen gübrenin ve tohum oranlarının yükselmesine sebep olmuştur.

Erzurum yöresinde buğday ve ayçiçeğinde (Gözübüyük ve ark., 2012); Anıza doğrudan ekimde 509.61 MJ ha^{-1} (Khater ve ark.,2008); Kırklareli geleneksel kanola üretiminde birim alana (ha) 1 212.38 MJ olarak belirlemiştir (Baran ve ark., 2014). Konya'da nohut üretiminde geleneksel, azaltılmış, doğrudan ekim ve herbisit uygulamalı doğrudan ekim uygulamalarında sırasyla 434.2, 307.4, 154.1 ve 173.9 MJ ha^{-1} (Marakoğlu ve ark., 2010); Konya koşullarında mısır üretiminde 2 907.6 MJ ha^{-1} (Konak ve ark., 2004); Adana'da geleneksel kolza üretiminde yapılan çalışmada 1 142.7 MJ ha^{-1} olarak belirlemişlerdir (Arıkan, 2011). Kullanılan alet bazında

incelendiğinde en yüksek makina imalat enerji tüketimi 972.08 MJ ha^{-1}'la geleneksel uygulamada her bir tarım aletini kullanan traktörde meydana gelmiş, bunu 939.50 MJ ha^{-1}'la pulluk ve koruyucu toprak işleme uygulamasında kullanılan 730.30 MJ ha^{-1} ile de traktör takip etmiştir. En düşük enerji tüketimi ise kendi yürür ilaçlama makinesinde (20.03 MJ ha^{-1}) gerçekleşmiştir.

4.3.2. Gübre enerjisi

Bitkisel üretimde birim üretim alanı (ha) için tüketilen toplam enerji girdilerinde de en yüksek girdiyi oluşturan gübre miktarları, gübreyi oluşturan maddeler üzerinden hesaplanmış ve Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

İkinci ürün dane mısır üretiminde toprak analiz sonuçlarına göre deneme parsellerine verilen gübre miktarlarının eşdeğer enerjisi fosfora göre yüksek olan azotlu gübre daha fazla enerji girdisini oluşturmuştur. Enerji girdileri içerisinde gübre enerjisi tüm uygulamalarda %51.19 ile 58.16 oranla en yüksek girdiyi oluşturmuştur.

Çizelge 4.9. Kimyasal gübre eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları

Bitki	Yöntemler	Gübre enerji eşdeğeri (MJ ha^{-1}) ve oranı (%)			
		Geleneksel	Koruyucu	Sıfır	Ortalama
Mısır	**Toplam gübre (MJ ha^{-1})**	**13 790.16**	**13 790.16**	**13 790.16**	**13 790.16**
	Fosfor (P_2O_5)	1 316.16	1 316.16	1 316.16	
	Azot (N)	12 474.00	12 474.00	12 474.00	
	Toplam oran (%)	**51.19**	**52.94**	**53.51**	**52.55**
	Fosfor (P_2O_5)	4.89	5.05	5.11	
	Azot (N)	46.30	47.89	48.40	

Geleneksel: Geleneksel toprak işleme, Koruyucu: Koruyucu toprak işleme, Sıfır: Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim

Benzer sonuçlar; Erzurum yöresinde buğday ve ayçiçeğinde (Gözübüyük ve ark., 2012); Konya'da nohut üretiminde geleneksel, azaltılmış, doğrudan ekim ve herbisit uygulamalı doğrudan ekim uygulamalarında 5 604.9MJ ha^{-1} (Marakoğlu ve ark., 2010); Konya koşullarında mısır üretiminde 13 375 MJ ha^{-1} (Konak ve ark., 2004); Adana'da yapılan çalışmada 2 929.1 MJ ha^{-1} olarak belirlemişlerdir (Arıkan, 2011). Yapılan bu çalışmalarda farklı toprak işleme uygulamalarının gübre enerji

girdilerine etkisi tespit edilememiştir. Diğer enerji girdi değerlerinin düşük oluşu gübre eşdeğer enerji girdi oranını artırmıştır. Dünyada gelişmekte olan ülkelerde üretim girdileri içerisinde gübre en büyük enerji girdisini oluşturmuştur.

4.3.3. Tohumluk enerjisi

İkinci ürün dane mısır üretiminde tohumluk kullanımı sonucunda tüketilen enerji girdisi değerleri ve toplam girdiye oranları Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Tohum enerjisi girdisinin, toplam enerji girdilerindeki payı %10.90 ile %12.40 oranında olduğu tespit edilmiştir. İkinci ürün dane mısır üretiminde, hektara 29.4 ekim normunda mısır tohumu ekilmiştir. Tohum enerji girdisi, tüm uygulamalarda aynı ekim normundan dolayı aynı enerji eşdeğerleri elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Tohumluk eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları

Yöntemler	Tohum enerji eşdeğeri (MJ ha^{-1})	
	Mısır	Oranı (%)
Geleneksel toprak işleme	2 940.0	10.91
Koruyucu toprak işleme	2 940.0	11.29
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	2 940.0	12.40

Tohumluk enerji eşdeğeri girdisinin sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde %12.40'lık bir değerle yüksek olması özellikle yakıt–yağ, insan ve makina imalat enerji girdilerinin düşük oluşundan kaynaklanmaktadır. Aynı gerekçeylede geleneksel toprak işleme uygulamasında da %10.91 oranla yöntemler arasında en düşük değeri oluşturmuştur. Erzurum yöresinde buğday ve ayçiçeğinde dört faklı toprak işleme-ekim uygulamalarında en düşük geleneksel yöntemde, en yüksek enerji girdi oranı doğrudan ekim yönteminden (Gözübüyük ve ark., 2012); Konya'da nohut üretiminde 3 750 MJ ha^{-1} (Marakoğlu ve ark., 2010) benzer sonuçları elde etmişlerdir. Bu çalışmada da yukarda belirtilen daha önceden yapılan çalışmalarda da toprak işleme yöntemlerinin tohumluk enerji girdilerine etkisi olmayıp, oransal bazda farklılıklar elde edilmiştir.

4.3.4. Tarımsal ilaç enerjisi

Toprak işleme uygulamalarında etkili madde olarak, dar ve geniş yapraklı yabancı otlar için hektara 4.3 kg total herbisit uygulanmıştır. Yabancı ot ilacı kullanımı sonucunda tüketilen ilaç üretimi eşdeğer enerji değerleri Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

İnsan işgücü enerjisinden sonra en düşük 2. enerji değerine tarımsal ilaç enerji eşdeğeri sahiptir. Toprak işleme uygulamalarında belirtilen miktarlarda kullanılan saf herbisitin üretimi sırasında tüketilen eşdeğer enerjileri birim alan (ha) için aynı miktarda gerçekleşmiş olup, tüm uygulamalarda 432.12 MJ olarak enerji tüketilmiştir. Oransal olarak sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde diğer iki toprak işleme yöntemlerine göre biraz daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Çizelge 4.11. Tarımsal ilaç eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları

Yöntemler	Tarımsal ilaç enerji eşdeğeri (MJ ha^{-1})	
	Mısır	Oranı (%)
Geleneksel toprak işleme	432.12	1.60
Koruyucu toprak işleme	432.12	1.66
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	432.12	1.82

Bilindiği gibi toprak işleme, kültür bitkileri için iyi bir tohum yatağı hazırlamanın yanı sıra yabancı otla mücadele amacıyla da yapılır. Bu sebepledir ki koruyucu toprak işleme-ekimi kısıtlayan etkenlerin başında yabancı otla mücadele gelmektedir. Bu çalışmada tarımsal ilaç enerji girdisinin, üretimde kullanılan toplam enerji girdisine oranı, %1.60 ile 1.82 olarak belirlenmiştir.

4.3.5. Toplam enerji girdisi

Tarım sektörü, bütün dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de nüfusun gıda maddeleri gereksinimini karşılaması, tarıma dayalı sanayi için hammadde kaynağı oluşturması, belirli bir kesime istihdam olanağı sağlaması, dışa bağımlılığın önlenmesi ve ödemeler dengesi üzerinde önemli etkilerinin olması vb. nedenlerle,

ekonomide stratejik rol ve işlevini korumayı sürdürmektedir (Öztürk ve Küçükerdem, 2013).

Diğer sektörlere göre %6.62 gibi bir oranla oldukça düşük enerji tüketim oranına sahip olan tarımda enerji girdisi, belirli bir kaynağın üretimi için doğrudan ve dolaylı olarak tüketilen enerji miktarıdır. Tarımsal üretimde doğrudan enerji girdisi, görünür enerji gereksinimlerinden oluşur ve tanımlanması ve analiz edilmesi kolaydır. Diğer taraftan, dolaylı enerji girdisi daha az görünür özellik taşır, tanımlanması ve analiz edilmesi kısmen daha zordur. Dolaylı enerji maliyetleri çok yüksektir ve tarımda kullanılan teknolojileri etkileyebilir.

Farklı toprak işleme yöntemlerinin tarla çalışmalarından elde edilen veriler değerlendirilmiş, toprak işleme uygulamalarının enerji tüketimleri hesaplanmıştır.

Toplam enerji girdileri; enerjinin kullanımı açısından doğrudan ve dolaylı, enerji kaynakları açısından ise yenilenebilir ve yenilenmez enerji kaynakları olarak irdelenmiştir. Toprak işleme uygulamaları bazında enerji girdileri ve bu enerji girdisinin toplam girdileri içerisindeki oranı Çizelge 4.12.'de verilmiştir. Buna göre toprak işleme uygulamaları arasında geleneksel toprak işleme yöntemi en yüksek enerji girdisini oluşturmuştur. Enerji girdi parametreleri arasında yine gübre yüksek ve ilk sırayı almış, bunu sulama enerjisi takip etmiş, insan işgücü enerjisi ise en düşük girdiyi oluşturmuştur. Toplam enerji girdileri açısından incelendiğinde, geleneksel toprak işleme yöntemlerinde birim alana (ha) 26 937.94 MJ bir enerji girdisiyle en yüksek, sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yöntemi (23 708.95 MJ ha^{-1}) ise en düşük değeri oluşturmuştur. Genel anlamda toprak işleme uygulamaları incelendiğinde enerji girdileri daha çok tarım aletinin kullanıldığı uygulamadan (geleneksel toprak işleme 26 937.94 ha^{-1}), daha az tarım aletinin kullanıldığı uygulamaya doğru (sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim 23 708.95 MJ ha^{-1}) azalmaktadır (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.12. Toprak işleme uygulamalarının ortalama enerji girdileri (MJ ha^{-1}) ve oranları

Enerji girdi parametreleri	Geleneksel		Koruyucu		Sıfır	
	Enerji girdisi	Oranı (%)	Enerji girdisi	Oranı (%)	Enerji girdisi	Oranı (%)
Yakıt–yağ enerjisi	2 780.33	10.32	2 367.14	9.09	1 448.78	6.11
İnsan işgücü enerjisi	32.56	0.121	25.53	0.098	17.25	0.07
Alet–makina enerjisi	3 052.87	11.33	2 636.64	10.12	1 204.14	5.08
Gübre enerjisi	13 790.16	51.19	13 790.16	52.94	13 790.16	58.16
Tohum enerjisi	2 940.00	10.91	2 940.00	11.29	2 940.00	12.40
Sulama enerjisi	3 262.28	12.11	3 262.28	12.52	3 262.28	13.76
Tarımsal ilaç enerjisi	432.12	1.60	432.12	1.66	432.12	1.82
Kurutma için elektrik enerjisi	647.63	2.40	596.50	2.29	614.22	2.59
Toplam girdi	**26 937.94**	**100**	**26 050.37**	**100**	**23 708.95**	**100**

Geleneksel: Geleneksel toprak işleme, Koruyucu: Koruyucu toprak işleme, Sıfır: Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim

Tüm toprak işleme yöntemlerinde de en yüksek enerji girdisi gübrede olmuştur, bunu sulama enerjisinin takip ettiği belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen gübre enerjisi eşdeğeri (B-F %50, B-N %48.7) Türkiye ortalaması (%48.8) ile hemen hemen aynı, A.B.D.'de yapılan bir çalışmada elde edilen orandan (%21) ise daha yüksektir (Yaldız ve ark., 1990; Anonim, 1989; Marakoğlu ve ark., 2010; Kumar ve ark., 2013). Gübre enerji girdisini %29.3–%28.5 ile tohum enerjisi takip etmiştir. Tohum enerjisi Türkiye ortalaması %15.1, gelişmiş ülkeler ortalaması ise %7 civarındadır (Yaldız ve ark., 1990; Anonim, 1989). Elde edilen alet–makina imalat enerjisi ise %5.63–6.77 ile Türkiye ortalamasına yakın (%6.7) A.B.D'nin (% 12.7) yarısı kadardır (Yaldız ve ark., 1990; Pimentel, 1980). En düşük girdi ise 16.8–11.3 MJ ha^{-1} ile % 0.2'lik oranla insan işgücü enerjisinden elde edilmiştir. Benzer sonuçları; Gözübüyük ve ark. (2012), Marakoğlu ve ark. (2010) ve Konak ve ark. (2004)'da elde etmişlerdir.

Toprak işleme yöntemleri arasında birim alana (ha) en yüksek girdiyi (26 937.94 MJ) geleneksel toprak işleme yöntemi oluşturmuştur. Bunu %3.29 azalışla koruyucu toprak işleme yöntemi takip etmiş ve en düşük girdi %11.99 azalışla 23 708.95 ha^{-1} sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminden elde edilmiştir. Türkiye'de toplam enerjinin %6.62'sini tüketen tarımda 2011 yılı verilerine göre 20 539 000 ha işlenen tarım alanına karşılık tüketilen enerji 11 723 MJ ha^{-1} olup, ekilen tarım alanına (15 712 000 ha) göre ise 14 486.3 MJ ha^{-1} enerji tüketmiştir (Öztürk, 2013). Erzurum yöresinde sulu ve kuru koşullarda buğday ve ayçiçeğinde en yüksek girdiyi geleneksel uygulama, en düşük girdiyi ise doğrudan ekimde (Gözübüyük ve

ark., 2012); Marakoğlu ve ark. (2010) ve Konak ve ark. (2004)'da benzer sonuçları elde etmişlerdir. Ayrıca, Khaledian ve ark. (2010), mısır üretiminde 1 kg ürünün üretimi için gerekli olan enerji değerini hem geleneksel ve hem de doğrudan ekim için 2 MJ kg^{-1}, buğday üretimi için ise geleneksel uygulamada 4.1 MJ kg^{-1}, doğrudan ekim için 5.8 MJ kg^{-1} olarak bulmuşlardır.

Yenilenebilir enerji ile yenilenemez enerji girdilerinin tükettikleri doğrudan–dolaylı enerji kullanım girdileri toprak işleme yöntemlerine göre Çizelge 4.13.'de verilmiştir. Enerji girdilerinde (doğrudan–dolaylı ve yenilenebilir–yenilenemez) daha yüksek enerji girdisi geleneksel toprak işleme yönteminde en yüksek, sıfır toprak işlemeli ekim yönteminde ise en düşük değerler elde edilmiştir.

Dolaylı enerji kullanım girdisi, doğrudan enerji kullanım girdisine göre oldukça yüksek oranda gerçekleşmiştir. İkinci ürün dane mısır üretiminde birim üretim alanı (ha) için toplam enerji tüketiminin geleneksel toprak işleme yönteminde %24.96'nı (6 722.79 MJ), koruyucu toprak işleme yönteminde %24.00'ünü (6 251.45 MJ), sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde ise en düşük %22.53'ünü (5 342.53 MJ) doğrudan enerji tüketimleri oluşturmuştur (Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.13. Toprak işleme yöntemlerinin enerji girdileri ve oranları

Enerji Kullanımı	**Enerji girdileri (MJ ha^{-1}) ve oranları (%)**		
	G	**K**	**S**
Doğrudan[A]	6722,79	6251,45	5342,53
Dolaylı[B]	20215,15	19798,92	18366,4
Yenilenebilir[C]	2972,56	2965,53	2957,25
Yenilenemez[D]	23965,38	23084,84	20751,70
Enerji Kaynakları	**G**	**K**	**S**
Doğrudan%	24,96	24,00	22,53
Dolaylı %	75,04	76,00	77,47
Yenilenebilir %	11,03	11,38	12,47
Yenilenemez %	88,97	88,62	87,53

[A] İnsan işgücü enerjisi, yakıt–yağ enerjisi, sulama, kurutma için elektrik enerjisi [B] Makina enerjisi, tohum enerjisi, kimyasal gübre enerjisi, tarımsal ilaç enerjisi
[C] İnsan işgücü enerjisi, tohum enerjisi; [D] Yakıt–yağ enerjisi, makina enerjisi, kimyasal gübre enerjisi, tarımsal ilaç enerjisi, sulama, kurutma için elektrik enerjisi

Yenilenemez enerji girdisi ile yenilenebilir enerji girdisi arasında geleneksel toprak işleme yönteminden, koruyucu ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim

yöntemlerine doğru oransal azalış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca toprak işleme–ekim uygulamalarında çevreye zarar verici, sınırlı ve tükenme ihtimali olan %88.33 oranında yenilemeyen enerji kaynaklarının kullanıldığı, doğaya zararı olmayan ve tükenmeyen devamlı var olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranı ise % 11.63 olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. Dünya yenilenebilir enerji üretiminde (milyar–kilowat/saat) Avrupa %22.06 ile ilk sırada (değişim oranı %56.13), Türkiye ise %1.37'lik oranla düşük, fakat 2000–2012 yılları arasındaki %109.19 değişim oranıyla da başta Çin, Almanya ve İspanyadan sonra gelmektedir (EIA, 2012).

Dünyada bol miktarda bulunan, kendini yenileyebilme özelliğine sahip olan, doğaya zarar vermeyen yenilenebilir enerji girdi kullanımını toprak işleme yöntemlerinde birim alan için (ha) toplam enerji tüketimleri Çizelge 4.13'de verilmiştir. Buna göre sırasıyla geleneksel toprak işleme yöntemi %11.03'ünü ve koruyucu toprak işleme yönteminin %11.38'ini, sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminin %12.47'sini ise yenilenebilir enerji girdisi oluşturmuştur. Sınırlı ve tükenme ihtimali olan yenilenemeyen enerji kaynakları, toprak işleme ve ekime bağlı olarak daha çok tarım alet–makina kullanımından daha az tarım alet–makina kullanımına doğru azalmıştır. Özellikle sıfır toprak işlemeli ekim yöntemi diğer yöntemlere göre daha az oranda yenilenemeyen enerji girdisini kullanmıştır.

Gerek geleneksel toprak işleme yönteminde ve gerekse buna alternatif olabilecek koruyucu toprak işleme uygulamalarında dolaylı enerji kullanım girdilerinin doğrudan enerji kullanım girdilerine ve yenilemez enerji girdilerinde yenilenebilir enerji girdilerine göre oldukça yüksek oransal bazda değerler elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak alışılagelmiş tarımsal üretimde, üretimi artırmak için yoğun alet makina kullanımı ile birlikte, bu uygulamaya alternetif koruyucu toprak işleme–ekim uygulamalarında kullanılan alet makina azaltımı bile bu oranı yeterince azaltmamış ve bu durum halen yenilenemez enerji kaynaklarına olan bağımlılığın devam ettiğini gösterebilir.

Yenilenebilir enerjinin birim alan için (ha) hem üretim girdilerinde (MJ), hem de oransal (%) olarak sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde en iyi sonuç

elde edilmiş, bunu koruyucu toprak işleme ve geleneksel toprak işleme yöntemi takip etmiştir Baran ve Gökdoğan (2014), Kırklarelinde geleneksel uygulama ile karpuz ve kavun yetiştiriciliğinde doğrudan enerjiyi sırasyla %34.28–39.44, yenilenebilir enerji de %8.47–7.51olarak belirlemişlerdir. Arıkan (2011), Adana'da kolza üretiminde yaptığı çalışmada doğrudan enerji girdisini %35.76 olarak belirlemişlerdir. Şehri (2012), Adana yöresi pamuk üretiminde farklı arazi büyüklüklerinde yaptığı enerji analizlerinde doğrudan enerji girdisinin işletmelerin ortalaması alınarak hesaplandığında %47.57 gibi yüksek, yenilenebilir enerji girdisini ise %15.73 ile düşük bir oran olduğunu belirlemiştir. Eren (2011), tatlı sorgum üretiminde doğrudan enerji girdisini % 22.23 olarak belirlemiştir.

4.4. Toplam Enerji Çıktısı

Yöntemlerin karşılaştırılmasında en önemli etken olan verim, enerji çıktısını oluşturan yegâne parametredir. Bu çalışmada enerji çıktıları farklı toprak işleme yöntemleri bazında incelenmiştir.

İkinci ürün dane mısır verim değerleri dikkat alınarak hesaplanan enerji çıktısı değerleri Çizelge 4.14'de verilmiştir. Yöntemler arasında en yüksek verim değerini oluşturan geleneksel toprak işleme uygulaması en yüksek enerji çıktısını da oluşturmuş, bunu sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim uygulaması ve koruyucu toprak işleme uygulamaları takip etmiştir Geleneksel toprak işleme uygulamasında birim üretim alanına (ha) ortalama 9 500 kg verime karşılık ortalama 138 510.0 MJ ha^{-1} enerji çıktısı elde edilirken, toprak işlemenin olmadığı sıfır toprak işleme uygulamasında ise 9 010 kg ha^{-1} verime karşılık birim alan (ha) için ortalama 131 365.8 MJ enerji çıktısı elde edilmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Toprak işleme uygulamalarının verim değerleri ve enerji çıktıları

Yöntemler	Mısır
Geleneksel toprak işleme	
Verim (kg/ha)	9 500
Enerji çıktısı (MJ/ha)	138 510.0
Koruyucu toprak işleme	
Verim (kg/ha)	8 750
Enerji çıktısı (MJ/ha)	127 575.0
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	
Verim (kg/ha)	9 010
Enerji çıktısı MJ/ha)	131 365.8

Bayhan (2016), ikinci ürün ayçiçeğinde dört faklı toprak işleme uygulamasında rototillerin kullanıldığı uygulamanın 69 695 MJ ha^{-1} çıktıyla ilk sırda yer aldığını, bunu diskli tırmık+kombikürüm, anıza doğrudan ekim ve diskli tırmık yöntemlerinin takip ettiğini ifade etmiştir. Kumar ve ark. (2013), Hint–Ganj ovalarında sulu şartlarda buğday üretiminde geleneksel uygulamada enerji çıktısı 143 310 MJ ha^{-1}, anıza doğrudan ekimde ise 150 220 MJ ha^{-1} olarak tespit etmişlerdir. Konak ve ark. (2004), Konya'da geleneksel mısır üretiminde enerji çıktısını 102060 MJ ha^{-1} olarak belirlemişlerdir. Anonim (2011), buğday tarımında üç farklı toprak işleme–ekim uygulamasında birim alan (ha) enerji çıktılarında geleneksel toprak işleme–ekimde 33 721 MJ, azaltılmış toprak işleme–ekimde 39 633 MJ, anıza doğrudan ekimde 41 721 MJ olarak bildirmişlerdir. Arıkan (2011), tarafından Adana'da yapılan çalışmada kışlık kolzanın enerji çıktısı 88 444.95 MJ $ha^{-}1$ ve Şehri (2012), Adana'da pamuk üretiminin enerji çıktısı 54 534.8 MJ ha^{-1} olarak belirlemiştir.

4.5. Enerji Etkinliği

Ülkemiz tarımında toprak hazırlığında yeni uygulamaların benimsenmesi, toprak işlemede yeni teknolojilere sahip tarım alet–makinaların kullanılması ve ürün kayıplarını azaltmak için daha etkin uygulamaların yapılması gerekmektedir.

Farklı toprak işleme yöntemlerinde enerji tüketim değerlerinden hesaplanan enerji kullanım etkinliği göstergeleri, uygulamalar bazında Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Toprak işleme yöntemlerinin enerji etkinlik değerleri

Enerji etkinlik göstergeleri	Mısır
Geleneksel toprak işleme	
Enerji oranı	5.14
Özgül enerji (MJ kg^{-1})	2.84
Enerji üretkenliği (kg MJ^{-1})	0.35
Net enerji verimi (MJ ha^{-1})	111 572.06
Koruyucu toprak işleme	
Enerji oranı	4.90
Özgül enerji (MJ kg^{-1})	2.98
Enerji üretkenliği (kg MJ^{-1})	0.34
Net enerji verimi (MJ ha^{-1})	101 524.63
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	
Enerji oranı	5.54
Özgül enerji (MJ kg^{-1})	2.63
Enerji üretkenliği (kg MJ^{-1})	0.38
Net enerji verimi (MJ ha^{-1})	107 685.85

Tarımsal üretimde en az masrafla optimum verimi elde etmek ve enerjiyi verimli bir şekilde kullanmak temel amaçtır. Yüksek olması arzu edilen enerji oranı **(Çıktı/Girdi) ve** enerji üretkenliği (kg MJ^{-1})'nde sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim uygulamasında en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Yüksek olması arzu edilen net enerji verimi (MJ ha^{-1})nde geleneksel toprak işleme uygulamasında en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Düşük olması beklenen özgül enerji (MJ kg^{-1}) değerlerinde, sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim uygulamasından en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bunu geleneksel toprak işleme ve koruyucu toprak işleme uygulaması takip etmiştir.

Gözübüyük ve ark. (2012), Erzurum yöresinde kuru tarım koşullarında buğday tarımında dört faklı toprak işleme–ekim uygulamasında enerji oranı, özgül enerji ve enerji üretkenliği (verimi) değerlerinde en iyi sonucu anıza doğrudan ekim uygulamasından elde etmişlerdir. Bunu azaltılmış toprak işleme–1 yöntemi, rototillerin kullanıldığı azaltılmış toprak işleme–2 ve geleneksel yöntem takip emiştir. Net enerji veriminde ise en yüksek değerin geleneksel uygulamada olduğunu ve bunu azaltılmış toprak işleme–1, azaltılmış toprak işleme–2 ve anıza doğrudan ekim uygulamasının takip ettiğini ifade etmişlerdir. Benzer sonuç Kumar ve ark. (2013) tarafından da elde edilmiştir. Hint–Ganj ovalarında sulu şartlarda buğday üretiminde geleneksel uygulamada enerji kullanım etkinliği 6.15 iken anıza doğrudan ekimde ise 7.42, özgül enerji sırasıyla 2.31 MJ kg^{-1}, anıza doğrudan ekimde 1.91 MJ kg^{-1} olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada diğer enerji etkinliklerinde de anıza doğrudan ekim uygulamasından geleneksel uygulamaya göre

daha iyi sonuçlar elde etmişlerdir. Eren, (2011) ise yaptığı çalışmada geleneksel uygulama ile buğday gibi hem tane hem de sap verimi olan tatlı sorgumun üretiminde enerji oranı 13.38, özgül enerji 1.33 MJ kg^{-1} enerji üretkenliği (verimi) 0.75 kg MJ^{-1} ve net enerji verimi 184 144.2 MJ ha^{-1} olarak belirlenmiştir. Ören ve Öztürk (2006), tarafından Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde buğdayda yapılan bir çalışmada enerji oranı 2.21, özgül enerji değeri 7.18 MJ kg^{-1}, enerji üretkenliği 0.14 kg MJ^{-1}; Çanakçı ve ark. (2005), tarafından Antalya yöresinde yapılan çalışmada ise enerji oranı 2.8, özgül enerji değeri 5.24 MJ kg^{-1} olarak tespit edilmiştir.

4.5.1. Enerji oranı

Enerji oranı, en sık kullanılan enerji kullanım etkinlik ölçütü değeridir. Birim üretim alanından (ha) elde edilen toplam eş değer enerji miktarının (MJ), birim üretim işlemlerinde kullanılan toplam eş değer enerji miktarına oranı olarak tanımlanır. Enerji oranı değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

Enerji oranı değerleri toprak işleme yöntemleri bazında incelendiğinde 5.54 enerji oranıyla sıfır toprak işlemeli ekim yönteminden en yüksek değer elde edilirken, koruyucu toprak işleme yönteminden ise 4.90 oranı ile en düşük enerji oranı belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Yöntemlerin ortalama enerji oranları

Toprak işleme yöntemleri	Enerji oranı
	Mısır
	5.19
Geleneksel toprak işleme	5.14
Koruyucu toprak işleme	4.90
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	5.54

4.5.2. Özgül enerji

Özgül enerji değeri, birim kg ürün üretmek için tüketilen enerji miktarını (MJ) gösterir. Özgül enerji değerinin küçük değerlerde olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

Toprak işleme uygulamalarının özgül enerji değerleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. Buna göre birim alanda (ha) 1 kg mısır üretimi için toprak işleme uygulamalarından geleneksel toprak işleme yöntemi 2.84 MJ enerji tüketirken, sıfır toprak işlemeli ekim yöntemi 2.63 MJ'lük bir enerji tüketmektedir.

Çizelge 4.17. Yöntemlerin ortalama özgül enerji değerleri

Toprak işleme yöntemleri	Özgül enerji (MJ kg^{-1})
	Mısır
	2.82
Geleneksel toprak işleme	2.84
Koruyucu toprak işleme	2.98
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	2.63

Tabatabaeefar ve ark. (2009), buğday üretiminde en yüksek enerji tüketimini 11.78 MJ kg^{-1} ile geleneksel toprak işleme yönteminden elde ederken, en düşük enerji tüketimini ise 8.81 MJ kg^{-1} ile anıza doğrudan ekim yönteminden elde etmişlerdir. Benzer sonuçları; Gözübüyük ve ark. (2012); Kumar ve ark. 2013); Bayhan (2016); Eren (2011)'de etmişlerdir.

4.5.3. Enerji üretkenliği (verimi)

Enerji üretkenliği (verimi) değeri, tüketilen birim enerji (MJ) miktarına karşılık üretilen ürün miktarını (kg) belirtir. Diğer bir ifadeyle enerji verimi (üretkenliği) değeri yardımıyla üretime giren enerjinin birim miktarı ile ne kadar ürün elde edildiği belirlenmektedir. Enerji verimi değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

Toprak işleme yöntemleri arasında birim miktar MJ enerji tüketimi karşılığında üretilen ürün miktarları Çizelge 4.18.'de verilmiştir. Buna göre, toprak işleme yöntemleri arasında 1 MJ enerji tüketimine karşılık en yüksek ürün değeri (0.38 kg) sıfır toprak işlemeli ekim yönteminden, en düşük verim değeri ise (0.33 kg) geleneksel toprak işleme yönteminden elde edilmiştir.

Çizelge 4.18. Yöntemlerin ortalama enerji üretkenliği değerleri

Toprak işleme yöntemleri	Enerji üretkenliği (kg MJ^{-1})
	Mısır
	0.36
Geleneksel toprak işleme	0.35
Koruyucu toprak işleme	0.34
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	0.38

Kumar ve ark. (2013), Hint–Ganj ovalarında sulu şartlarda buğday üretiminde geleneksel uygulamada enerji verimliliğini 0.176 kg MJ^{-1}, doğrudan ekimde ise 0.222 olarak tespit etmişlerdir. Benzer sonuçları; Gözübüyük ve ark. (2012); Bayhan (2016); Eren (2011)'de elde etmişlerdir.

4.5.4. Net enerji üretimi

Net enerji verimi (MJ ha^{-1}), üretim sonucunda birim alandan elde edilen enerji miktarı ile üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarı arasındaki fark olarak tanımlanır. Diğer bir ifadeyle birim alan üretim sonucunda (ha) kazanılan net enerji miktarını (MJ) belirtir. Net enerji verimi değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

Toprak işleme uygulamaları arasında birim üretim alanında (ha) geleneksel toprak işleme yöntemi 111 572.06 MJ değeriyle en yüksek, koruyucu toprak işleme yöntemi ise 101 524.63 ile en düşük net enerji değerlerine sahip olmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Yöntemlerin ortalama net enerji verimi

Toprak işleme yöntemleri	Net Enerji Verimi (MJ ha^{-1})
	Mısır
	106 917.85
Geleneksel toprak işleme	111 572.06
Koruyucu toprak işleme	101 524.63
Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim	107 656.85

Kumar ve ark. (2013), net enerji verimini geleneksel uygulamada en düşük (120 025 MJ ha^{-1}) iken anıza doğrudan ekimde ise en yüksek (129 976 MJ ha^{-1}) olarak tespit etmişlerdir. Davoodi ve Houshyar (2009), tarafından İran koşullarında

ayçiçeği üretiminde net enerji verimi 26 912.93 MJ/ha olarak belirlenmiştir. Nassi ve ark. (2010), İtalya koşullarında ayçiçeği üretiminde net enerji verimini; geleneksel yöntemde 239 800 MJ/ha, düşük girdili yöntemde ise 244 300 MJ/ha olarak belirlemişledir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, ikinci ürün mısır üretiminde enerji etkinliği belirlenmiştir. İkinci ürün mısır üretiminde, enerji etkinliğine ilişkin belirlenen sonuçlar ve enerji etkinliğinin artırılabilmesi için uygulanabilecek öneriler verilmiştir.

İnsan İşgücü Enerjisi Girdisi:

En düşük girdiyi ise tüm uygulamalarda insan işgücü enerji girdisi oluşturmuştur (%0.07 ile 0.12). Geleneksel toprak işleme yönteminde birim alan (ha) başına toplam insan işgücü olarak 14.156 h, koruyucu toprak işleme yönteminde 11.100 h ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde 7.498 h işgücünden yararlanılmış ve buna karşılık sırasıyla 32.56, 25.53 ve 17.25 MJ eşdeğer insan işgücü enerjisi tüketilmiştir. Sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yöntemi en az insan işgücü eşdeğer enerji tüketimini oluşturmuş olup, bunu koruyucu toprak işleme, geleneksel toprak işleme yöntemleri takip etmiştir.

Yakıt/Alet/Makina Enerjisi Girdisi:

Önemli girdilerden olan fosil enerji kaynaklarından elde edilen yakıt–yağ enerji girdilerinde en düşük sıfır toprak işleme uygulamasından elde edilmiştir (1 448.78 MJ ha^{-1}). İkinci ürün mısır üretiminde birim alan (ha) için geleneksel toprak işlemede toplam 2 780.33, koruyucu toprak işlemede 2 367.14 ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde ise 1 448.78 Mj yakıt enerjisi tüketilmektedir. Yakıt enerji girdisinin üretimde kullanılan toplam enerji girdisine oranı sırasıyla %10.32, %9.09 ve %7.35 olarak belirlenmiştir. İkinci ürün mısır üretiminde kullanılan toplam enerjisinin %3.27 pullukla toprak işleme sırasında yakıt enerjisi (882.19 MJ/ha) olarak tüketilmektedir. İkinci ürün mısır üretiminde yakıt enerjisi tüketimi bakımından, pullukla toprak işlemini sırasıyla, biçerdöverle hasat (574.27 MJ/ha) ve geleneksel toprak işleme uygulamasındaki goble diskli tırmık uygulaması (513.04 MJ/ha) izlemektedir. En düşük enerji tüketimi ise kendi yürür

ilaçlama makinasında (101.36 Mj/ha) gerçekleşmiştir. İkinci ürün mısır üretiminde geleneksel toprak işleme uygulamasında kullanılan alet/makine enerjisi girdisinin (3 052.87 MJ/ha), üretimde kullanılan toplam enerji girdisine oranı, diğer girdilerin oranına kıyasla üçüncü sırada olup, %11.33 olarak belirlenmiştir. Yakıt ve makina kullanımında enerji verimliliğini artırmak için aşağıdaki belirmiş olduğumuz bazı önlem ve uygulamaların yapılması yararlı olacaktır;

-İşletmelerin mekanizasyon altyapısı için enerji verimliliği yüksek olan teknolojilerden yararlanılmalıdır.

- Güç kaynağına uygun kapasitede alet/makina kullanılmalıdır.

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

- Tarım alet/makinaları tam yükte ve verimli olarak çalıştırılmalıdır.

- İkinci ürün mısır üretim işlemlerinde kullanılan tarım alet/makinaları ile çalışma sırasında gerçekleşen yakıt tüketimleri dikkatli bir şekilde izlenmelidir.

- Kullanılan alet/makinaların güç gereksinimleri değerlendirilerek, yakıt tüketimini azaltıcı önlemler alınmalıdır.

- Tarla trafiğini azaltarak ve sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yöntemi ile toprak sıkışmasını önlemek.

- Tarımsal üretim alanının büyüklüğü, üretim işlemlerinde yakıt miktarını etkileyen en önemli etmendir. Büyük tarım işletmeleri için çok işlevli tarım/alet makinalarının kullanılması durumunda, daha yüksek enerji kullanım etkinliği sağlanır.

Sulama Enerjisi Girdisi:

Sulama işleminde kullanılan enerji girdileri toplam enerji girdileri içerisinde gübre enerjisinden sonra en yüksek enerji eşdeğerine sahip enerji eşdeğeridir. Sulama enerji girdisinin, toplam enerji girdilerindeki payı %12.11 ile 13.76 oranında olduğu tespit edilmiştir. Sulama suyu tüm uygulamalarda aynı miktarda kullanıldığı için aynı enerji eşdeğerleri elde edilmiştir. Mısır tarımı, ülkemizde sulu koşullarda yapılmaktadır. Mısır verimi etkileyen en önemli faktörlerden birisi sulamadır. İkinci ürün mısır üretiminde kullanılan doğrudan ve dolaylı enerji girdileri optimum düzeylerde kullanılarak, üretimin verimliliği arttırılabilir.

Bunun için de birim ürün üretim maliyetleri düşürülerek birim alanda yetiştirilen ürün miktarları artırılmalıdır. Ayrıca, sulama işlemini daha etkin yöntemlerle gerçekleştirmeli ve enerji tüketimi ve bakım giderleri düşük olmalıdır. Kullanımı kolay ve güvenilir olmalıdır. Bunlarla birlikte ayrıca;

- Çevresel açıdan zararlı olmamalıdır.

- Kısıtlı sulama yapılmalıdır.

- Sulama sistemleri, basınçlı sulama sistemlerine göre projelendirilmelidir.

- Su tasarrufu sağlayan sulama yöntem ve teknikleri geliştirilmelidir.

- Elektrik bedelinin ucuz olduğu saatlerde sulamalar yapılmalıdır.

- Pompaların verimli bir şekilde çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.

- Sulama uygulamalarında, verimi yüksek motorlar gibi enerji tüketimi bakımından daha etkin ekipmanlar kullanılmalıdır.

- Gerekli yük özelliklerine uygun motor seçilip seçilmediği kontrol edilmelidir.

- Ürüne istenildiği zaman, istediği kadar su verilmesine özen göstermelidir.

Aşırı su kullanımı, hem kıt olan su kaynaklarının israfına neden olmakta hem de suyun sulanacak araziye iletilmesi ve araziye uygulanmasında daha fazla enerji kullanılmasına sebep olmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde tarımda sulama faaliyeti enerjinin en çok kullanıldığı alandır. Toprak nem oranı düşük, sulama olanakları sınırlı alanlarda, fazla azotlu gübreleme ürün maliyetlerinin gereksiz yere yükselmesine, girdi kaybına ve çevre kirliliğine yol açabilir.

Kurutma İçin Elektrik Enerjisi Girdisi:

Kurutma için elektrik enerji eşdeğeri, en yüksek verim (9.500 (kg/ha)) elde edilen geleneksel toprak işleme uygulamasında (647.63 (MJ ha^{-1})) en yüksek enerji girdisi, en düşük verim elde edilen (8.750 (kg/ha)) uygulamasında ise en düşük (614.22 (MJ ha^{-1})) enerji girdisi elde edilmiştir. Kurutma için elektrik enerjisi girdisinin, toplam enerji girdilerindeki payı % 2.40 ile %2.59 oranında olduğu tespit edilmiştir. Enerji çıktı /girdi oranlarını yükseltmek ve enerji verimliliğini artırmak için kurutmada aşağıdaki belirmiş olduğumuz bazı önlem ve uygulamaların yapılması yararlı olacaktır;

- Mısırın içindeki nemin yüzeye gelmesi için kurutma esnasında ara bir yerde kurutma işlemini durdurup, nemin yüzeye gelmesini bekleyerek daha sonra kurutma işlemini devam ettirmenin, kurutmada bir enerji tasarrufu sağladığını göstermektedir.

- Elde edilen mısır kalitesini yükseltmek, ürün randımanını arttırmak, iklimin olumsuz yönlerini ortadan kaldırmak, en kısa zamanda istenen depolama nemini sağlayabilecek kurutma makine ve sistemleri mısır tarımında büyük önem taşımaktadır.

- Kurutucularda ürünün aşırı kurutulması veya yüksek sıcaklıklarda kurutulmasından dolayı üründe çatlamalar gibi istenmeyen sonuçlar olabilmektedir. Bu sonuçların

ortadan kalkması için ürün isteğine uygun olarak kurutma koşullarının belirlenmesi gereklidir.

- Mısırın kalitesi ve işlenmesi açısından ürünün kurutularak nem oranının %12-13' e düşürülmesi gereklidir. Kurutma işlemi, nem oranının düşürülmesi ile birlikte aflatoksin oluşmunu engellemesi ile de oldukça önemlidir.

- Yüksek tane verimi, mısır randımanı, tane kalitesi ve görüntüsü iyi, üstün pazar değeri olan mısır ürünü elde etmek, çok önem taşımaktadır. Bunun için hasadın zamanında yapılmasına, hasat yöntemine, ürünün nem içeriğine ve kurutma işlemi ile depolama şartlarına dikkat edilmelidir. Hasada kadar, ürünün yetişmesi için bütün hususlar, en iyi şekilde yerine getirilip ekonomik bir verim elde edilebilmektedir.

Ancak, hasat-harman, kurutma ve depolama işlemlerinin usulüne göre yerine getirilmemesi, üründe önemli kayıplar meydana gelmesine neden olmaktadır.

- Kurutma, tarım ürünlerinin hasadından sonra yapılan işlemler arasında çok önemli bir yer tutmaktadır. Ürünlerin uzun dönemde bozulmadan saklanması, ürünlerin uzun süre canlılığını koruması, tütün, kuru meyve ve kuru sebze gibi ekonomik değeri olan ürünlere yönelinmesi, ürün artıklarının kullanılabilir hale getirilmesi, erken ve kolay hasada olanak sağlaması, hasat döneminin planlanması, ürünlerden iyi fiyat alınabilmesi, kurutulan ürünün hacminin azalması ile ürünün önemli bilşenlerinin taşınması ve depolanmasındaki verimin artmasına olanak tanıyabilmesi açısından kurutma işleminin gerçekleştirilmesi gerekir.

Gübre Enerjisi Girdisi:

İkinci ürün mısır üretiminde kullanılan enerji girdileri arasında en önemli payı kimyasal gübre kullanımı ve sulama enerji girdisi oluşturmaktadır. İkinci ürün mısır üretiminde gübre enerjisi girdisinin (13 790.16 MJ/ha), üretimde kullanılan toplam enerji girdisine oranı, diğer girdilerin oranına kıyasla en yüksek düzeyde olup, ortalama % 54.10 olarak belirlenmiştir. İkinci ürün dane mısır üretiminde

toprak analiz sonuçlarına göre deneme parsellerine verilen gübre miktarlarının eşdeğer enerjisi fosfora göre yüksek olan azotlu gübre daha fazla enerji girdisini oluşturmuştur. Tarımsal üretimde uygulanan gübrelerden beklenen yararın elde edilebilmesi için gübrelerin genel karakteristik özelliklerini bilmek ve etkili bir şekilde kullanmak, gübre kullanım zamanlarını ve tekniğini bilmek, gübreleme programını gübre kullanım etkinliğine yön veren faktörlere göre ayarlamak son derece önemlidir.

-İkinci ürün mısır üretimi yapılacak arazilerde doğru bir şekilde toprak analizi yapılarak, bitki isteklerine yeterli miktarda besin elementi verilmeli ve gübreleme programları dikkatli bir şekilde oluşturulmalıdır.

-Bilinçsiz ve yanlış yapılan gübreleme toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını bozmaktadır. Doğru gübre kullanımı konusunda gerekli eğitim ve yayım faaliyetleri yapılmalıdır.

Tarımsal İlaç Enerjisi Girdisi:

İnsan işgücü enerjisinden sonra en düşük 2. enerji değerine tarımsal ilaç enerji eşdeğeri sahiptir. Toprak işleme uygulamalarında belirtilen miktarlarda kullanılan saf herbisitin üretimi sırasında tüketilen eşdeğer enerjileri birim alan (ha) için aynı miktarda gerçekleşmiş olup, tüm uygulamalarda 432.12 MJ olarak enerji tüketilmiştir. Oransal olarak sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde diğer iki toprak işleme yöntemlerine göre biraz daha yüksek değerler (%1.66) elde edilmiştir.

- Hastalık ve zararlılara dayanıklı, melez gücü yüksek ve yüksek verimli ayçiçeği çeşitlerinin ıslahına öncelik verilmelidir.

- Hastalık/zararlılara karşı korunmak ve toprağın tek yönlü kullanılmasını önlemek için ekim nöbeti uygulanmalıdır.

- Zirai mücadele işlemleri aksatılmadan titizlikle, laboratuar analizlerine göre yapılmalıdır.

- Yurt dışında yağlık olarak ithal edilen mısır tohumlarında gerekli analizler yapılarak kalıntı içeren tohumların ülkemize girişi engellenmelidir.

Tohumluk Enerjisi Girdisi:

İkinci ürün mısır üretiminde tohumluk girdisinin (2 940 MJ/ha), üretimde kullanılan toplam enerji girdisine oranı, ortalama %11.53 olarak belirlenmiştir. Üniversite ve araştırma kuruluşlarınca piyasada mevcut tohum çeşitlerinin verim denemeleri yapılmalıdır. Adaptasyon çalışmaları yapılarak sonuçlar üreticilere aktarılmalıdır. Yabancı ot, hastalık ve zararlılara dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine ağırlık verilmeli ve geliştirilen çeşitlerin verim denemeleri ve adaptasyon çalışmaları yapılarak sonuçları üreticilerimize aktarılmalıdır. Tohumlar ekolojik koşullara ve bölgelere uygun olarak üretilmelidir.

Toplam Enerji Girdisi:

Enerji girdi parametreleri arasında yine gübre yüksek ve ilk sırayı almış, bunu sulama enerjisi takip etmiş, insan işgücü enerjisi ise en düşük girdiyi oluşturmuştur. Toprak işleme yöntemleri arasında birim alana (ha) en yüksek girdiyi (26 937.94 MJ) geleneksel toprak işleme yöntemi oluşturmuştur. Bunu %3.29 azalışla koruyucu toprak işleme yöntemi takip etmiş ve en düşük girdi %11.99 azalışla (23 708.95 Mj) sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminden elde edilmiştir. Enerji girdilerinde (doğrudan–dolaylı ve yenilenebilir–yenilenemez) daha yüksek enerji girdisi geleneksel toprak işleme yönteminde en yüksek, sıfır toprak işlemeli ekim yönteminde ise en düşük değerler elde edilmiştir. İkinci ürün mısır üretiminde birim alan (ha) için toplam enerji tüketiminin %23.83'ünü (6 105.59 Mj) doğrudan, %76.17'sini ise (19 460.16 Mj) dolaylı enerji tüketimleri oluşturmaktadır.

İkinci ürün dane mısır üretiminde birim üretim alanı (ha) için toplam enerji tüketiminin geleneksel toprak işleme yönteminde % 24.96'nı (6 722.79 MJ), koruyucu toprak işleme yönteminde % 24.00'ünü (6 251.45 MJ), sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde ise en düşük % 22.53'ünü (5 342.53 MJ) doğrudan enerji tüketimleri oluşturmuştur.

Toprak işleme–ekim uygulamalarında çevreye zarar verici, sınırlı ve tükenme ihtimali olan %88.33 oranında yenilemeyen enerji kaynaklarının kullanıldığı, doğaya zararı olmayan ve tükenmeyen devamlı var olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranı ise %11.63 olarak gerçekleştiği belirlenmiştir.

Geleneksel toprak işleme yönteminin %11.03'ünü ve koruyucu toprak işleme yönteminin % 11.38'ini, sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminin %12.47'sini ise yenilenebilir enerji girdisi oluşturmuştur.

Sınırlı ve tükenme ihtimali olan yenilenemeyen enerji kaynakları, toprak işleme ve ekime bağlı olarak daha çok tarım alet–makina kullanımından daha az tarım alet–makina kullanımına doğru azalmıştır. Özellikle sıfır toprak işlemeli ekim yöntemi diğer yöntemlere göre daha az oranda yenilenemeyen enerji girdisini kullanmıştır.

Gerek geleneksel toprak işleme yönteminde ve gerekse buna alternatif olabilecek koruyucu toprak işleme uygulamalarında dolaylı enerji kullanım girdilerinin doğrudan enerji kullanım girdilerine ve yenilemez enerji girdilerinde yenilenebilir enerji girdilerine göre oldukça yüksek oransal bazda değerler elde edilmiştir.

Yenilenebilir enerjinin birim alan için (ha) hem üretim girdilerinde (MJ), hem de oransal (%) olarak sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim yönteminde (%12.47, 2 957.25 Mj) en iyi sonuç elde edilmiş, bunu koruyucu toprak işleme (%11.38, 29 65.53 Mj) ve geleneksel toprak işleme uygulaması (%11.03, 2 972.56 Mj) takip etmiştir.

Toplam enerji çıktı /girdi oranlarını yükseltmek ve enerji verimliliğini artırmak için aşağıdaki belirmiş olduğumuz bazı önlem ve uygulamaların yapılması yararlı olacaktır;

- Üreticiler; ihtiyaçları olan üretim girdilerinin en düşük maliyetle temini için iyi yönetimlere sahip üretici birliklerine sahip olmalıdır.
- Tarımsal kredi faizleri düşük tutulmalıdır.

- Mısır üreticilerini sanayici ve tüccara karşı koruyacak aynı zamanda kendi birlik yönetimlerini denetleme olanağına da kavuşturacak ve toplu pazarlık yapabilecek örgütlenmeler geliştirilmelidir.

- Yağlı tohum üretimini geliştirmek için hem üretimde kullanılan girdiler ucuz hem de taban fiyatları yüksek tutulmalı, tarımsal destekler devam etmelidir.

- Yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımı desteklenmeli ve teşvik edilmelidir.

Enerji Çıktısı ve Enerji Etkinliği:

Yöntemler arasında en yüksek verim değerini oluşturan geleneksel toprak işleme uygulaması en yüksek enerji çıktısını da oluşturmuş, bunu sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim uygulaması ve koruyucu toprak işleme uygulamaları takip etmiştir. Geleneksel toprak işleme uygulamasında birim üretim alanına (ha) ortalama 9 500 kg verime karşılık ortalama 13 851.0 MJ ha^{-1} enerji çıktısı elde edilirken, toprak işlemenin olmadığı sıfır toprak işleme uygulamasında ise 9 010 kg ha^{-1} verime karşılık birim alan (ha) için ortalama 131 365.8 MJ enerji çıktısı elde edilmiştir.

Yüksek olması istenilen enerji oranı (**Çıktı/Girdi)** ve enerji üretkenliği (kg MJ^{-1})'nde sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim uygulamasında en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Enerji oranı değerleri toprak işleme yöntemleri bazında incelendiğinde 5.54 enerji oranıyla sıfır toprak işlemeli ekim yönteminden en yüksek değer elde

edilirken, koruyucu toprak işleme yönteminden ise 4.90 oranı ile en düşük enerji oranı belirlenmiştir.

Düşük olması beklenen özgül enerji (MJ kg^{-1}) değerlerinde, sıfır toprak işlemeli doğrudan ekim uygulamasından en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bunu geleneksel toprak işleme ve koruyucu toprak işleme uygulamaları takip etmiştir.

Özgül enerji değeri, birim kg ürün üretmek için tüketilen enerji miktarını (MJ) gösterir. Özgül enerji değerinin küçük değerlerde olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. Toprak işleme uygulamalarının özgül enerji değerleri Çizelge 4.17'de verilmiştir. Buna göre birim alanda (ha) 1 kg mısır üretimi için toprak işleme uygulamalarından geleneksel toprak işleme yöntemi 2.84 MJ enerji tüketirken, sıfır toprak işlemeli ekim yöntemi 2.63 MJ'lük bir enerji tüketmektedir.

Enerji üretkenliği (verimi) değeri, tüketilen birim enerji (MJ) miktarına karşılık üretilen ürün miktarını (kg) belirtir. Diğer bir ifadeyle enerji verimi (üretkenliği) değeri yardımıyla üretime giren enerjinin birim miktarı ile ne kadar ürün elde edildiği belirlenmektedir. Enerji verimi değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

Toprak işleme yöntemleri arasında birim miktar MJ enerji tüketimi karşılığında üretilen ürün miktarları Çizelge 4.18.'de verilmiştir. Buna göre, toprak işleme yöntemleri arasında 1 MJ enerji tüketimine karşılık en yüksek ürün değeri (0.38 kg) sıfır toprak işlemeli ekim yönteminden, en düşük verim değeri ise (0.33 kg) geleneksel toprak işleme yönteminden elde edilmiştir.

Yüksek olması arzu edilen net enerji verimi (MJ ha^{-1})nde geleneksel toprak işleme uygulamasında en iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Net enerji verimi (MJ ha^{-1}), üretim sonucunda birim alandan elde edilen enerji miktarı ile üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarı arasındaki fark olarak

tanımlanır. Diğer bir ifadeyle birim alan üretim sonucunda (ha) kazanılan net enerji miktarını (MJ) belirtir. Net enerji verimi değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. Toprak işleme uygulamaları arasında birim üretim alanında (ha) geleneksel toprak işleme yöntemi 111 572.06 MJ değeriyle en yüksek, koruyucu toprak işleme yöntemi ise 101 524.63 ile en düşük net enerji değerlerine sahip olmuştur.

KAYNAKLAR

AHMAD, N., M. T., SALEEM, M., RASHİD and A., JALİL, 1994. Sulfur Status and Crop Response in Pakistan Soils. NNFDC Publication No. 7/94, Planning and Development Division, Islamabad, Pakistan.

ALPKENT, A., 1984. Tarımda Enerji Kullanımı ve Enerji Tasarrufu. mpm. No:296, Ankara.

ANASTASİOS, S. L., CONSTANTİNOS, A. T., KİCO, V. D., 2005. Tillage Effects on Corn Emergence, Silage Yield, and Labor and Fuel İnputs in Double Cropping with Wheat. Crop Science Society of America, 45 (6): 2523-2528.

ANONYMOUS, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri. Türkiye İstatistikleri. http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul Erişim:13.04.2015.

ARIKAN, M., 2011. Adana İlinde Kolza Üretiminde Enerji Kullanımı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Adana, 59s.

ARSHAD, M., AHMAD, S., and KAUSAR, A. G., 1991. Wheat Productivity Through Zero Tillage Adaptation in Rice-Wheat System in FSR Project Area Shahkot. Journal Of Agricultural Research Lahore, 29; 2, 265-269.

ASAE, 1995. Agricultural Machinery Management Data. ASAE Standarts. ASAE Data: ASAE D 497.2 Mar 94. S:335–342.

AVCI, M., MEYVECİ, K., KARAÇAM, M., SÜREK, D., KARABAY, S. ve POLAT, H., 2003. Kuru Tarımda Sıfır Toprak İşleme Bir Alternatif Olabilir Mi? Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi. 13-17 Ekim 2003. T. C. Dicle Ün. Ziraat Fakültesi, Diyarbakır.

AYKANAT, S., 2009. "Buğday Tarımında Farklı Toprak İşleme ve Ekim Yöntemlerinin Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması", Yüksek Lisan Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana., 79s.

AYKAS, E., Yalçın, H., Çakır, E., 2003. Günümüzde Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim. Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı, 1–8, İzmir.

AYKAS, E., YALÇIN, H., ve ÇAKIR, E., 2005. Koruyucu Toprak İşleme Yöntemleri ve Doğrudan Ekim, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, İzmir, 42(3): 195-205.

BARAN, M., DURGUT, M., KAYHAN, E., KAMBUROĞLU, İ., KURŞUN, İ., AYDIN, B. ve KAYIŞOĞLU, B., 2010. 2.Ürün Silajlık Mısır Üretiminde Uygulanabilecek Farklı Toprak İşleme ve Ekim Yöntemlerinin Teknik ve Ekonomik Olarak Belirlenmesi, 26. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Hatay, 191-198.

BARAN, M. F., KARAAĞAÇ, H. A., 2014 .Kırklareli Koşullarında İkinci Ürün Ayçiçeği Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 2: 117-123.

BARUT, Z. B., ERTEKİN, C., KARAAĞAÇ, H. A,. 2011. Tillage Effects on Energy Use for Corn Silage in Mediterranean Coastal of Turkey. Energy 36(9): 5466-5475.

BAYHAN, Y., GÖNÜLOL, E., KAYİSOĞLU, B., YALÇIN, H., (2001). Trakya Bölgesinde 2. Ürün Silajlık Mısır Tarımında Farklı Toprak İşleme Yöntemleri, 20. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, Bildiri Kitabı, Şanlıurfa, 96-101.

BAYHAN, Y., KAYİŞOĞLU, B., GÖNÜOL, E., YALÇIN, H., SUNGUR, N., 2006. Possibilities of Direct Drilling and Reduced Tillage in Second Crop Silage Corn Article Soil and Tillage Research 88 (1-2) :1-7.

BAYRAM, M., 2010. İkinci Ürün Silajlık Mısır Tarımında Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalitelerine Etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Tokat, 81s.

BERK, Y., ve E., EFE, 1988. Araştırma ve Deneme Metodları-1. Ders Kitabı No:1, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Adana.

BİLGİLİ, M. E., 2012. Limon Üretiminde Enerji Kulanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Adana İli Örneği. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 8 (2), 199 – 203.

BODUR, S., 2008. Mısır Üretiminde Korumalı Toprak İşleme Yöntemlerinin Geleneksel Toprak İşleme Yöntemi İle Makina Maliyetleri Ve Ürün Verimi Açısından Karşılaştırılması. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Bursa, 90s.

BORİN, M., SARTORİ, L., 1995 Barley, Soybean and Maize Productıon using Ridge Tillage, No-Tillage and Conventional Tillage in North-East Italy, Journal Agricultural Engineering Resarch, Vol:62(229D236).

BURT, E. C., D. V., REEVES, R. L., RAPER, 1994. Energy Utilization as Affected by Traffic in A Conventional and Conservation Tillage System. Trans of The ASAE, 37 (3), 759-762.

CERİT, İ., TURKAY, M, A., SARUHAN, H., ŞEN, H, M., ÜLGER, A, C., KİRİŞÇİ, V., KORUCU, T., SAY, S., 2002. İkinci Ürün Mısır Yetiştiriciliğinde Ekim Öncesi Buğday Anızının Yakılmasına Alternatif Bazı Toprak İşleme Metotlarının Belirlenmesi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Proje Kod No: TAGEM/TA/00/01/06/08.

CHEN, G., C., BAİLLİE, 2009. Development of a Framework and Tool to Asses on Farm Energy Uses Of Cotton Production. Energy Conversion & Management 50 (2009) 1256-1263.

CROWELL, G., and BOWERS, J. R., 1986. Tillage Energy Requirements. ASAE Paper No:86–1254. For Presantation at the 1986 Winter Meeting. Chicago.

ÇAKIR E., E., AYKAS, H., YALÇIN, 2003. Tillage Parameters and Economic Analysis of Direct Seeding, Minimum and Conventional Tillage In Wheat. ISTRO (International Soil Tillage Research Organization) 2003 Conference, Brisbane, Australia.

ÇANAKÇI, M., TOPAKÇI M., AKINCI İ. ve ÖZMERZİ, A., 2005. Energy Use Pattern of Some Field Crops and Vegetable Production: Case Study for Antalya Region, Turkey. Energy Conversion and Management, (46) 655–666.

ÇARMAN, K., ve MARAKOĞLU, T., 2008. Buğday Üretiminde Azaltılmış Toprak İşleme ve Direk Ekim Uygulamaları ", Anıza Doğrudan Ekim Çalıştayı, Eskişehir, 19–29.

ÇELİK A., ALTİKAT S., WAY, T. R., 2013. Strip Tillage Width Effects on Sunflower Seed Emergence and Yield. Soil & Tillage Research 131 (2013) 20–27.

DAVOODI, M. J. Ş., HOUSYAR, E., 2009. Energy Consumption of Canola and Sunflower Production in Iran. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 6 (4): 381-384. ISSN 1818-6769, IDOSI Publications.

DİNÇER, H., (1980). Tarımsal Üretimin Enerji Esaslarına Göre Değerlendirilmesi. 5. Tarımsal....

DÜZGÜNEŞ, O., T., KESİCİ, ve F., GÜRBÜZ, 1987. İstatistik Metodları-1. Yayın No:861, Ders Kitabı:229, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara.

EIA**,** 2012. Dünya ve Türkiye Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Kaynakları Üretimi.

EREN, Ö., 2011. Çukurova Bölgesinde Tatlı Sorgum (Sorghum Bıcolor (L.) Moench) üretiminde Yaşam Döngüsü Enerji ve Çevresel Etki Analizi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı Doktora Tezi. Adana, 297s.

FAO, 2006. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.

GODWİN, R. J., 1990. Agricultural Engineering in Development Tillage for Crop Production in Areas of Low Rainfall. Food and Agriculture Organization of the United Nations Roma.

GÖKDOĞAN, O., DEMİR, F., 2012. Isparta Yöresinde Yağ Gülü Üretiminde Enerji Girdi Çıktı Analizi. Tarım Bilimleri Dergisi 19 (2012): 33-43.

GÖZÜBÜYÜK, Z., ÖZTÜRK, İ., DEMİR, O., ÇELİK, A., 2010. Ayçiçeğinde Farklı Toprak İşleme – Ekim Sistemlerinin Bazı İşletme Parametreleri Yönünden Karşılaştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2010, 6 (4) 253–259.

GÖZÜBÜYÜK, Z., ÇELİK, A., ÖZTÜRK, İ., DEMİR, O., ADIGÜZEL, M. C., 2012. Buğday Üretiminde Farklı Toprak İşleme – Ekim Sistemlerinin Enerji Kullanım Etkinliği Yönünden Karşılaştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 8 (1), 25-34.

HASKÖK, A. Ş., 2005. Türkiye'nin Mevcut Enerji Kaynaklarının Durum Değerlendirilmesi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.

HATIRLI, S. E., B., ÖZKAN, C., FERT, 2006. Energy Inputs and Crop Yield Relationship in Greenhouse Tomato Production. Renewable Energy, 31 (2006), 427-438.

HELALOĞLU, C., FERHATOĞLU, H,. 1989. Soil Tillage Technique of Second Crop Soybean in Harran Plain. Şanlıurfa Rural Services Research Instıtute Publications, General Publication No:50, Şanlıurfa.

KAYHAN, E., KAMBUROĞLU, İ., ÖZKAN, E., ÇEBİ, U., BAYHAN, Y., GÖNÜLOL, E., KAYIŞOĞLU, B., 2006. Kırklareli Yöresi Killi Topraklarında Ayçiçeği Tarımında Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Ekonomik Analizi. 23. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Çanakkale, 177-180.

KARAAĞAÇ, H. A., BARUT, Z. B., 2007. İkinci Ürün Silajlık Mısır Tarımında Farklı Toprak İşleme ve Ekim Yöntemlerinin Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi 3 (1), 33–40.

KARAAĞAÇ, H. A., BARUT, Z. B., 2009. "Farklı Toprak İşleme ve Ekim Sistemlerinin Silajlık Mısır Gelişimi ve İşletme Ekonomisine Etkisi". 25. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi. 01-03. Ekim 2009 Isparta.

KARAKAYA. N. E., Y., YILDIZ, 1990. Çukurova Bölgesinde Pamuktan Sonra Buğday Tarımında Uygulanan Toprak işleme ve Ekim Yöntemlerinin Ürün

Verimi. Zaman Tüketimi ve Ekonomik Açıdan Karşılaştırılması. 4, Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve enerji Kongresi. 1-4 Ekim 1990, Adana, 104-113.

KASAP, A., ERGÜNEŞ, G. ve ERDEM, G., 1989. Bazı Tarım İş Makinaları Kombinasyonları ile Çalışmada Zaman, Yakıt ve Enerji Tasarrufunun İncelenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 12. Ulusal Kongresi, 1–2 Haziran, Tekirdağ.

KAYİŞOĞLU, B., 1990. Trakya Bölgesi'nde Ayçiçeğinin Mekanizasyonu ile Bitkinin Mekanizasyona Yönelik Özelliklerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Tekirdağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 109s.

KEENER, H. M., ROLLER, W. L., 1975. Energy Production by Field Crops Asea Paper No: 75-6021, St Joseph.

KHALEDİAN, M. R., MAİLHOL, J. C., RUELLE, P., MUBARAK, I. VE PERRET, S., 2010. The İmpacts of Direct Seeding into Mulch on the Energy Balance of Crop Production System in the SE of France. Soil & Tillage Research, 106, 218–226.

KHATER, I. M. M., HASSAN, M. M. A., ve YAŞAR, B., 2008. Energy Consumed for Barley Production in the Reclaimed Lands of Egypt. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, Cilt:4 Sayı:2. Sayfa 171–178.

KİZİASLAN H., 2009. Input-Output Energy Analysis of Cherries Production in Tokat Province of Turkey. Applied Energy 86: 1354-1358.

KOÇTÜRK, O. M., VE ENGİNDENİZ, S., 2009. Energy and Cost Analysis of Sultana Grape Growing: a Case Study of Manisa, West Turkey. African Journal of Agricultural Research, 4(10): 938–943.

KONAK, M., K., ÇARMAN, 1995 " Konuklar Tarım İşletmesinde Buğday Üretiminde Kullanılan Farklı Güçte Traktör ve Alet-Makine Kombinasyonlarının Araştırılması.", Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (9), 83-88.

KONAK, M., MARAKOĞLU, T. ve ÖZBEK, O., 2004 . Mısır Üretiminde Enerji Bilançosu, S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 18(34): (2004) 28–30.

KORUCU, T., 2002. Çukurova Bölgesi'nde İkinci Ürün Mısırın Doğrudan Ekim Olanaklarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 67s.

KOSUTİC, S., FİLİPOVİC D., and GOSPODARİC, Z., 1999. Energy Requirement in Winter Production Using Conventional, Conservation and Direct Drilling System. Trends in Agricultural Engineering, (TAE 1999), pp. 194-198, Czech University of Agriculture Prague, Czech Republic.

KOSUTİC, S., FİLİPOVİC, D., GOSPODARİC, Z., HUSNJAK, S., KOVACEV, I., and COPEC, K., 2005. Effects of Different Soil Tillage Systems on Yield of Maize, Winter Wheat and Soybean on Albic Luvisol in North-West Slavonia. Central Europan Agriculture, 6(3); 241-248.

KRALL, J., DUBBS, A., and LARSEN, W., 1979**.** No–Till Drills for Recropping. Bulletin: 716. Montana Agric. Exp. Station, Montana State Uni., Bozaman.

KUMAR, V., SAHARAWAT, Y. S., GATHALA, M. K., JAT, A. S., SİNGH, S. K., CHAUDHARY, N., and 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 Crops Research 142 (2013) 1–8.

MANDAL, K. G., SAHA, K. P., GHOSH, P. K., HATİ, K. M., and BANDYOPADHYAY, K. K., 2002. Bioenergy and Economic Analysis of Soybean Based Crop Production Systems in Central India. Biomass and Bioenergy, 23: 337–45.

MANİ, I. P., KUMAR, J. S., PANWAR, K., KANT, 2007. Variation in Energy Consumption in Production of Wheat-Maize With Varying Altitudes in Hill Regions of Himachal Prades, India. Energy 32, 2336-2339.

MARAKOĞLU, T. O., ÖZBEK, K., ÇARMAN, 2010. Nohut Üretiminde Farklı Toprak İşleme Sistemlerinin Enerji Bilançosu. Tarım Makinaları Bilim Dergisi. Cilt 6, Sayı 4, s:229-235.

METİNOĞLU, F., EKER, M., 1996. Tokat Yöresi Sulu Koşullarında Buğday Tarımında Kullanılan Alet ve Makinelerin Yakıt-Zaman Tüketimleri ve İş Başarıları, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, Yayın No: 102, 1997, Ankara, s:619-630.

MİTTAL, V. K., MİTTAL, J. P., DHAWAN, K. C., 1985. Research Digest on Energy Requirements in Agriculture Sector (1971, 1982). Coordinating Cell, All India Coordinated Research Project on Energy Requirements in Agricultural Sector, Punjab Agricultural University. Ludhiana.

MRİNİ, M., SENHAJİ, F., PİMENTEL, D., 2001. Energy Analysis of Sugarcane Production in Morocco. Environment, Development and Sustainability, 3:109-126.

MOUSAVİ-AVVAL, S., H., RAFİEE, S., JAFARİ, A., and MOHAMMADİ, A., 2011. Energy Flow Modeling and Sensitivity Analysis of İnputs for Canola Production in İran. Journal of Cleaner Production, 19 (2011)-1464-1470, (www.elsevier.com/locate/biombioe, USA).

NASSI, N., NASSO, D., BOSCO, S., DI BENE C., COLI, A., MAZZONCINI, M., BONARI, E., 2010. Energy Efficiency in Long-Term Mediterranean Cropping Systems with Different Management İntensities. Energy, In Press, Corrected Proof, Available online 29 July 2010.

NOZDROVICKY, L., HALAJ, P., RATAJ, V., 1999. A Complex Approach for Evaluation of Soil Tillage Practies. Trends in Agricultural Engineering (TAE 1999) pp. 221- 227 Czech University of Agriculture Prague Czech Republic.

ÖNAL, İ., 1995. Ekim Bakım ve Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 490, İzmir, s:52-65.

ÖNAL, İ., AYKAS, E., 2000. Buğday Üretiminde Farklı Toprak İşleme ve Mekanik Ot Mücadele Yöntemlerinde Enerji Bilançosu. Tarımsal mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, Erzurum, s.423-428.

ÖZGÜVEN, Ö. F., IŞIK, A., ve KESKİN, M., 1995, İkinci Ürün Tane Mısır Yetiştirmede Koruyucu Toprak İşlemeli Yöntemler Üzerinde Bir Araştırma, Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi, Bursa, s:502-510.

ÖZMERZİ, A., BARUT, Z. B., 1994. Anız Yakımı ve Toprak İşleme Yöntemlerinin Toprağa Etkileri ve II. Üründe Tohum Yatağı Hazırlama Yöntemleri. Enerji ve Çevre Sempozyumu. Cilt I, Mersin, s:342-351.

ÖZMERZİ, A. ve BARUT, B. Z., 1996. II. Ürün Susamda Farklı Toprak İşleme ve Ekim Yöntemlerinin Karşılaştırılması, 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 2–6 Eylül 1996, Ankara, s:472–481.

ÖZTÜRK, H. H., M. N., ÖREN, 2005. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Pamuk Tarımı Mekanizasyonunda Enerji Kullanımı. GAP IV. Tarım Kongresi, 21-23 EYLÜL 2005, Şanlıurfa.

ÖZTÜRK, H. H., Z. B., BARUT, K., EKİNCİ, 2006. Energy Analysis of the Tillage Systems in Second Crop Maize. Journal of Sustainable Agriculture. Volume 28, Number 3, pages 25-38.

ÖZTÜRK, H. H., 2011. Bitkisel Üretimde Enerji Yönetimi. Hasad yayıncılık. 2011. Türkiye, 248s.

ÖZTÜRK, H. H., ve KÜÇÜKERDEM, H. K., 2013. Türkiye'de Tarımda Enerji Tüketimi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü. http://www.enerjidergisi. com.tr/haber/2013/01/turkiyede–tarimda–enerji tuketimi (01.08.2015).

SÜREK, D., 2004. Kuru Tarımda Farklı Ekim Nöbeti Uygulama Etkinliklerinin Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara, 88s.

PALA, M., RYAN, J., ZHANG, H., SİNGH, M., and HARRİS, H. C., 2007. Water-Use Efficiency of Wheat-Based Rotation Systems in a Mediterranean Environment, Agricultural Water Management, 93(3); 136-144.

PİMENTEL, D., 1980. Handbook of Energy Utulization in Agriculture. CRC Press, İnc., Florida.

RAO, A. A. S., HAY, R. C., and BATEMAN, H. P., 1960. Effect of Minumum Tillage on Physical Properties of Soil and Crop Response. Transactions of the ASAE, 3(2), 8-10.

RIELLO, L., 2006. Environmental Analysis of Oil Crop Production for Energy Generation. PhD. Thesis. University of Padova.

RODRIGUES, G. C., CARVALHO, S., PAREDES, P., SILVA, F. G., PEREIRA, L. S., 2010. Relating Energy Performance and Water Productivity of Sprinkler İrrigated Maize, Wheat and Sunflower Under Limited Water Availability. Biosystem Engineering 106: 195–204.

SABAH, M., 2010. Söke Ovasında İkinci Ürün Yağlık Ayçiçeği Üretiminde Enerji Kullanımı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 85s.

SAFA, M., TABATABAEEFAR, A., 2008. Fuel Consumption in Wheat Production in Irrigated and Dry Land Farmaing. World Journal of Agricultural Sciences, 4 (1): 86-90.

SAĞLAM, R., POLAT, R., KIZIL, A., 1996. Harran Ovasında İkinci Ürün Mısırda Toprak İşleme Yöntemlerinin Toprağa ve Verime Olan Etkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma.

SAĞLAM, R., KIZIL, A., POLAT, R., ve SAĞLAM, C., 2000. Harran Ovasında İkinci Ürün Susamda Farklı Toprak İşleme ve Ekim Yöntemlerinin Verime Olan Etkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mek. 19. Ulusal Kon. Bildirileri, 1-2 Haziran 2000, Erzurum.

SAĞLAM, R., ÇIKMAN, A., MONİS, T., 2010. Harran Ovasında Azaltılmış Toprak İşleme ve Toprak İşlemesiz Tarım Tekniklerinin Uygulanması (II.Ürün Mısır ve Susam Yetiştiriciliği) Bildiri 3.Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı 27.05.2010. Selçuk Ü. Ziraat Fak., Tarım Makinaları Böl.-Konya

SESSİZ, A., SOGUT, T., ALP, A., ESGİCİ R., 2008. Tillage Effects on Sunflower (Helianthus Annuus, L.) Emergence, Yield, Quality, and Fuel Consumption in Double Cropping System. Journal Centrel European Agriculture, Volume 9 (2008) No. 4 (697-710).

SCHÖN, H., SOURELL, H., 1981. Ansätze zur Wasser – und Energieeinsparung bei Verschiedenen Verfahren der Feldberegnung. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 57, Braunschweig, 73-82.

SHRESTHA, H., MİSHRA, D., and NAHAR, N. M., 2002. Energy Use Pattern in Production Agriculture of a Typical Village in Arid Zone, India-Part 1, Energy Conversion and Mangement. 43(16):2275-2286.

SINGH, S., S., SINGH, C.J.S., PANNU, J., SINGH, 1999. Energy Input and Yield Relations for Wheat in Different Agro-Climatic Zones of the Punjab. Applied Energy 63 (1999) 287-29.

SİNG, J. M. 2002. On Farm Energy Use Pattern in Different Cropping Systems in Haryana, India. Germany: Int. Inst. of Management University of Flensburg, Sustainable Energy Systems and Management, Master of Science.

SİNGH, H., MİSHRA, D., NAHAR N. M., and RANJAN, M., 2003. Energy Use Pattern in Production Agriculture of a Typical Village in Arid Zone India (Part II). Energy Conversion and Management 44: 1053–1067.0

SUNGUR, N., ULUSOY, E., YALÇIN, H., 1994. Ege Bölgesi Koşullarında Buğday Ve İkinci Ürün Mısır Elde Etmede Mekanizasyon Olanakları. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Antalya, 582-591.

ŞEHRİ, M., 2012. Adana Yöresi Pamuk Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliği ve Maliyet Analizi. Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Adana, 72s.

TABATABAEEFAR, A. H., EMAMZADEH, M. G., VARNAMKHASTİ, R., RAHİMİZADEH and M., KARİMİ, 2009. Comparison of Energy of Tillage Systems in Wheat Production Energy, 34, 41-45.

TOPAK, R., SÜHERİ, S., KARA, M., ÇALIŞIR, S., 2005. Investigation of the Energy Efficiency for Raising Crops Under Sprinkler Irrigation in Semi-Arid Area. Applied Engineering in Agriculture, 21(5): 761-768.

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.

TÜİK 2015 Bitkisel Üretim İstatistikleri Veritabanı

ULUSOY, E., UÇKAN, U., 1986. İkinci Ürün Mısır Üretiminde Uygulanan Bazı Toprak İşleme ve Ekim Yöntemlerinin Karşılaştırılması. 10. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi (05-07 Mayıs 1986) pp. 70-77 Adana.

YAĞCIOĞLU, A., 1999. Tarım Ürünlerini Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi Yayınları No:536, Bornova/İzmir.

YALÇIN, H., ve N., SUNGUR, 1991. İkinci Ürün Mısır Tarımında İki Farklı Tohum Yatağı Hazırlama Yönteminin Verime Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, Konya, s:213-222.

YALÇIN, H., DEMİR, V., YÜRDEM, H., SUNGUR, N., 1997. Buğday Tarımında Azaltılmış Toprak İşleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, Tokat, 415-423.

YALÇIN, İ., 1999. Değişik Toprak İşleme ve Pamuk Ekim Tekniklerini Aydın Yöresi Koşullarına Uygulama Olanakları. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir.

YALÇIN H., E., ÇAKIR, H., AKDEMİR, T., ÖCEL, H., SOYA. 2003. Doğrudan Ekim Ve Dipkazan Uygulamalarının İkinci Ürün Mısırda Verime Etkileri.

Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi. 3-5 Eylül 2003, Konya, Bildiriler Kitabı, S:167-171.

YALDIZ, O., ÖZTÜRK, H. H., ZEREN, Y., ve BAŞÇETİNÇELİK, A., 1990. Türkiye Tarla Bitkileri Üretiminde Enerji Kullanımı. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 3 (1–2), Antalya, 51–62.

YİRİDOE, E. K., 2000. Risk of Public Disclosure in Environmental Farm Plan Programs: Characteristics and Mitigating Legal and Policy Strategies, Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 13(1-2):101-120.

http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.2015

ZEREN, Y., İkinci Ürün Mekanizasyonu, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ders Notları Yayınları FE-M-001, Adana, 1984.

ZEREN, Y., IŞIK, A., ve ÖZGÜVEN, F., 1993. GAP Bölgesinde İkinci Üürün Tane Mısır Yetiştirmede Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, Kuşadası.

ZORİTA, M. D., BARRACO, M. V. F., CANİGİA. 2003. Previous Soil Management Practices Effects on Soil Organic Matter and Dry Fragment Size Distribution of No-Tillage Soils. 16th International ISTRO Congress, Pages:374-378, Brisbane, Australia.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Leyla SEVEN
Uyruğu :T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi :Kelkit/02.02.1986
e-mail :leylaseven@windowslive.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:İ.M.K.B. Nevzat Ayaz Fen Lisesi, Merkez, Erzincan	2004
Üniversite	:Ankara Üniversitesi, Merkez, Ankara	2012
Yüksek Lisans	:Harran Üniversitesi, Merkez, Şanlıurfa	2019

İŞ DENEYİMLERİ

2013-2019 Ceylanpınar Tarım İşletmesi Müdürlüğü

UZMANLIK ALANI

Tarım Makinaları

YABANCI DİLLER

İngilizce