



**ERZURUM YÖRESİNDE NADASI KALDIRMAYA YÖNELİK DEĞİŞİK
TOPRAK İŞLEME-EKİM YÖNTEMLERİNİN BAZI İŞLETME
PARAMETRELERİ VE ENERJİ KULLANIM ETKİNLİĞİ**

ZİNNUR GÖZÜBÜYÜK

**DOKTORA TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ
Aralık - 2016
Her hakkı saklıdır**

**T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**ERZURUM YÖRESİNDE NADASI KALDIRMAYA YÖNELİK DEĞİŞİK
TOPRAK İŞLEME-EKİM YÖNTEMLERİNİN BAZI İŞLETME
PARAMETRELERİ VE ENERJİ KULLANIM ETKİNLİĞİ**

ZINNUR GÖZÜBÜYÜK

**TOKAT
Aralık - 2016**

Her hakkı saklıdır



Bu tez çalışması;

T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından TAGEM-TB-080210K1 no'lu proje ile desteklenmiştir.

Zinnur GÖZÜBÜYÜK tarafından hazırlanan "Erzurum Yöresinde Nadası Kaldırmaya Yönelik Değişik Toprak İşleme-Ekim Yöntemlerinin Bazı İşletme Parametreleri ve Enerji Kullanım Etkinliği" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 20/12/2016 tarihinde yapılmış olup, aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

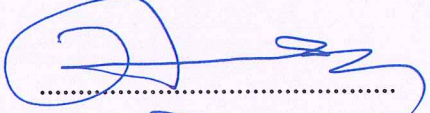
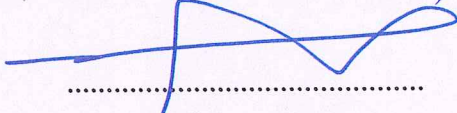
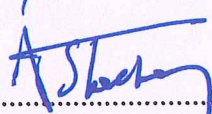
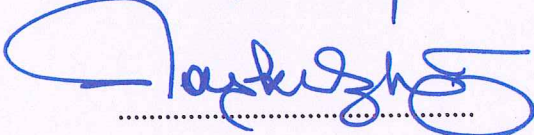
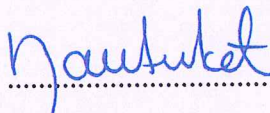
Danışman
Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ

Üye
Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ
Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Sefa TARHAN
Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ
Atatürk Üniversitesi

Üye
Yrd. Doç. Dr. Sefa ALTIKAT
İğdır Üniversitesi


.....

.....

.....

.....

.....

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih vesayılı kararıyla onaylanmıştır.

ONAY


.....
Prof. Dr. Emine AETENTAS

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TEZ BEYANI

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

Zinnur GÖZÜBÜYÜK

20 Aralık 2016

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ERZURUM YÖRESİNDE NADASI KALDIRMAYA YÖNELİK DEĞİŞİK TOPRAK İŞLEME–EKİM YÖNTEMLERİNİN BAZI İŞLETME PARAMETRELERİ VE ENERJİ KULLANIM ETKİNLİĞİ

ZİNNUR GÖZÜBÜYÜK

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI : PROF. DR. GAZANFER ERGÜNEŞ)

Bu araştırma Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında yağışa dayalı tarım koşullarında yürütülmüştür. Erzurum yöresinde nadas alanlarının farklı toprak işleme–ekim yöntemleriyle kaldırılması kapsamında, farklı toprak işleme–ekim yöntemlerinin; toprak penetrasyon direnci, işletme ve bitki gelişim parametreleri ile enerji etkinliği yönünden karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada buğday–nadas ve buğday–fiğ münavebe yöntemlerinde uygulanan; Geleneksel toprak işleme (TS1, kulaklı pulluk+kültivatör+ kombikrüm+üniversal ekim makinası), Azaltılmış toprak işleme–1 (TS2, kültivatör+kombikrüm+üniversal ekim makinası), Azaltılmış toprak işleme–2 (TS3, dik rotavatör+üniversal ekim makinası) ve Doğrudan ekim (TS4, doğrudan ekim makinası) yöntemlerinden yararlanılmıştır. İşletme parametrelerinden; efektif iş başarısı, yakıt tüketimi, insan ve makina işgücü ihtiyacı, açısından anıza doğrudan ekim yöntemi diğer uygulamalardan daha iyi sonuçlar vermiştir. Buğday verim değerleri incelendiğinde uygulanan münavebeler arasında istatistiksel anlamda fark çıkmadığı, uygulanan toprak işleme yöntemlerinin verim parametrelerine etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($P < 0.01$). Enerji etkinlik değerlerinde münavebeler arasında enerji oranı, enerji verimi, net enerji üretimi değerlerinde buğday–fiğ, özgül enerji değerlerinde ise buğday–nadas münavebesinden en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Toprak işleme yöntemleri arasında dört enerji etkinlik parametrelerinde de anıza doğrudan ekim yönteminden diğer yöntemlere göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan bu çalışmayla, bölgemizde yağışa dayalı tarım koşullarında alternatif toprak işleme yöntemlerinin uygulanabilirliği belirlenmiş ve bu yöntemlerle münavebenin azaltılabileceği veya kaldırılabilceği sonucuna varılmıştır.

2016, 132 SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: Geleneksel toprak işleme, Doğrudan ekim, Münavebe, Yakıt tüketimi, Verim, Doğrudan enerji, Dolaylı enerji, Enerji etkinliği

ABSTRACT

DOCTORATE THESIS

SOME OPERATING PARAMETERS AND ENERGY USE EFFICIENCY OF VARIOUS SOIL TILLAGE-SOWING METHODS TO AVOID FALLOW APPLICATIONS IN ERZURUM REGION

ZINNUR GÖZÜBÜYÜK

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

DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING

(SUPERVISOR : PROF. DR. GAZANFER ERGÜNEŞ)

This research was carried out at the experimental fields of the Eastern Anatolia Agricultural Research Institute under rainfed agricultural conditions. Comparison of different soil tillage methods in terms of soil penetration resistance, enterprise and plant development parameters and energy efficiency was aimed within the removing of fallow by different soil tillage–planting methods in Erzurum. Four different tillage systems; traditional soil tillage (TS1, moldboard plough+cultivator+combined harrows+universal sowing machine), reduced soil tillage–1 (TS2, cultivator+combined harrows+universal sowing machine), reduced soil tillage–2 (TS3, vertical rotator machine+sowing machine) and direct drilling (TS4, direct sowing machine) in wheat-fallow and wheat-vetch rotation were used. Stubble direct drilling method produced the best results in terms of effective labor success, fuel consumption, and man and machine labor requirement, seedling emergence, seedling emergence degree, average germination time and however low values were obtained from the traditional method. By considering wheat yield, it was obtained that the difference between the rotations was not statistically different and the effect of soil tillage methods on yield parameters was statistically significant ($P < 0.01$). The best results were obtained from wheat–vetch application in energy ratio, energy yield, net energy production values between alternations in energy efficiency values and wheat–fallow alternation in specific energy values. Better results were obtained from direct stubble drilling subject in all four energy efficiency parameters than the other methods between soil tillage methods. By this study, the applicability of alternative soil tillage methods under rainfed agricultural conditions was determined and it was concluded that the fallow application might be reduced or removed by these methods.

2016, 132 PAGE

KEYWORDS: Traditional soil tillage, direct drilling, alternation, fuel consumption, direct energy, indirect energy, energy efficiency

ÖNSÖZ

Araştırma süresince öneri ve yapıcı eleştirileriyle bana ışık tutan, benden yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Gazanfer ERGÜNEŞ'e ayrıca tez çalışmamda bana yardımcı olan Prof. Dr. Engin ÖZGÖZ'e ve Prof. Dr. Sefa TARHAN'a, bana ve mensubu bulunduğum Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü araştırmacılarına her daim kapısını açan ve yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Taşkın ÖZTAŞ'a ve Y. Doç. Dr. Sefa ALTIKAT'a, Enstitü Müdürüme ve arazi çalışmalarımnda destek veren mesai arkadaşlarımdan Ziraat Mühendisi Mesut Cemal ADIGÜZEL'e, Ziraat Yüksek Mühendisi Tamer COŞKUN ve Ziraat Yüksek Mühendisi Erdal DAŞÇI'ya, 1450 km mesafeden desteğini esirgemeyen Dr. Başak AYDIN'a ve son olarak başkanlığını yaptığım Tarımsal Mekinaları ve Teknolojileri Grubuna teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bugüne kadar benden hiçbir fedakârlığı ve manevi katkılarını esirgemeyen başta sevgili anneme, canım oğluma, eşime ve kardeşlerime teşekkür ederim.

Zinnur GÖZÜBÜYÜK

ARALIK 2016

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGE VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	30
3.1. Materyal	30
3.1.1. Deneme alanının genel özellikleri	30
3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri.....	30
3.1.3. Deneme alanının toprak özellikleri.....	32
3.1.4. Deneme bitkileri	33
3.1.5. Araştırmada kullanılan tarım alet ve makinaları.....	34
3.2. Yöntem.....	38
3.2.1. Deneme yöntemleri.....	38
3.2.2. Toprak fiziksel özelliklerin belirlenmesi	39
3.2.3. Toprak kimyasal özelliklerin belirlenmesi.....	41
3.2.4. İşletme değerlerinin belirlenmesi.....	42
3.2.5. Bitki gelişimlerinin belirlenmesi	45
3.2.6. Enerji girdilerinin belirlenmesi	46
3.2.7. Toplam enerji çıktıları	51
3.2.8. Enerji etkinliği analizleri	51
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	54
4.1. Toprak Penetrasyon Direnci Değerleri	54
4.2. İşletme Değerleri ve Yakıt Tüketimleri	58
4.3. Bitki Gelişimleri	67
4.4. Doğrudan Enerji Girdileri	79
4.4.1. Yakıt–yağ enerjisi	79
4.4.2. İnsan işgücü enerjisi.....	81
4.5. Dolaylı Enerji Girdisi.....	83
4.5.1. Alet–makina imalat enerjisi	83
4.5.2. Gübre enerjisi.....	85
4.5.3. Tohumluk enerjisi	88
4.5.4. Tarımsal ilaç enerjisi girdisi	89
4.5.5. Toplam enerjisi girdisi	90
4.6. Toplam Enerjisi Çıktısı	98
4.7. Enerji Etkinliği.....	101
4.7.1. Enerji oranı	103
4.7.2. Özgül enerji.....	104
4.7.3. Enerji üretkenliği (verimi)	105

4.7.4. Net enerji üretimi	106
5. SONUÇ	108
6. KAYNAKLAR	122
7. ÖZGEÇMİŞ	132



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
Cmin	(100 Cmin=60 Saniye)
°C-g	Santigrad derece-gün
pH	hidrojen konsantrasyonunun kologaritması
CV	Varyasyon katsayısı (Coefficient of Variation)

Kısaltmalar	Açıklama
l	Litre
kN	Kilo Newton
MPa	Mega Pascal
EC	Elektriksel iletkenlik
ZET	Zaman etüdü
ml	Mili Litre
h	Saat
kcal	kilo kalori
OM	Organik Madde
ha	Hektar
DAP	Diamonyum Fosfat
N	Azot
EO	Enerji Oranı
ÖE	Özgül Enerji
EÜ	Enerji Üretkenliği
NEV	Net enerji verimi
g	Gram
km	Kilometre
MJ	Mega Joule
TEP	Ton Eşdeğer Petrol

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Denemede kullanılan Doğu-88 buğday çeşidi	33
Şekil 3.2. Denemede kullanılan Macar fiği çeşidi	34
Şekil 3.3. Denemede kullanılan traktör	34
Şekil 3.4. Döner kulaklı pulluk	35
Şekil 3.5. Kültivatör	35
Şekil 3.6. Kombikürüm	35
Şekil 3.7. Dikey toprak frezesi	36
Şekil 3.8. Ekim makinası	36
Şekil 3.9. Doğrudan ekim makinası	36
Şekil 3.10. Toprak işleme-ekim makinalarının tarla çalışma görüntüleri	37
Şekil 3.11. Deneme planı	38
Şekil 3.12. Bozulmamış toprak numunelerinin alımı	39
Şekil 3.13. Toprak penetrometresi	40
Şekil 3.14. Yakıt ölçüm seti, iş derinliği ölçümü ve zaman etüt tablası	42
Şekil 4.1. Buğday parsellerinde toprak penetrasyon direnci değerlerinin toprak işleme uygulamalarına göre değişim analizi	56
Şekil 4.2. Fiğ parsellerinde toprak penetrasyon direnci değerlerinin toprak işleme uygulamalarına göre değişim analizi	57
Şekil 4.3. İşletme değerlerinin toprak işleme yöntemlerine göre değişim analizi	64
Şekil 4.4. İnsan ve makina iş gücü ihtiyacı değerlerinin toprak işleme yöntemlerine göre değişim analizi	65
Şekil 4.5. Buğday bitkisi tarla filizi çıkışları	69
Şekil 4.6. Fiğ bitkisi tarla filizi çıkışları	69
Şekil 4.7. Tarla filizi çıkışlarının toprak işleme uygulamalarına göre değişim analizi	70
Şekil 4.8. Tarla filizi çıkış drecesi değerlerinin toprak işleme uygulamalarına göre değişim analizi	71
Şekil 4.9. Ortalama çimlenme süresi değerlerinin toprak işleme uygulamalarına göre değişim analizi	71
Şekil 4.10. Münavebe uygulamalarının tarla filizi çıkışları değişim analizi	72
Şekil 4.11. Münavebe uygulamalarının tarla filizi çıkış drecesi değişim analizi	72
Şekil 4.12. Münavebe uygulamalarının ortalama çimlenme süresi değişim analizi	73
Şekil 4.13. Toprak işleme uygulamalarının verim değişim analizi	78
Şekil 4.14. Münavebe uygulamalarının buğday verim değişim analizi	78
Şekil 4.15. Toprak işleme yöntemlerinin enerji girdileri ve ortalamaları	93
Şekil 4.16. Toprak işleme ve münavebelerin buğday (dane-sap) ve fiğ verim değerleri	100
Şekil 4.17. Toprak işleme ve münavebelerin buğday (dane-sap) ve fiğ enerji çıktıları	100

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Türkiye’de tarım sektöründe işlenen ve ekilen alan başına enerji tüketimi	6
Çizelge 1.2. Türkiye’de sanayi ve tarım sektörlerinde enerji tüketimi.....	6
Çizelge 3.1. Erzurum ili uzun yıllar ortalama iklim verileri (1954–2013).....	31
Çizelge 3.2. Pasinler Ovasına ait çok yıllık bazı iklim değerleri (1975–2013).....	31
Çizelge 3.3. Toprak işleme–ekim zamanı düşen yağmur gün ve miktarları (mm).....	31
Çizelge 3.4. Deneme alanı topraklarının kimyasal özellikleri.....	32
Çizelge 3.5. Deneme alanı topraklarının tane büyüklük dağılımı (toprak tekstürü).....	32
Çizelge 3.6. Toprak hacim ağırlığı ve nem değerleri.....	32
Çizelge 3.7. Penetrasyon direnci değerleri	33
Çizelge 3.8. Araştırmada kullanılan toprak işleme ve ekim yöntemleri.....	38
Çizelge 3.9. Traktör/alet–makinaların kullanım ömürleri (ASAE, 1995)	49
Çizelge 3.10. Kimyasal gübre üretiminde enerji tüketimi (Shrestha, 2002).....	50
Çizelge 3.11. Tohum üretiminde enerji tüketimi	50
Çizelge 3.12. Tarımsal ilaç üretiminde enerji tüketimi.....	50
Çizelge 4.1. Deneme alanı topraklarının toprak işleme öncesi penetrasyon direnci değerleri	54
Çizelge 4.2. Buğday parsellerinde toprak penetrasyon direnci değerlerinin varyans analizi ve ortalama karşılaştırma sonuçları.....	55
Çizelge 4.3. Fiğ parsellerinde toprak penetrasyon direnci değerlerinin varyans analiz ile ortalama karşılaştırma sonuçları.....	56
Çizelge 4.4. Araştırmada kullanılan ekipmanlara ait yakıt tüketim değerleri	59
Çizelge 4.5. Buğday parselleri yakıt tüketimi değerleri (l ha ⁻¹) ve oranları	60
Çizelge 4.6. Fiğ parselleri yakıt tüketimi değerleri (l ha ⁻¹) ve oranları.....	61
Çizelge 4.7. Nadas parselleri yakıt tüketimi değerleri (l ha ⁻¹) ve oranları.....	61
Çizelge 4.8. Toprak işleme yöntemlerinin yakıt tüketimi değerleri (l ha ⁻¹)	62
Çizelge 4.9. Buğday–fiğ münavebesi yakıt tüketimi değerleri (l ha ⁻¹) ve oranları.....	62
Çizelge 4.10. Buğday–nadas uygulaması yakıt tüketimi değerleri (l ha ⁻¹) ve oranları...	63
Çizelge 4.11. Buğday ve fiğ parselleri işletme parametrelerinin varyans analiz değerleri.....	64
Çizelge 4.12. Buğday, fiğ ve nadas parselleri işletme değerleri.....	64
Çizelge 4.13. Buğday parselleri bitki gelişim parametrelerinin varyans analiz değerleri ve ortalama karşılaştırma sonuçları	68
Çizelge 4.14. Fiğ parselleri bitki gelişim parametrelerinin varyans analiz değerleri ve ortalama karşılaştırma sonuçları	70
Çizelge 4.15. Buğday ve fiğ bitkisi gelişim değerleri.....	70
Çizelge 4.16. Birinci yıl bitki gelişme sıcaklığı derecesi	74
Çizelge 4.17. İkinci yıl bitki gelişme sıcaklığı derecesi	74
Çizelge 4.18. Buğday verim değerlerinin toplam varyans analizi değerleri ve ortalama karşılaştırmaları.....	76
Çizelge 4.19. Fiğ verim değerlerinin toplam varyans analizi değerleri	77
Çizelge 4.20. Buğday (toprak işleme*münavebe) ve fiğ verim değerleri	77
Çizelge 4.21. Yakıt–yağ tüketimi eşdeğer enerji girdileri ve oranları.....	80

Sayfa

Çizelge 4.22. İnsan işgücü eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları	82
Çizelge 4.23. Traktör ve alet–makina imalatının eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları	84
Çizelge 4.24. Toprak işleme yöntemlerinin traktör ve alet–makina imalatı eşdeğer enerji ortalama değerleri	85
Çizelge 4.25. Kimyasal gübre eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları.....	87
Çizelge 4.26. Tohumluk eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları	88
Çizelge 4.27. Tarımsal ilaç eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları	89
Çizelge 4.28. Buğday–fiğ münavebesinin ortalama enerji girdileri (MJ ha ⁻¹) ve oranları	91
Çizelge 4.29. Buğday–nadas münavebesinin ortalama enerji girdileri (MJ ha ⁻¹) ve oranları	92
Çizelge 4.30. Toprak işleme yöntemlerinin bitki bazında enerji girdileri ve oranları ...	95
Çizelge 4.31. Toprak işleme yöntemlerinin münavebe bazında enerji girdileri (MJ ha ⁻¹) ve oranları	97
Çizelge 4.32. Toprak işleme ve münavebe uygulamalarının verim değerleri ve enerji çıktıları	99
Çizelge 4.33. Toprak işleme yöntemlerinin bitki bazında enerji etkinlik değerleri	101
Çizelge 4.34. Yöntemlerin ortalama enerji oranları	103
Çizelge 4.35. Yöntemlerin ortalama özgül enerji değerleri.....	104
Çizelge 4.36. Yöntemlerin ortalama enerji üretkenliği değerleri	105
Çizelge 4.37. Yöntemlerin ortalama net enerji verimi.....	106

1. GİRİŞ

İnsanlar kas gücüyle arazinin belli miktarını belli derinlikte işleyerek doğrudan ekim ve azaltılmış toprak işlemeli ekim yöntemini eski zamanlardan bu yana kullanmışlardır. Örneğin eski Mısırlılar ve Güney Amerika'nın Andes bölgesinde yaşayan İnkalar kazık kullanarak toprakta çukur açmışlar ve işlenmemiş toprağın içine elleri ile tohum bırakmışlardır. Modern dünyada, makinalı tarım, ürünlerin toprak işlemeden yetiştirilmesi uzun zaman önce denenmiş, fakat bu teknik modern herbisitlerin kullanılmaya başlayıncaya kadar pratiğe aktarılamamıştır. 1940 lı yıllara gelindiğinde Edward Faulkner "Pulluk adamın delilikleri" (Plowman's Folly) adlı kitabında pullukla toprak işlemeyi elimine ederek azaltılmış toprak işlemeli ekim değişimini eyleme geçirmiştir (Faulkner, 1943).

Phillips ve Phillips (1984)'e göre, 1940'ların sonunda, Kuzey Carolina'da, Klingman'ın doğrudan ekim uygulamaları raporunda II. Dünya savaşı esnasında geliştirilen bitki büyüme düzenleyicilerinin tanıtımı ile 1940'lı yılların sonunda dikkatler azaltılmış toprak işlemeye yöneltmiştir. 1951'de, Dow Chemical Co. K.C. Barrons, J.H. Davidson ve C.D. Fitzgerald adlı araştırmacılar tarafından doğrudan ekim tekniklerinin başarılı uygulamaları rapor edilmiştir. 1960'larda, New Jersey'de, M.A. Sprague tarafından mera yenilemelerinde toprak işleme yerine kimyasal kullanılması rapor edilmiştir. L.A. Porter, Yeni Zelanda'da 1960'ların başında, doğrudan ekim yöntemini kullanarak çilek üretimi yapılabildiğini rapor etmiştir.

1955'te Paraquat'ın bulunuşu ve 1961'de ticari olarak piyasaya sürülmesi Imperial Chemical Company, ICI ve diğerlerini İngiltere, Amerika ve başka yerlerde doğrudan ekim araştırmalarına yönlendirmiştir. 1961 ve 1962 de Amerika'da birkaç çiftçide demonstrasyon denemeleri yürütülmüş, Harry ve Lawrence Young (Herndon, Kentucky), yeni teknolojiyi kendi arazilerinde uygulayan ve dünyada ilk modern doğrudan ekimi kullanan çiftçi olmuşlardır. Latin Amerika'da doğrudan ekim denemeleri ilk 1971 de, Merityen Çiftçilik Araştırmaları Enstitüsü (IPEAME, Londrina, Paraná State, Brazil) tarafından GTZ projesi ile başlatılmış ve bu proje ile Alman asıllı Brezilyalı çiftçi Herbert Bartz Latin Amerika'da teknolojiyi uygulayan ve onu bugüne kadar devam ettiren ilk çiftçi olmuştur. Amerikalılara göre, doğrudan ekim çalışması

Avrupa, Afrika ve Asya'da daha az adapte olmuş ve birçok ülkede toprağı koruyucu toprak işlemeli sürdürülebilir üretim yöntemi hemen hemen bilinmemektedir. Nijerya'da IITA'nın ürettiğı araştırma bilgilerinin zenginliğine rağmen, Afrika'da 17. yüzyıldan bu yana doğrudan ekim yapılan toplam alan hala çok azdır (Phillips ve Phillips, 1984).

Tarih öncesi çağlardan 20. yüzyıl başlarına kadar tohum yatağı hazırlama işleminde genellikle toprağı yırtarak işleyen aletler kullanılmıştır. Pullukla toprak işleme I. Dünya Savaşının sonlarına doğru yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1950'li yıllarda toprağın pulluk kullanımını sonucunda aşırı işleme ile yapısının bozulduğu ve toprağın yoğun olarak işlenmesiyle erozyonun arttığı, nemin ve organik maddenin azaldığı gözlenmiş, bu sakıncaları ortadan kaldırmak için alternatif toprak işleme-ekim yöntemlerini geliştirme çabaları başlamıştır. Bu süreçte, bazı yabancı ot ilaçlarının bulunmasıyla, toprak işlemesiz tarım 1960'lı yıllar başında uygulanmaya başlanmıştır. Daha sonra uygun anız ekim mibzerlerinin geliştirilip, üretilmesiyle, toprak işlemesiz tarım 1960'ların ikinci yarısından itibaren Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya, Arjantin, İngiltere gibi ülkelerde özellikle ikinci ürün soya ve mısırdaki uygulanmaya başlamıştır (Anonim, 1983).

Koruyucu toprak işleme ve ekim uygulamasında toprağı en az müdahale ederek, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını bozmadan üretim yapma amaçlanmaktadır. Bu yöntem toprağı yıl boyunca erozyondan korumak için yeteri kadar bitki kalıntısının yüzeyde bırakıldığı ekim yöntemidir. Pulluk kullanılarak aşırı toprak işlemenin yapıldığı geleneksel toprak işleme ve ekime alternatif olan ve toprağı daha az müdahale edilerek yapılan anıza doğrudan ekim yöntemi, sıfır toprak işlemeli ekim, azaltılmış toprak işlemeli ekim, malç ekim, sırta ekim ve daimi sırta ekim yöntemleri koruyucu toprak işlemeli ekim yöntemi olarak kabul edilmektedir. Koruyucu toprak işlemeli ekim rüzgâr ve su erozyonuna göre iki şekilde tarif edilebilir (Anonim, 1983).

- Toprak erozyonuna suyun neden olduğu alanlarda “erozyonu azaltmak amacıyla ekimden sonra toprak yüzeyinde % 30 veya daha fazla bitki kalıntısının bırakıldığı toprak işleme ve ekim yöntemi”

- Toprak erozyonuna rüzgârın neden olduğu alanlarda ise “Kritik rüzgâr erozyonu periyodu süresince toprak yüzeyinde 1120 kg/ha hububat anızına eşdeğer bitki kalıntısının tutulduğu ekim yöntemi” olarak tarif edilmektedir.

Tarımsal işlemler arasında en fazla güç (% 60 oranında), toprak işleme esnasında tüketilmektedir (Shinners ve ark., 1993; Lazic ve Turan, 1995). Bu nedenle bitkisel üretimde toprak işleme, maliyet yönünden en pahalı işlemdir. Tahıl üretiminde toplam çalışma süresinin yarısından fazlasının tohum yatağı hazırlamada kullanılması ve bunun da ürün veriminde % 25 oranında etki olması, tarımsal üretimde toprak işleme ve ekim uygulamalarına ayrı bir önem kazandırmıştır (Eker ve Ülger, 1988).

Buğday dünyada en çok üretilen ve pek çok ülkenin beslenme, ticaret ve münavebe yöntemlerinde vazgeçilmez bir kültür bitkisidir. Özellikle insan beslenmesinde alternatifsiz bir bitki olması buğdayın ekim alanları ve üretimi, nüfus artışına paralel olarak artmaktadır. 1802 yılında 1 milyarı aşan dünya nüfusu, 1927 yılında yaklaşık 2 milyar olmuş ve 2011 yılında yaklaşık 7 milyar olduğu, 2020’de 8.5 milyar, 2030’da 9.6 milyar, 2050’de ise 12 milyar olacağı tahmin edilmektedir. Dünyada kişi başına buğday tüketiminin 1960’li yıllarda yaklaşık 70 kg iken, günümüzde bunun 100 kg civarında olduğu tahmin edilmektedir (Anonim, 2011).

Ülkemizde 1930’lu yıllarda yaklaşık 2.5 milyon ton olan buğday üretimi 1967 yılında 10 milyon tona, 2009’da ise 20.6 milyon tona ulaşmış, buğday üretim artış oranı % 724 olarak gerçekleşmiştir. Üretimdeki bu artış, belli döneme kadar ekim alanlarındaki artışın etkisi olmuş, daha sonraki dönemlerde ise yapılan ıslah çalışmaları ve uygun yetiştirme teknikleri üretim artışına önemli katkı sağlamıştır. Türkiye’nin nüfusu 1927 yılında yaklaşık 13.6 milyon iken, 2010 yılı itibarıyla 73.7 milyon olmuştur. Buna göre 1930 yılından 2010 yılına nüfustaki artış oranı % 442 iken, buğday üretimindeki artış oranının % 724 olması, ülkemizde buğday talebinin karşılanması konusunda bu güne kadar ciddi bir darboğazın yaşanmamasını sağlamıştır. Bu bağlamda Toprak Mahsülleri Ofisi’nin protein esaslı alım ve çeşit guruplarını azaltması kararı, buğdaya dayalı sanayinin ve özellikle de kaliteli buğday bulmadaki sorunların ülke içerinden çözümü açısından önemli bir gelişme olarak görülmektedir (Anonim, 2011).

En fazla buğday ekim alanı % 45.30 ile Asya kıtasında olurken, % 27.10 ile Avrupa ve % 17.31 oranı ile Amerika kıtaları izlemektedir. Bu oranlardan da görülebileceği gibi buğday yetiştirilen alanların büyük çoğunluğu kuzey yarımkürede yer almaktadır. Bununla birlikte buğdayın kuzey yarımküreye özgü bir bitki olduğu anlamı çıkarılmamalıdır. Ilıman iklim kuşağının tipik bitkisi olan buğday, Dünyada hemen her yörede yetişebilme kabiliyetine sahip bir bitkidir (Anonim, 2011).

Nüfus artışı ile birlikte tarım ürünlerine olan talep, Dünyada ve Türkiye’de yeni alternatif ürünlerin devreye girmesi, üretim planlamasının daha bilinçli yapılması gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır. Üretim planlamasının daha bilinçli yapılabilmesi için, yetiştirilecek ürünlerin doğru seçilmesi ve seçilen ürünlerin doğru zamanlarda, doğru teknikler kullanılarak üretilmeleri gerekmektedir. Üretim yapılacak bölgenin seçimi ncelikle iklimsel faktörlere (sıcaklık, yağış, radyasyon, nem vb.) bağlıdır. Bunlardan en önemlisi de o bölgenin maximum ve minimum sıcaklık değerlerinin irdelenip değerlendirilmesi ve bitkinin sıcaklık ile ilişkisi bilinerek o bölge de üretime başlanması gerekmektedir (Yoldaş ve Eşiyok, 2005).

Erkenci, orta geçici ve geçici buğday çeşitleri ile yapılan bir çalışmada tam çiçeklenme ve olgunluk gün sayıları kaydedilmiş, 2 dönem arasında ki derece günün önemli olduğu belirlenmiştir (956–937 °C-gün). Sıcaklığın bitki gelişim oranları için en önemli faktör olduğu sonucuna varılmıştır (Manrique ve Hodges, 1991).

Yapılan başka bir araştırmada buğdayın geç ekimi, vejetatif süreyi ve generatif gelişimi 17 gün geciktirmiştir. Fiziksel olgunlaşma döneminde toplanan termal birim ekim zamanlarına bağlı olarak 1542.9–1610.3 °C-gün, genotiplere bağlı olarak da 1539.9–1620.4 °C-gün arasında değişiklik göstermiştir. Erken ekimlerde yüksek toplam derece gün değerlerine ulaşılmış, ekimlerin gecikmesi ile toplam °C-gün azalma eğilimi gözlenmiştir (Singh ve ark., 2001).

Enerji, çağımızda en önemli tüketim maddelerinden biri ve vazgeçilmez bir uygarlık aracıdır. Gelişmişlik düzeyi yüksek ülkelerin en önemli ihtiyaçlarının başında enerji tüketimi gelmektedir. Bu tüketim sürekli artmakta olup bu artış gelecekte de devam

edecektir. Günümüzde tükettiğimiz enerjinin bugün büyük bir çoğunluğu fosil yakıtlarından, geri kalanı ise nükleer ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Fosil yakıt kullanımının çevre ve insan sağlığına verdiği zararların, telafisi için önlem alınmazsa gelecekte yaşayacak insanların ödeyeceği bedelin çok büyük boyutlara erişmesi kaçınılmaz olacaktır.

Fosil kaynakların enerji üretimine devam edebilme olanağının kalmadığı, kabul edilmesi gereken bir gerçektir. Sanayinin gelişmeye başlaması ile birlikte kullanımı giderek artan ve önceleri göz ardı edilen bu enerji kaynaklarının yerine doğal ürün olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının artırılması gerçeği her geçen gün daha iyi anlaşılmaktadır (Anonim, 2012a).

Enerji kullanımı 1970'li yıllardan sonra bütün sektörlerde en çok önem verilen konulardan birisi olmuştur. 1973 ve 1979 yıllarındaki petrol krizlerinden sonra ülkeler dünya genelinde enerji korunumuna ilişkin önlemlere yoğun olarak ilgi göstermeye başlamışlardır. Daha sonraları ise 1980'li yıllarda, fosil yakıtların yanması sonucunda oluşan çevre kirliliğine önem vermeye başlamışlardır. Son yıllarda; enerji kullanımı kullanımı sonucunda sera gazı emisyonları ve bunların küresel iklim değişikliklerine olan potansiyel etkileri en çok tartışılan konular arasında yer almıştır. Sanayi, ulaştırma, ticaret, konut ve tarım sektörlerinde enerji kullanımını azaltmanın en etkin yöntemlerinden birisi de, enerji kullanım etkinliğini artırmaktır. Sanayide enerji ve diğer kaynakların kullanımı önemli oranda artmıştır. Bu duruma bağlı olarak doğal kaynakların nitelik ve nicelik bakımından azalmasının yanısıra, çevresel kirlilik yoluyla doğal kaynaklara verilen zararlar da artarak devam etmektedir (Şehri, 2012).

Türkiye'de 1990–1995 ve 2000 yılları arasındaki 10 yıllık dönemde işlenen ve ekilen tarım alanları başına tüketilen toplam enerji değeri ortalama olarak birim alana (ha) sırasıyla 0.091 ve 0.121 TEP olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1.1). İşlenen ve ekilen tarım alanları başına tüketilen enerji, 1990 yılından sonra, 2011 yılına kadar düzenli olarak artış göstermiş, belirtilen dönemde ortalama olarak sırasıyla 0.164 TEP/ha (6866.4 MJ/ha) ve 0.216 TEP/ha (9043.5 MJ/ha) olarak gerçekleşmiştir (Öztürk, 2013).

Çizelge 1.1. Türkiye’de tarım sektöründe işlenen ve ekilen alan başına enerji tüketimi

Yıllar	Tarımda toplam enerji tüketimi (bin TEP)	İşlenen tarım alanı (bin ha)	Ekilen tarım alanı (bin ha)	Tarımda tüketilen toplam enerji/işlenen Tarım alanı (TEP/ha)	Tarımda tüketilen toplam enerji/ekilen tarım alanı (TEP/ha)
1990	1956	24827	18868	0.078	0.103
1995	2556	24373	18464	0.104	0.138
2000	3073	23826	18207	0.128	0.168
2001	2964	23800	18087	0.124	0.163
2002	3030	23994	18123	0.126	0.167
2003	3086	23372	17563	0.132	0.175
2004	3314	23871	18110	0.138	0.182
2005	3340	23830	18148	0.140	0.184
2006	3608	22981	17440	0.156	0.206
2007	3944	21979	16945	0.179	0.232
2008	5174	21555	16460	0.240	0.314
2009	5073	21351	16217	0.237	0.312
2010	5089	21384	16333	0.237	0.311
2011	5755	20539	15712	0.280	0.366
Ortalama	3711.6	22977.3	17476.9	0.164	0.216

Türkiye’de, 1990–2011 yılları arasındaki dönemde, sanayi ve tarım sektörlerinde toplam enerji tüketimi değerleri ve bu sektörün toplam enerji tüketimindeki payları Çizelge 1.2’de verilmiştir. Türkiye’nin 1990’lı yıllarda, tarım sektörünün toplam enerji tüketimindeki payı % 5 iken, sanayi sektöründe % 35 olarak gerçekleşmiştir. 2008 yılından sonra tarımda % 6.5’e yükselirken, sanayide % 32’ye düşmüştür. Belirtilen dönemde sanayi sektörünün toplam enerji tüketimindeki payı ortalama % 37.85 olurken, tarım sektörünün payı ise 1/7 oranında (% 5.35) gerçekleşmiştir (Öztürk, 2013).

Çizelge 1.2. Türkiye’de sanayi ve tarım sektörlerinde enerji tüketimi

Yıllar	Enerji Tüketimi (Bin Tep*)			Toplam Enerji Tüketiminde Payı (%)	
	Toplam	Sanayi	Tarım	Sanayi	Tarım
1990	52987	14543	956	35	5.00
1995	63679	17372	2556	35	5.00
2000	80500	24501	3073	40	5.00
2001	75402	21324	2964	38	5.00
2002	78331	24782	3030	42	5.00
2003	83826	27777	3086	43	5.00
2004	87818	28789	3314	42	5.00
2005	91576	29396	3340	40	5.00
2006	77441	30996	3608	40	4.66
2007	82747	32466	3944	39	4.77
2008	79559	25677	5174	32	6.50
2009	80574	25966	5073	32	6.30
2010	83372	30628	5089	37	6.10
2011	86952	30830	5755	35	6.62
Ortalama				37.85	5.35

* TEP: Ton Eşdeğer Petrol dür. Her enerji biriminin TEP cinsinde karşılığı vardır. Örneğin; 1000 kWh elektrik = 0.086 TEP dir. 1 TEP 11.627 MWh Elektriktir. 1 TEP: 41868 MJ

Enerji çıktı/girdi analizleri genellikle enerji etkinliğini ve çevre boyutunu ölçmek için yapılan çalışmalardır. Çıktı/girdi oranının düşük olması, kullanılan girdilerin etkin bir şekilde kullanılmadığı ve bunda birtakım sorunları beraberinde getirdiği bilinmektedir. Bilinçsiz ilaç ve gübre kullanımı, çevrenin zarar görmesinin yanı sıra girdilerin israfına da neden olmaktadır (Göktolga ve ark., 2006).

Enerji kullanım etkinliğini artırmak için ya verimin artırılması ya da girdilerin azaltılması gerekmektedir. Özellikle toplam enerji girdisi içerisinde büyük yer tutan kimyasal gübreler, tohum, yakıt-yağ, tarımsal ilaçlar, tarım alet ve makina girdilerinin azaltılması gerekmektedir. Verimin belirli sınırlar içerisinde artırılması sağlanabilir. Fakat enerji kullanım etkinlik değerinin artırılması, girdilerin bilinçli bir şekilde azaltılmasıyla mümkün olabilmektedir.

Ülkemizde nadas yoğun bir şekilde uygulanmakta olup, toplam nadas tarım alanının (4 113 976.2 ha) ekilen toplam tarım alanına oranı (23 948 633.8 ha) % 17.18'dir. Bu oran Doğu Anadolu Bölgesi'nde % 23.39, İç Anadolu Bölgesi'nde ise % 29.86 olmuştur (Anonim, 2015). Özellikle yağışı 200–500 mm arasında olan yağışa dayalı alanlarda, toprağın ve suyun korunumu nadas alanlarının azaltılması ve/veya kaldırılması kapsamında İç ve Doğu Anadolu Bölgelerinde koruyucu toprak işleme–ekim yöntemlerinin denenmesi ve geleneksel toprak işleme–ekim yöntemleriyle değişik yönlerden karşılaştırılması gerekmektedir (Aykas ve ark., 2005).

Yıllık yağışın 440 mm civarında olduğu çalışma yöresinde kuru tarım uygulamalarının ön plana çıkmasına neden olmakta ve uygulama geleneksel olarak buğday–nadas yöntemi şeklinde yaygınlık göstermektedir. Bu çalışma; girdilerin etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayan ve azaltan, enerji etkinliğini ön plana çıkaran toprak işleme yöntemleri ile nadasın kaldırılması, işletme gelirlerinde artış, toprak ve suyun korunumu ve sürdürülebilirliğin artırılması gibi varsayımlardan yola çıkarak planlanmıştır. Böylece, nadas alanlarının azaltılması ya da kaldırılması kapsamında yöremizde de yeni toprak işleme–ekim yöntemlerinin denenmesi ve geleneksel toprak işleme–ekim yöntemleriyle değişik yönlerden karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu sebeple nadası kaldırmaya ve geleneksel toprak işlemeye alternatif olabilecek değişik toprak işleme–

ekim yöntemleri, toprak fizisel özellikleri, yakıt tüketimleri ve ürün verimi, enerji ve enerji kullanım etkinliği, yönünden karşılaştırılarak yöreye en uygun ve enerjiyi en etkin kullanan yöntem belirlenmiştir. Bu çalışma; girdilerin etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayan ve azaltan, enerji etkinliğini ön plana çıkaran toprak işleme yöntemleri ile nadasın kaldırılması, işletme gelirlerinde artış, toprak ve suyun korunumu ve sürdürülebilirliğin artırılması gibi varsayımlardan yola çıkarak planlanmıştır. Böylece, sulanamayan üretimi yağışa bağımlı olan alanlarda nadasın münavebeden kalkabileceği, işgücü, zaman ve girdileri azaltan yeni tarım tekniklerinin uygulanabilir olacağı ortaya konulmuştur.

Bu amaçla, geleneksel toprak işleme-ekim yöntemine alternatif olacak yeni toprak işleme-ekim yöntemleri (TS1-geleneksel toprak işleme (kulaklı pulluk+kültivatör+kombikürüm+üniversal ekim makinası, TS2-azaltılmış toprak işleme-1 (kültivatör+kombikürüm+üniversal ekim makinası), TS3-azaltılmış toprak işleme-2 (dik rotovatör+üniversal ekim makinası), TS4-doğrudan ekim) özellikle bazı işletme parametreleri, bitki gelişimleri ve enerji etkinlikleri yönünden en uygun yöntem belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Toprak işleme; bitkilerin büyüme ve gelişmesine iyi bir ortam hazırlamak ve topraktaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayları hızlandırmak için değişik yöntemlerle toprağın karıştırılması, devrilmesi, kabarılması ve alt-üst edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Kuru tarım yapılan yerlerde bitki yetiştirmedeki başarı, toprak işleme yönteminin iyi seçilmiş olmasına bağlıdır. Toprağı gereğinden fazla işlemek toprak ve su kaybı riskini artırmaktadır. Buna göre kurak iklim bölgelerinde toprağı ve suyu koruyacak, yabancı otları kontrol altına alabilecek, daha az ve ucuz ekipmanla uygulanabilecek bir toprak işleme yöntemi belirlenmelidir (Gökkuş ve ark., 1996).

Geleneksel toprak işleme, organik bileşiklerin mineral maddelere dönüşmesini hızlandırdığından dolayı toprak organik maddesini düşürmektedir. Anıza doğrudan ekim yönteminde ise mineralizasyon geleneksel toprak işlemeye göre daha yavaş olur. Böylece toprak agregatları ile organik madde arasındaki interaksyon azalır ve toprak strüktürü gelişir (Beare ve ark., 1994).

Wicks ve Smika (1973), anıza doğrudan ekim yöntemini geleneksel toprak işleme ve ekim yöntemleriyle mukayese etmek için yaptıkları bir araştırmada yaptıkları bir araştırmada zamanında iyi bir herbisit uygulaması ile anıza doğrudan ekim yönteminde yabancı ot gelişiminin az olduğu ve toprakta nemin daha fazla biriktiği, bundan dolayı da daha fazla dane verimi elde edildiği bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada nadasın uygulandığı yıllarda mutlaka total herbisit uygulanması gerektiğini vurgulamışlardır.

Hollanda'da yağışa dayalı yürütülen bir araştırmada, buğday ve fiğ verimlerinin mutlak suretle toprak nemine bağlı olduğu, toprak işlemenin azaltılması ile toprağın kimyasal ve fiziksel şartlarının iyileştiği ve bunun da verime yansıdığını ortaya koymuşlardır (Hoogmoed ve Rawitz, 1979).

Farklı toprak işleme-ekim yöntemleri üzerine yapılan bir çalışmada geleneksel toprak işleme yöntemine göre, azaltılmış toprak işleme ve anıza doğrudan ekim yöntemlerinin zaman, yakıt ve işgücü tasarrufu açısından büyük tasarruf sağladığı, enerji, zamanlılık, toprak yapısını ve nemini koruma, daha iyi bitki kök gelişimi sağladığını

belirlemişlerdir. Anıza doğrudan ekim yönteminin özellikle 5 cm altındaki toprak derinliklerde daha fazla boşluk hacmi gibi üstünlüklerinin olduğu ve ürün verimi açısından yöntemler arasında çok fazla farklılık olmamasına karşın geleneksel yöntemle göre diğer iki yöntemin daha ekonomik olduğunu belirtmişlerdir (Griffith ve Parson, 1981).

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir araştırmada, geleneksel, azaltılmış ve toprak işlemez yöntemleri buğday ve fiğ verimleri açısından karşılaştırılmıştır. Araştırmada toprak işlemez yöntemde elde edilen buğday ve fiğ verimi ile ham protein oranı diğer yöntemlere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Geleneksel, azaltılmış ve toprak işlemez yöntemler için sırasıyla buğday verimi 244.4, 232.6 ve 249.5 kg/da; ham protein oranı % 11.2, 10.8 ve 12.2; ham protein verimi 23.2, 18.4 ve 20.1 kg/da; fiğde kuru ot verimi 262.3, 244.6 ve 274.0 kg/da; fiğde ham protein oranı % 14.2, 14.1 ve 15.4; fiğde ham protein verimi 84.6, 58.4 ve 74.6 kg/da olarak belirlenmiştir (Rasmussen, ve ark., 1986).

İspanya'da yapılan bir araştırmada, doğrudan ekim yönteminin diğer toprak işleme yöntemlerine göre daha fazla verim elde edildiği (geleneksel, azaltılmış ve doğrudan ekim yöntemleri için buğday veriminde sırasıyla 269.7, 261.78 ve 275.4 kg/da); ve çok daha ekonomik olduğu belirlenmiştir (Hernanz ve ark., 1986).

Özsert ve Kara (1987), yağışa dayalı tahıl üretiminde farklı toprak işlemeli ekim yöntemleri ve enerji gereksinimlerini inceledikleri bir çalışmada; geleneksel toprak işlemeli ekim ile tohum yatağı hazırlığında harcanan yakıt, üretim için harcanan toplam yakıtın % 62'sini oluşturduğunu, ikinci sınıf toprak işleme aletleriyle tohum yatağı hazırlığında ise, geleneksel yöntemde tüketilen yakıtın % 28'inin yeterli olduğunu, yakıt tüketiminin geleneksel toprak işlemede 48.4 l/ha, azaltılmış toprak işlemede 34.8 l/ha ve doğrudan ekimde ise 31.0 l/ha olduğu, işgücü gereksiniminin geleneksel toprak işlemeli ekimde % 100, azaltılmış toprak işlemeli ekimde % 76, doğrudan ekimde ise % 39 olduğu belirtilmiştir.

Kasap ve ark. (1989)'nın yaptıkları çalışmada, anıza doğrudan ekim yönteminin geleneksel toprak işleme yöntemine göre 33.1 l/ha, azaltılmış toprak işleme yönteminde ise 23.1 l/ha daha az yakıt tükettiği belirtilmiştir. Ayrıca, doğrudan ekimin enerji tasarrufu sağladığı, erozyon % 90 oranında azalttığı, toprak yüzeyindeki artık maddelerin toprak nemini koruduğu, zaman ve işçilikten tasarruf sağladığı belirlenmiştir.

Modestus ve ark. (1992), geleneksel toprak işleme ve anıza doğrudan ekim yöntemlerinin buğdayda verim ve verim unsurları ile toprak özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar toprak nem birikimi yönünden uygulamalar arasında $P < 0.01$ düzeyinde önemli fark tespit ederken, toprak hacim ağırlığı yönünden ise $P < 0.05$ düzeyinde önemli fark belirlemişlerdir. Anıza doğrudan ekim yönteminde toprakta biriktirilen su miktarının geleneksel toprak işleme yöntemine göre % 40 daha fazla olduğunu ve daha fazla verim elde edildiğini belirtmişlerdir.

Antalya'da ikinci ürün susamda farklı toprak işleme ve ekim yöntemleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, anızsız+azaltılmış toprak işleme+serpme ekim yönteminde birim alanda (ha) makina kullanımı 11.91 saat olurken, anızlı+geleneksel toprak işleme + hassas ekim yönteminde ise birim alanda (ha) makina kullanımı 18.00 saat bulunmuştur. Toprak işleme yöntemlerine göre bitki çıkışları arasında önemli fark olmasına karşın, yöntemlerin verimleri arasında fark olmadığı belirtilmiştir (Özmerzi ve Barut, 1996).

Doğrudan ekim yöntemi, geleneksel ve azaltılmış toprak işleme ekim yöntemlerine göre yakıt masraflarında en az % 60 tasarruf sağlamaktadır (Aase ve Schaefer, 1996). Yakıt tüketimi bitki üretim desenine göre değişmekle beraber, harcanan toplam yakıtın büyük oranda toprak işleme ve ekimde kullanılması özellikle toprak işlemede yeni arayışları gündeme getirmiştir. Geleneksel toprak işlemede ki bazı tarla işlemlerini azaltmak veya daha az enerji ihtiyacı olan işlemlere çevirmek ya da işlenen toprak yüzeyini azaltmak gibi uygulamalarla yeni toprak işleme-ekim yöntemleri uygulamaya konulmuştur (Doğan ve Çarman, 1997).

Yapılan bir çalışmada buğday üretimi için farklı toprak işleme sistemlerini karşılaştırmışlardır. Denemeler; geleneksel toprak işleme, azaltılmış toprak işleme (düşey milli toprak frezesi), anıza doğrudan ekim ve anıza doğrudan ekim (herbisit uygulaması ile) olmak üzere 4 farklı uygulama şeklinde yürütülmüştür. Çalışmada; toprak işleme yöntemlerinin tarla filiz çıkış derecesine, yakıt tüketimlerine ve ürün dane verimlerine etkileri belirlenmiştir. Sistemlerin yakıt tüketimi değerleri geleneksel toprak işleme ve ekim yönteminde 51.5 l/ha, azaltılmış toprak işleme ve ekim yönteminde 28.0 l/ha ve anıza doğrudan ekim yönteminde ise 9.1 l/ha olarak belirlenmiştir. Yöntemlerin verime etkileri incelendiğinde geleneksel yöntem ile ekilen parsellerden 2558.6 kg/ha, azaltılmış toprak işleme parsellerinden 2236.0 kg/ha ve anıza doğrudan ekim parsellerinden 2304.1 kg/ha, herbisit uygulamalı anıza doğrudan ekim parsellerinden ise 2054.5 kg/ha'lık dane verimi elde edilmiştir (Çarman ve ark., 2008).

Kırklareli'nde ayçiçeği hasadı sonrası buğday ekimi için 5 ayrı tohum yatağı hazırlama yönteminin kıyaslandığı araştırmada dekardan en yüksek verim ve net gelir anıza doğrudan ekim yönteminde elde edilmiştir (Kamburoğlu, 2001).

Buğday tarımında geleneksel toprak işleme ve ekim ile anıza doğrudan ekim yöntemleri teknik ve ekonomik yönden karşılaştırılmış, geleneksel sistemde toplam zaman gereksinimi 184.4 dak/ha, doğrudan ekim de ise 83.3 dak/ha olarak bulunmuştur. Yöntemler verim ve yakıt tüketimi yönünden karşılaştırıldığında, anıza doğrudan ekimde ilerleme hızı arttıkça yakıt tüketimi ve verimin azaldığı, geleneksel yöntemde ise ilerleme hızı arttıkça yakıt tüketimi ve verim değerlerinin arttığı kaydedilmiştir (Kasap, 2001).

Erzurum kuru ve sulu tarım koşullarında değişik alet ve makinaların yer aldığı toprak işleme-ekim sistemlerinin fiğ bitkisinde tarla filizi çıkışı ve kuru ot verimine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada dört farklı toprak işleme yöntemi üzerinde durulmuştur. Çalışmanın sonucunda, hem tarla filizi çıkışı hem de kuru ot verimi yönünden en yüksek değerler anıza doğrudan ekim yönteminden elde edilmiştir. (Gözübüyük ve ark., 2001).

Önen ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada üç farklı toprak işleme yönteminin (geleneksel toprak işleme, azaltılmış toprak işleme ve anıza ekim) buğday tarımında yabancı otlanmaya ve verime etkilerin incelemişlerdir. Araştırma sonucunda toprak işleme yöntemlerinin dane, dane+sap ve sap verimlerine istatistiksel olarak etkisi bulunmamıştır. Ancak, tüm toprak işleme yöntemlerinde herbisit uygulanan ve uygulanmayan parseller arasında istatistiksel olarak farklılık önemli bulunmuştur. Anıza doğrudan ekim yapılan ve herbisit uygulanan parselde en yüksek verim değerleri elde edilmiştir.

Çapar ve Uçan (2015), kışlık buğday bitkisinde yürüttükleri bu çalışmada doğrudan ekim (DE), az işlenmiş ekim (AİE) ve geleneksel ekim (GE) tekniklerinin toprak nem içeriğine ve ürün verimine etkilerinin araştırmışlardır. Toprağın 0–30 cm’lik kısmında yetiştirme periyodunun ilk zamanlarında ekim teknikleri arasında nem içeriği yüksek çıkmıştır. Hasata doğru bu fark azalmış ve sırasıyla toprak nem içerikleri DE’de % 15.6, AİE’de 15.4 ve GE’de 15.3 olarak bulunmuştur. Toprak derinliğinin 30–60 ve 60–90 cm’inde nem düzeyleri büyükten küçüğe doğru DE, AİE ve GE teknikleri şeklinde bir sıralama göstermiştir.

Çelik ve ark., (2009)’a göre farklı tip doğrudan ekim makinalarının değişik anız koşullarında, çizi özellikleri ve anız dağılımına etkilerini inceledikleri araştırmalarında; sıra üzeri penetrasyon direnci değerlerinin sıra arası değerlerden daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Makinalar arasında sıra üzeri penetrasyon direnci yönünden en yüksek değerler bütün ölçüm derinliklerinde diskli gömücü ayaklı doğrudan ekim makinasında elde edilirken, en düşük değerler ise dar çapa tip gömücü ayaklı makinada gözlenmiştir. Anız yüksekliğinin penetrasyon direnci üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisi bulunmazken, uzun ve yatık anız penetrasyon direncini artırmıştır. Sıra arası penetrasyon direnci değerleri üzerinde makinaların, anız yüksekliği ve konumunun etkisi önemli bulunmamıştır (Altıkat, 2011).

Altıkat (2011) tarafından bildirildiğine göre; penetrasyon direnci; bitki köklerinin toprakta hareket yeteneklerinin, bitki gelişiminin ve verimin bir göstergesidir. Bitki kök gelişimine önemli derecede etkili olan penetrasyon direnci; toprak hacim ağırlığı, nem

içeriği (Camp ve Lund 1968; Mirreh ve Ketcheson 1972), organik madde içeriği (Sands ve ark., 1979), toprak tipi, tarla trafiği ve toprak işleme aletine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Patterson ve ark., 1980). Yapılan araştırmalarda penetrasyon direncinin 3 MPa veya daha fazla olması kök gelişimini engelleyici sınır olarak kabul edilmektedir (Busscher and Sojka 1987; Hakansson ve Lipiec 2000). Gupta ve ark., (1990), penetrasyon direncinin 2 MPa'dan büyük olmasının aşırı toprak sıkışmasını tanımlayan en önemli kriterlerden biri olduğunu belirtmektedirler.

Ülkemizde yağışa dayalı tarım koşullarında toprak işleme tekniği ve nadas-tahıl münavebe yöntemi ile ilgili araştırmalar 1931-1961 yılları arasında Ankara Zirai Araştırma Enstitüsü ile Eskişehir kuru tarım istasyonunda yürütülmüştür. Yapılan bu çalışmalarda Orta Anadolu' da yağışa dayalı tarım koşullarında daha çok uygun nadas yöntemleri ile toprak işleme şekli ve toprak işleme zamanının ürün verimi üzerindeki etkisini belirlemiştir (Berkman, 1969). Yapılan çalışmalar sonucunda toprağın yoğun bir şekilde işlenmesinin özellikle kurak bölgelerde derin sürümün verimi azalttığı vurgulanmıştır.

Hindistan'da yapılan bir araştırmada, geleneksel, azaltılmış ve doğrudan ekim yöntemlerinin, fiğ-nadas-buğday, nadas-buğday, fiğ-buğday ve buğday-buğday münavebe sistemlerindeki verim ve verim unsurları incelenmiştir. Araştırmada, toprak işleme yöntemleri arasında verim yönünden istatistiksel olarak önemli bir fark elde edilememiştir. Toprak işleme yöntemleri arasında bitki boyu, danede ham protein oranı ve yaş öz (yaş gluten) açısından farklılık belirlenememiş ve kıştan çıkış oranı, başaklanma ve olgunlaşma süresi yönünden istatistiksel olarak $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Geleneksel, azaltılmış ve doğrudan ekim yöntemleri için sırasıyla kıştan çıkış oranı % 88.6, 90.1 ve 92.3; başaklanma süresi 165, 168 ve 174 gün; olgunlaşma süresi 44, 47 ve 52 gün olarak bulunmuştur (Ambika, ve ark., 1971).

Kladivko ve ark. (1982), ABD' de yapılan bir araştırmada münavebe sistemleri (fiğ-buğday, buğday-buğday) verim, toprak nemi, toprak hacim ağırlığı, başak uzunluğu, ham protein oranı, başaklanma ve olgunlaşma süresi, hasat indeksi ve hektolitre ağırlığı yönünden karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada münavebe sistemleri arasında toprak

hacim ağırlığı, toprak nemi, başak uzunluğu, başaklanma ve olgunlaşma süresi, ham protein oranı yönünden fark elde edilememiştir. Verim yönünden $P < 0.05$ düzeyinde önemli farklılıklar elde edilmiş olup, buğday–fiğ münavebesinden elde ettikleri verim (311.1 kg/da) buğday–buğday münavebesine göre (234.0 kg/da) daha fazla olmuştur.

Diez (1983), İspanya’da nadas–buğday ve fiğ–buğday münavebelerini karşılaştırmıştır. Araştırmacı, fiğ–buğday münavebe sisteminden elde edilen buğday veriminin nadas–buğday sistemine göre % 20 daha fazla olduğunu belirlemiştir.

Güngör (1990), tarafından Konya yöresinde 6 yıl süre ile yürütülen hububat–nadas ekim münavebesinde nadas alanlarını azaltılması, aynı zamanda birim alandan en yüksek karın alınmasını amaçlayan çalışmada, buğday–kışlık mercimekte toprakta tutulan faydalı rutubetin % 69.8 ve yıllık brüt karın 1989 yılı birim fiyatlarına göre 45972 TL, buğday yazlık mercimekte ise toprakta tutulan faydalı rutubetin % 68.6 ve yıllık brüt karın 45182 TL olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle nadassız bu iki ekim münavebesi önerilmektedir.

Hernanz ve ark. (1992), İspanya’da yaptıkları araştırmada baklagil–buğday ve buğday–buğday münavebe sistemlerini karşılaştırmışlar ve en yüksek dane verimini baklagil–buğday münavebe sisteminden elde etmişlerdir.

Amerika Birleşik Devletleri’nde yapılan bir araştırmada, buğday–buğday, fiğ–buğday, nadas–buğday münavebe sistemleri karşılaştırılmıştır. Yapılan araştırmada toprak işleme yöntemlerinin buğday verimi üzerine etkisi önemsiz iken buğday–buğday münavebesine (232.6 kg/da) göre fiğ–buğday (258.2 kg/da) münavebe sisteminden daha fazla verim alınmış ve münavebe sistemleri arasındaki verim farkı çok önemli bulunmuştur (Norwood ve Currie, 1998).

Nadasın gerekliliği üzerine yapılan bu çalışmaların yanında nadasın doğurduğu olumsuz etkileri incelemek üzere çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmaların birinde hububat nadas sisteminin, işlenen horizonta strüktürün bozulmasına ve organik madde içeriğinin azalmasına sebep olduğu bildirilmiştir (Kribaa ve ark., 2001).

Hava tahminleri ile bitki gelişimindeki kritik dönemlerde yüksek ve düşük sıcaklıklara maruz kalan ürünün riskini incelemek ve ekim tarihlerini ayarlamak mümkündür. Çiçeklenme dönemi uzunluğunun belirlenmesinde ya da çiçeklenme oranları için bitkilerin sınıflandırılmasında da °C-günler kullanılmaktadır (Deriux ve Bonhomme, 1982a; 1982b).

Hawaii’de patates yumru oluşumunu tahmin etmek için yapılan bir araştırmada, yumru oluşum safhasına kadar ki geçen günler ve gereksinim duyulan sıcaklıklar toplamı arasındaki ilişki karşılaştırılmıştır. Termal zaman toplamında ihtiyaç duyulan gün sayıları çeşitler arasında farklılık göstermiş, termal zaman toplamları sıcaklık değişimleri, çeşitler ve artan yükselti ile ilişkili bulunmuş ve yumru oluşumunun meydana gelebilmesi için gerekli termal zamanın karşılanması gerektiği ve bu termal zamana çeşit özelliklerinin de etkili olduğu belirlenmiştir (Manrique ve Hodges, 1989).

Soya fasulyesinde gelişim dönemlerindeki sıcaklığın direkt etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, termal zamanın kuru madde akümülyasyonunun daha iyi belirlenmesini sağladığı belirlenmiştir (Mayers ve ark., 1991).

Early Bunch çeşidi yerfıstığının olgunluk tahmininde kullanılan 3 esas sıcaklık (9–29–39 °C-gün) potansiyel olarak incelenmiş, ekimden hasada kadarki sürede termal zaman 1808 (\pm 23) °C-gün olarak kaydedilmiştir (Bell ve Wright, 1998). Yerfıstığının fenolojik gelişimi için gerekli termal zaman gereksinimlerinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise, çiçeklenme 1985 yılında 313 °C-gün ile başlarken, 1986’da 360 °C-gün’ de başlamış ve %50 çiçeklenmede termal zaman toplamı 410–498 °C-gün olarak belirlenmiştir. Mevsimsel olarak toplamı 1456–1672 °C-gün arasında değişiklik göstermiştir (Ketring ve Wheless, 1989).

Tricale ve arpada yapılan bir çalışmada ot veriminin, ekim ile biçim arasındaki süreyle pozitif ilişkide olduğu, dane veriminin kesim ile fiziksel olgunluk arasındaki G.D.D. (Growing–Degree–Days)’nin 1000 °C-gün’den düşük olduğunda keskin bir düşüş gösterdiği bildirilmektedir (Royo ve Tribo, 1997).

Şekerkamışında yapılan bir çalışmada, tarla gözlemlerinde sıcaklıkların, minimum optimum ve maximum değerlerin altında ve üstünde değişiklik gösterdiği zaman termal ve temel sıcaklıkların tanımlanması için yeni bir teknik geliştirilmiştir. Şekerkamışının gelişiminde termal parametreleri (sürgün çıkışı, gövde uzaması ve yaprak oluşumu ve çiçek sapı uzaması) tanımlamak için kullanılmış ve farklı gelişim safhaları için temel sıcaklıklarda genotipik varyasyonların olduğu belirlenmiştir (Liu ve ark., 1998).

Erkenci, orta geççi ve geççi buğday çeşitleri ile yapılan bir çalışmada tam çiçeklenme ve olgunluk gün sayıları kaydedilmiş ve derece günün faydası 2 dönem arasında da önemli bulunmuştur (956–937 °C-gün). Bununla birlikte tanımlanan bitki gelişim oranları üzerine sıcaklık en önemli faktördür sonucuna ulaşılmıştır (Manrique ve Hodges, 1991). Buğday çeşitlerinin geç ekimi vejetatif süreyi ve generatif gelişimi 17 gün geciktirmiştir. Fiziksel olgunlaşma döneminde toplanan termal birim ekim zamanlarına bağlı olarak 1542.9–1610.3 °C-gün, genotiplere bağlı olarak ta 1539.9–1620.4 °C-gün arasında değişiklik göstermiştir. Erken ekimlerde yüksek toplam derece gün değerlerine ulaşılmış, ekimlerin gecikmesi ile toplam °C-gün azalma eğilimi gözlenmiştir (Singh ve ark., 2001).

Yerfıstığının gelişiminde fenolojik gelişim ve fide çıkışı üzerine toprak sıcaklığının etkilerinin araştırıldığı çalışmada, 117 °C-günde çıkış tamamlanmıştır. Bununla birlikte serin topraklarda (18.1 °C-gün) fide çıkışı 96 °C-gün'de başlamış ve 237 °C-gün'de tamamlanmış ve yükselen termal zaman değerleri (134–1147 °C-gün) ana gövdede yaprak sayısını artırmıştır (Awal ve Ikeda, 2002).

Alpkent (1984); Çakır ve Keçecioglu (1988), tarımsal işlemler içinde en çok enerji tüketilen faaliyetin toprak işleme olduğunu, bunun için kullanılan enerjinin yaklaşık % 60'nı teşkil ettiğini ve toprağın kulaklı pullukla sürülmesinin bu enerji ihtiyacını en üst düzeye çıkardığını belirtmişlerdir. Toprak işlemede alınacak bazı tedbirlerle enerji tüketiminin azaltılacağı, ülke çapında büyük oranda enerji tasarrufu sağlanacağını belirtmişlerdir.

Farsaie ve ark. (1985), kışlık kolza, soya fasulyesi, ayçiçeği ve yarfıstığı yağı üretiminde toplam enerji, yakıt enerjisi ve enerji girdi ve çıktılarını değerlendirmiştir. Buna göre enerji çıktı/girdi oranı, geleneksel toprak işlemeyle ayçiçeği üretiminde 2.62, toprak işlemez soya üretiminde ise 7.47 olarak hesaplanmıştır. Yakıt enerjisi çıktı/girdi oranı, toprak işlemez kışlık kolza/ayçiçeği üretim yönteminde 13.52 olurken, geleneksel toprak işlemede tam sezon boyunca soya fasulyesi için 1.43 olarak hesaplanmıştır.

Toros (1991), Çukurova yöresinde buğday ve ikinci ürün soya tarımında yapılan bir çalışmada enerji tüketimleri incelenmiştir. Enerji gereksinimi; buğdayda tarım alet ve makina için %13 olurken, gübre için % 62.5 gibi yüksek bir değere ulaştığını, soyada ise tarım alet ve makina için bu değer % 37 ve gübre için % 29 gibi bir değere ulaştığını rapor etmiştir.

Türkiye genelinde yapılan anket çalışmasının sonuçlarına göre pamuk, mısır, ayçiçeği, şekerpancarı, soya, fasulye, patates, nohut, buğday ve arpa üretiminde enerji açısından en fazla girdiye sahip olan gübre, ortalama enerji girdisinin % 45.8'ni oluştururken, bunu % 14.8 ile tohumluk, % 12 ile yakıt izlemiştir (Yaldız ve ark., 1993). Gelişmiş ülkelerde bu oran, ürünlerin ortalaması olarak %7 civarındadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan benzeri bir çalışmada gübrenin payı % 21 civarında bulunmuştur (Anonim, 1989). Bunun yanında alet/makina ve traktör kullanımı yoluyla enerji girdisi ülkemizde % 8.3 gibi bir orana sahipken, Amerika Birleşik Devletleri'nde bu oran % 12.7 dır. Yine aynı karşılaştırmada, ülkemizde alet/makina kullanımı yoluyla enerji girdisi ortalama 639.05 MJ/ha iken, Amerika Birleşik Devletleri'nde 2827.1 MJ/ha düzeyindedir. Bu karşılaştırma ülkemizde henüz istenilen mekanizasyon düzeyine ulaşamadığını göstermektedir.

Özsert ve Kara (1987,1998), kuru tarım koşullarında tahıl üretimiyle ilgili olarak yaptıkları bir derlemede; enerji açısından değişik toprak işleme–ekim yöntemlerini incelemiştirlerdir. Geleneksel toprak işleme yönteminde birincil ve ikincil toprak işlemede en fazla yakıt tüketiminin gerçekleştiğini ve tohum yatağı hazırlığında harcanan yakıtın, toplam yakıtın % 62'sini oluşturduğunu; azaltılmış toprak işleme ile yakıt tüketiminde

% 36 oranında tasarruf sağlandığını ifade etmişlerdir. Doğrudan ekimde en fazla yakıt tüketiminin büyük çeki gücü isteği nedeniyle ekim işleminde ortaya çıktığını yakıt, makina ve insan işgücü, kimyasal madde, gübre ve tohum ihtiyacının geleneksel toprak işleme yönteminde 8738 MJ/ha, azaltılmış toprak işlemede 8065.4 MJ/ha ve doğrudan ekim yönteminde ise 7938.6 MJ/ha'lık bir enerji gereksinimine ihtiyaç olduğunu belirlemişlerdir.

Genellikle birim alandan alınan üretim miktarı, verim ölçüsü olarak kabul edilmek suretiyle gerçekleşen gelişme, verim artışı olarak nitelendirilmiştir, Oysa kullanılan girdi ve karşılığında elde edilen ürünün birlikte düşünülmesi, daha gerçekçi bir değerlendirme olacaktır. Yani, girdi-çıkıtı analizi yapılmalıdır. Tarımda enerji verimi diyebileceğimiz bu usule göre değerlendirme, tarımsal üretimde gerçek verimi göstermektedir (Torun ve ark., 2001).

Konak ve ark. (2004), işletmelerde kullanılan alet-makine varlığı, ekonomik ömürleri, iş başarısı, yakıt-yağ tüketimleri ve makina ağırlıkları gibi temel veriler bölgede yapılan diğer çalışmalar ile test raporlarından temin ederek Konya koşullarında mısır üretiminde enerji bilançosunu belirlemeye çalışmışlardır. Mısır üretiminde, toplam girdi enerjileri içerisinde kullanım oranı en yüksek olanın gübre enerjisi olduğunu belirlemişlerdir. Bunu sırayla tohumluk, alet-makine ve yakıt-yağ enerjileri izlemiştir. Yakıt tüketimi ve makine kullanım enerji değerleri gelişmiş ülkelere göre düşük düzeyde iken, gübre ve tohumluk enerjilerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Ekinci ve ark. (2005), Isparta ili elma üretiminde enerji kullanım etkinliğini belirlemek için anket yöntemi ile yaptıkları çalışmada, toplam enerji girdisini 42 252.8 MJ/ha olarak belirlerken, toplam enerji çıktısını ise 69 073.2 MJ/ha olarak saptamışlardır. Bu çalışmada enerji kullanım etkinliğinin 1.63, toplam enerji girdisinin % 16.45'inin yenilenebilir enerji kaynakları, % 83.55'inin yenilenemez enerji kaynakları olduğu belirtilmiştir.

Kosutic ve ark. (2005), mısır, kışlık buğday ve soya bitkisinde geleneksel toprak işleme, azaltılmış toprak işleme ve anıza doğrudan ekim yöntemlerini sadece toprak işleme ve

ekimdeki enerji gereksinimlerini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada, yakıt–yağ enerji gereksinimlerini sırasıyla 1813.10, 1133.14 ve 270.13 MJ/ha olarak belirlemişlerdir.

Tokat ilinde şeftali üretiminde girdilerin enerji eşdeğerlerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, şeftali üretiminde enerji eşdeğeri en yüksek oranın (% 44.44) gübre girdisine ait olduğunu, bu oranı % 23.49 ile elektrik, % 20.92 ile yakıt girdisinin izlediğini belirtmişlerdir. Şeftali üretiminde enerji girdi/çıkıtı oranı 0.93 olarak hesaplanmış ve bu oranın düşük olmasının, şeftali üretiminde girdilerin etkin bir şekilde kullanılmadığını ve bu durumun birtakım çevresel sorunları beraberinde getirdiğini açıklamışlardır (Göktolga ve ark.,2006).

Ören ve Öztürk, (2006) yaptıkları araştırmalarında buğday ve pamuk üretimi için enerji kullanımının hesaplanmasında, insan işgücü, makine, elektrik, dizel yakıt, yağ, gübre ve tohum üretiminde kullanılan eşdeğer enerji girdileri olarak dikkate almışlardır. Enerji girdisi olarak buğdayda 39 538 MJ/ha, çıkıtı/girdi oranı 2.21, özgül enerji 7.18 MJ/kg, enerji verimliliği (üretkenliği) 0.14 kg/MJ olarak belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda yanlış zamanda uygulanan uygun olmayan üretim teknikleri ve irrasyonel girdi kullanımı, enerji kullanımında verimsizliklerin başlıca nedenlerini teşkil ettiği belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre azaltılmış toprak işleme yöntemleri, özellikle mekanik enerjide, önemli ölçüde tasarruf elde etmek için önerilmiştir.

Öztürk ve ark. (2006), ikinci ürün mısır üretiminde dört farklı toprak işleme yöntemleri için enerji girdi–çıkıtı değerlerini belirlemişlerdir. Uygulamalar; anızlı ve anızsız minimum toprak işleme ile yine anız üzerinde ve anızsız geleneksel toprak işleme uygulamaları olarak seçilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, anızsız toprak yüzeyinde minimum toprak işleme (MTİanızsız) uygulamasıyla, anızlı toprak yüzeyinde yapılan geleneksel toprak işleme (GTİanız) uygulamalarına kıyasla % 53.7 oranında daha az makine ve yakıt enerjisi tüketildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, mısır üretiminde GTİanız uygulamasında hesaplanan toplam enerji tüketim değerinin 20 608 MJ/ha, MTİanızsız uygulamasıyla ise toplam enerji tüketimi değerinin 19102 MJ/ha olduğu belirlenmiştir. Ürün verimi dikkate alınarak yapılan enerji çıkıtı/girdi oranı

değerlendirmelerine göre; GTİanız ve MTİanızsız uygulamaları için sırasıyla 6.6 ve 7.6 değerleri elde edilmiştir. Araştırmanın diğer bir sonucuna göre, farklı toprak işleme uygulamalarının bitki sıklığını istatistiki anlamda etkilemediği, buna karşın ürün veriminin uygulama farklılığından istatistiki olarak etkilendiği bildirilmiştir.

Khater ve ark. (2008), farklı toprak koşullarında; toprak işleme ve sulama uygulamalarının enerji tüketimine etkilerinin ortaya konulması amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada arpa üretiminde yararlanılan mekanizasyon düzeyinin toplam enerji tüketimi değerleri hesaplanmıştır. Arpa üretimi için seçilen beş farklı tarımsal mekanizasyon uygulaması için enerji tüketimini belirlemişlerdir. 6 farklı tarımsal mekanizasyon uygulamaları için enerji tüketimi değerlerinin, toplam makine enerjisi kriteri dikkate alındığında; 509.61 MJ/ha ile 1213.09 MJ/ha değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; en düşük toplam makine enerjisi tüketimi değerinin, 509.61 MJ/ha ile toprak işlemez, mekanik ekim ve mekanik hasat uygulamasına ait olduğu belirlenmiştir. En yüksek toplam makine enerjisi tüketimi değerinin ise; 1213.09 MJ/ha ile çizelle toprak işleme (iki kez), tesviye, mekanik ekim ve mekanik hasattan oluşan uygulama kombinasyonuna ait olduğu saptanmıştır.

Mohammadi ve ark. (2008), yaptıkları anket çalışmasında patates üretiminde toplam enerji tüketimi 81 624.96 MJ/ha olarak bulunmuştur. Bu değer yaklaşık % 40'ının gübre kullanımı, % 20'sinin yakıt tüketimi ve mekanizasyon uygulamalarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Patates üretiminde kullanılan toplam enerji girdilerinin yaklaşık % 82'si dolaylı (tohum, gübre, kimyasallar, yakıt) enerji ve % 18'inin doğrudan (insan gücü, yakıt) enerji kullanımıyla ilişkili olduğu saptanmıştır. İncelenen işletmelerde patates verimi, ortalama 28 453.61 kg/ha bulunmuştur. Net enerji ve enerji üretkenliği değerleri sırasıyla, 20 808.03 MJ/ha ve 0.35, ayrıca enerji girdi/çıkıtı oranı da 1.25 olarak hesaplanmıştır. Patates üretiminde girdi miktarındaki artışla, verim arasında doğrusal bir ilişki bulunmadığı belirlenmiştir. Maliyet analizi sonuçlarına göre, birim patates üretim maliyetinin 3267.17 \$/ha, gelir/gider oranının ise 1.88 olduğu belirlenmiştir.

İran'da kolza ve ayçiçeği üretimi için tüketilen enerji miktarları karşılaştırılmıştır. Anket yoluyla elde edilen verilerden hesaplamalar sonucunda, enerji oranı, enerji verimi (üretkenliği) ve özgül enerji değerleri kolza üretimi için; 2.9; 0.12 kg/MJ ve 8.27 MJ/kg, ayçiçeği üretimi için 2.17; 0.079 kg/MJ ve 12.52 MJ/kg olarak belirlemişlerdir (Davoodi ve Houshyar, 2009).

Tabatabaeefar ve ark. (2009), buğday üretiminde enerji tüketiminin belirlenmesi amacıyla beş farklı toprak işleme-ekim yöntemlerini (geleneksel toprak işleme, üç farklı koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekim) karşılaştırmışlardır. Yapılan araştırmada en yüksek enerji tüketimini 11.78 MJ/kg ile geleneksel toprak işleme yönteminden elde ederken, en düşük ise 8.81 MJ/kg ile doğrudan ekim yönteminden elde etmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2010), Antalya İli Elmalı ilçesine bağlı toplam 9 köyden 63 elma üreticisinden anket yöntemi ile elma üretiminde girdi kullanım miktarlarının belirleyerek enerji kullanım etkinliğini hesaplamışlardır. Değerlendirme sonuçlarına göre, toplam enerji girdisi 47 666 MJ/ha, toplam enerji çıktısı 107 650 MJ/ha ve enerji kullanım etkinliği ise 2.26 olarak hesaplanmıştır. Enerji girdilerinde en yüksek payı % 37.71 ile kimyasal gübreler alırken, bunu % 30.82 ile kimyasal ilaç tüketimi izlemiştir. Toplam enerji girdisinin % 84.83'ünü yenilenemez enerji oluştururken, % 13.65'ini yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmuştur.

Marakoğlu ve ark. (2010), tarafından yapılan nohut üretiminde farklı toprak işleme yöntemlerinin enerji bilançosu çalışmasında geleneksel, azaltılmış toprak işleme, ekim öncesi yabancı ot kontrollü ve kontrolsüz doğrudan ekim uygulamaları araştırılmıştır. Nohut üretiminde, toplam enerji girdileri içerisinde kullanım oranı en yüksek olanın gübre enerjisi olduğu, bunu sırasıyla tohum, yakıt-yağ ve makina enerjisinin izlediği belirtilmiştir.

Anonim (2011)'in, bildirildiğine göre buğday tarımında üç farklı toprak işleme-ekim uygulaması yakıt tüketimi ve enerji kullanımı açısından değerlendirildiğinde, en yüksek yakıt tüketimi geleneksel uygulamada, en düşük yakıt tüketimi ise anıza doğrudan ekim

uygulamasında ortaya çıkmıştır. Geleneksel uygulamada birim alandan (ha) ortalama 63.2 Litre yakıt tüketimi olurken, azaltılmış toprak işlemede 22.8 litreye ve doğrudan ekimde ise 10.0 litreye kadar düşmektedir. Buğday verim değerlerinde doğrudan ekim 2936 kg/ha ile ilk sırada yer almış, bunu azaltılmış toprak işleme (2789 kg/ha) ve geleneksel uygulama (2373 kg/ha) takip etmiştir. Toplam enerji girdilerinde en yüksek değer geleneksel uygulamadan, en düşük ise doğrudan ekim yönteminden elde edilmiştir. Toplam enerji çıktılarındaki ise birim Alana 41721 MJ ile doğrudan ekim yöntemi ilk sırayı almış, bunu sırasıyla azaltılmış toprak işleme (39633 MJ/ha) ve geleneksel yöntem (33721 MJ/ha) takip etmiştir. Enerji oranı değerlerinde doğrudan ekim yöntemi 3.30 oranıyla en yüksek, bunu 2.93 ile azaltılmış toprak işleme ve 2.39 ile geleneksel yöntem takip etmiştir.

Eren (2011), kuru biyokütle üretimi amacıyla, tatlı sorgum üretiminde kullanılan enerji girdi-çıktılarını ve çevresel gaz emisyonlarını belirleyerek, üretimin enerji etkinliğini ve çevresel etkilerini belirlemiştir. Araştırma sonucunda tatlı sorgum üretimindeki enerji girdi-çıktılarına bağlı olarak, yapılan üretimin enerji etkinliğini, enerji oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği ve net enerji üretimi değerlerine bağlı olarak belirlemiştir. Tatlı sorgum üretiminde, 9135 kg/ha kuru biyokütle verimi için, enerji verimliliği 11.38, özgül enerji 1.63 MJ/kg, enerji üretkenliği 0.61 kg/MJ ve net enerji üretimi 154 391 MJ/ha olarak hesaplamıştır.

Arıkan (2011), Adana ilinde kışlık kolza üretiminde birim alana (ha) gübre enerji girdisinin (2929.1 MJ), diğer girdilerin oranına kıyasla üretimde kullanılan toplam enerji girdisine oranının (% 38.2) en yüksek düzeyde olduğunu belirlemiştir. Araştırmada birim alan (ha) için toplam 2734.2 MJ yakıt enerjisi tüketilmiş ve bu yakıt enerji girdisinin toplam enerji girdisine oranı, % 35.7 olarak belirlenmiştir. Toplam enerji çıktısı; sadece tohum verimi dikkate alındığında 68332.1 MJ/ha, tohum ve bitki gövdesi (20112.9 MJ/ha) dikkate alındığında ise toplam 88445 MJ/ha olarak hesaplanmıştır. Tohum verimi için (2578.6 kg/ha), enerji çıktı/girdi oranı 8.92, özgül enerji 2.97 MJ/kg, enerji üretkenliği (verimi) 0.34 kg/MJ ve net enerji üretim 60669.7 MJ/ha olarak belirlenmiştir.

Banaeian ve ark. (2011), serada çilek üretiminde enerji kullanım etkinliğini ve ekonomik analizini yapmak amacıyla İran'da 25 farklı sera işletmesinden anket yöntemiyle bir çalışma yürütmüşlerdir. Sonuçta çilek üretiminde ortalama toplam enerji tüketiminin 121 891 MJ/ha olduğunu, bu enerji miktarının yaklaşık olarak % 78'i yakıt, % 10'u gübre ve % 4.5'nin elektrik enerjisi oluşturduğunu saptamışlardır. Çilek üretiminde; enerji oranı, özgül enerji, net enerji ve enerji maliyeti değerleri sırasıyla 0.15, 12.55 MJ/kg, -683488.37 MJ/ha ve 8.18 MJ/\$ olarak belirlemişlerdir. Enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılabilmesi için Cobb–Douglas üretim fonksiyonuna dayalı bir model oluşturulmuştur. Ekonometrik hesaplamalar sonucu, ulaştırma masraflarının (-0.75) toplam girdi maliyetlerini en çok etkileyen bileşen olduğu, bunu takiben iş gücü (0.31), gübre (0.18) ve üretim ekipmanları kurulununun (0.22) geldiği belirlenmiştir. Kâr–maliyet oranı ve net kâr sırasıyla 1.74 ve 151 907 \$/ha olarak hesaplamışlardır.

Safa ve ark. (2011), Yeni Zelanda'nın Canterbury bölgesinde, buğday üretiminde enerji tüketimini incelemişlerdir. Araştırmalarını, sulu ve kuru tarım koşullarında buğday üretimi yapılan 35000 hektar alanda yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda birim alanda (ha) buğday üretiminde toplam enerji gereksinimini 25600 MJ olarak hesaplamışlardır. Enerji girdileri içerisinde, gübre ve elektrik enerjisinin sırasıyla 10654 MJ/ha (% 47) ve 4870 MJ/ha (% 22) değerleriyle en çok kullanılan enerji girdileri olduklarını belirtmişlerdir. Sulu ve kuru tarım koşullarında buğday üretimi için enerji gereksiniminin sırasıyla 25600 MJ/ha ve 17458 MJ/ha olduğu belirlenmiştir. Her iki üretim yönteminde de başlıca enerji kaynağının gübre olduğu, sulu tarım koşullarında 10188 MJ/ha, kuru tarımda ise 11429 MJ/ha civarında tüketildiğini saptamışlardır. Sulu tarım koşullarındaki işlemler sonucu harcanan enerji miktarının, kuru tarım koşullarına göre 3 kat daha fazla olduğu hesaplanmıştır. Sulu tarımda yaklaşık 7762 MJ/ha (% 71) değerinde sulama işlemlerinin, kuru tarımda ise 1451 MJ/ha (% 46) değerinde toprak işleminin başlıca enerji tüketimini oluşturdukları vurgulanmıştır. Ortalama olarak sulu ve kuru buğday üretiminde çıktı/girdi oranlarını sırasıyla 11.5 ve 15.1 olarak bulmuşlardır.

Erzurum yöresinde sulu ve kuru tarım koşullarında, buğday üretiminde geleneksel toprak işleme–ekim sistemine alternatif olabilecek, farklı toprak işleme–ekim sistemleri enerji kullanım etkinliği yönünden karşılaştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada, yöntemler arasında enerji çıktı/girdi oranları, özgül enerji, enerji üretkenliği ve net enerji üretimi açısından sulu tarım koşullarında en iyi sonuç geleneksel toprak işleme–ekim yönteminden elde edilmiştir. Kuru tarım koşullarında ise enerji çıktı/girdi oranları, özgül enerji, enerji üretkenliği yönünden en iyi sonuç anıza doğrudan ekim yönteminden elde edilmiştir (Gözübüyük ve ark., 2012).

Karaağaç ve ark. (2012), Çukurova Bölgesi'nde buğday üretiminde düze ekim ve sırta ekim yöntemlerinin enerji bilançoları belirlemek için yapmış oldukları çalışmada, 1 kg buğdayın üretilmesi için gerekli olan özgül enerji değeri düze ekim yönteminde 2.08 MJ/kg, sırta ekim yönteminde 2.61 MJ/kg, enerji çıktı/girdi oranı düze ekimde 6.63, sırta ekimde 5.29 olarak elde edilmiştir. Buğday üretiminde toplam enerji girdileri içerisinde kullanım oranı en yüksek olanın gübre enerjisi olduğu bulunmuştur.

Şehri (2012), Adana yöresi pamuk üretiminde enerji ve maliyet analizlerini yaparak, üretimdeki girdilerin birim üretim alanı başına düşen enerji karşılıklarını, elde edilen ürünün enerji verimi ve toplam maliyet ve kazanç değerlerini hesaplamıştır. Araştırma 60 farklı pamuk üretimi yapan işletmeden, arazi büyüklüklerine göre (0.1–5) ha, (5.1–10) ha ve (10.1+) ha şeklinde üç gruptan anket yöntemiyle elde etmiştir. Araştırma'da Pamuk üretiminde doğrudan ve dolaylı enerji kullanım miktarları ve toplam enerji tüketimindeki payları belirlemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, pamuk üretiminde toplam enerji tüketimi sırasıyla farklı büyüklükteki işletme grubu için 35 882 MJ/ha, 33 950 MJ/ ha ve 34 889.13 MJ/ha olarak hesaplanmıştır. Enerji tüketiminin en fazla olduğu girdinin işletme grupları için sırasıyla 14 462 MJ/ha, 12 805 MJ/ha ve 13 905 MJ/ha değerleri ile gübrelemeye ait olduğu belirlenmiştir. Enerji tüketim değeri olarak ikinci sırada mekanizasyon, üçüncü sırada yakıt–yağ enerjisi olduğu hesaplanmıştır. Maliyet (gider) analizi sonucu; en yüksek kâr değerinin 10.1 ha işletmelerde 1141.2 TL ha⁻¹ olarak gerçekleştiği hesaplanmıştır. Tüm işletme gruplarında ortalama üretim kârının 2011 üretim yılı verilerine göre, 1030.4 TL/ha olduğu belirlemiştir.

Geleneksel toprak işleme–ekim yöntemi, koruyucu toprak işlemeye ve doğrudan ekim yöntemine göre makina yatırımı, bakım–onarım ve işgücü bakımından daha yüksek girdilere ihtiyaç duymaktadır. Yapılan araştırmalar koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekimin enerji verimliliğini % 25–100 arttırdığı, enerji ihtiyacını da % 15–50 azalttığını ortaya koymuştur (Anonim, 2012b).

Kumar ve ark. (2013), Hint–Ganj ovalarında sulu şartlarda buğday üretiminde, beş farklı toprak işleme–ekim uygulamalarında bazı işletme parametreleri, verim ve enerji etkinliğini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda sırta ekim en yüksek yakıt tüketimini (51.37 l/ha) vermiş, en düşük ise anıza doğrudan ekim yönteminin uygulandığı parsellerde (5.82 l/ha) elde etmişlerdir. Benzer sıralama tarla iş başarılarında da tespit edilmiştir. Ayrıca anıza doğrudan ekim yöntemi, geleneksel toprak işleme ve ekim yöntemine göre, tarla iş başarısını % 81 oranında artırdığını, özgül enerjiyi % 17 oranında azalttığını ve enerji kullanım etkinliğini % 13 oranında artırdığını bildirmişlerdir.

İran’ın Zencan ilinde silajlık mısır üretimi için enerji girdi–çıktı miktarını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, toplam enerji girdisinin 77 589 MJ/ha olduğunu ve bunun % 29.54’nü dizel yakıt enerjisi, % 38.31’ni ise elektrik enerjisi olduğunu belirlemişlerdir. Toplam enerji girdisinin yaklaşık % 69’nu direkt ve % 31’ni dolaylı enerji kaynakları oluşturmuştur. Mısır üretiminin ekonometrik model tahmini sonuçlarına göre insan emeğinin, makine, kimyevi gübre, çiftlik gübresi ve tohum enerjilerinin elastisite katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Amanloo ve Mobtaker, 2013)

Baran, ve Gökdoğan (2014), yağışa dayalı tarım koşullarında karpuz ve kavun yetiştiriciliğinde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi için Kırklareli ili Merkez ilçesi Ürünlü köyündeki bir işletmede 2011–2012 üretim sezonunda yapılan gözlem ve ölçüm yoluyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Yapılan bu çalışma ile girdiler içerisinde mekanizasyon enerjisinin rolünü belirlemeye çalışmışlardır. Yapılan değerlendirmede, karpuz yetiştiriciliğinde toplam enerji girdisi, ürün verimi, enerji çıktısı, enerji çıktı/girdi oranı, spesifik enerji, enerji verimliliği ve net enerji verimi sırasıyla 11219.66

MJ/ha, 28000 kg/ha, 53200 MJ/ ha, 4.74, 0.40 MJ/kg, 2.49 kg/MJ ve 41 980 MJ/ha olarak belirlemişlerdir. Kavun yetiştiriciliğinde ise toplam enerji girdisi, verim, enerji çıktısı, enerji çıktı/girdi oranı, spesifik enerji, enerji verimliliği ve net enerji verimi sırasıyla 11 644 MJ/ha, 18 250 kg/ha, 34 675 MJ/ ha, 2.97, 0.63 MJ/kg, 1.56 kg/MJ ve 23 030 MJ/ha olarak belirlemişlerdir. Karpuzun çıktı/girdi enerjisi kavununkine göre yaklaşık 1.6 kat daha fazla olduğunu, karpuz ve kavun yetiştiriciliğinde toplam enerji girdileri içerisinde en fazla enerji tüketimi sırasıyla gübre enerjisi, yakıt–yağ enerjisi ve insan işgücü enerjisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Baran ve ark. (2014), kanola üretiminde kullanılan enerji girdi ve çıktıları belirleyerek, üretimin enerji etkinliğinin saptanması için Kırklareli ilinde 2012–2013 üretim yılında bir anket çalışması yürütmüşlerdir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda kanola üretiminde enerji çıktı/girdi oranı 17.12, özgül enerji değeri 1.39 MJ/kg, net enerji üretimi 91 683 MJ/ha olarak belirlemişlerdir. Kanola üretiminde toplam enerji girdileri içerisinde kullanım oranı en yüksek olanın % 52.34 ile yakıt–yağ enerjisi olduğunu, bunu sırasıyla % 21.32 ile makina enerjisi, % 13.55 ile gübre enerjisi takip ettiğini belirtmişlerdir.

Erzurum yöresinde, 2004–2007 yıllarında fiğ, buğday ve ayçiçeği, münavebeleri esas alınarak yürütülen çalışmada, ayçiçeği üretiminin geleneksel toprak işleme–ekim yöntemi, azaltılmış toprak işleme–ekim ve doğrudan ekim yöntemleri enerji kullanım etkinliği yönünden karşılaştırılmıştır. Ayçiçeği üretiminde harcanan toplam enerji miktarı, kullanılan tarım alet/makinalarından kaynaklanan ve yoğun işgücü oluşturan geleneksel toprak işleme yöntemi yüksek, doğrudan ekim yöntemi ise en düşük enerji girdisini oluşturmuştur. Kimyasal gübre, tartışmasız en yüksek enerji girdi oranına sahip olmuş, bunu yakıt–yağ, makina imalat, tohum ve insan iş gücü enerji oranları takip etmiştir (Gözübüyük ve ark., 2015).

Bayhan (2016), Tekirdağ’da buğday+bezelye karışımı ve ikinci ürün ayçiçeği tarımında farklı toprak işleme–ekim ile doğrudan ekim yöntemlerinin enerji kullanım etkinliğini incelemiştir. Araştırmada, goble diskaro (DT), rototiller (ROT), goble diskaro+kombine tırmık (DT+K) ve doğrudan ekim (DIR) yöntemlerini kullanmıştır. Araştırma

sonuçlarına göre birim üretim alanından özgül enerji değeri DIR yönteminde 2.23 MJ, ROT yönteminde 2.51 MJ, DT+K yönteminde 2.64 MJ ve DT yönteminde ise 2.75 MJ olarak belirlemiştir. Enerji çıktı/girdi oranlarında ise en düşük DT yönteminde 9.57, en yüksek DIR yönteminde 11.82 olarak tespit etmiştir. İkinci ürün ayçiçeği üretiminde toplam enerji girdileri içerisinde en yüksek payı gübre enerjisi ile yakıt yağ enerjisinden oluştuğunu tespit etmiştir.

Koruyucu toprak işleme–ekim yöntemlerinin fazla bilgi gerektirmesi, ağır bünyeli ve drenajı iyi olmayan alanlarda uygulanmasının güç olması, daha çok kimyasalların kullanılması nedeniyle maliyetlerin artacağı, çevre kirliliği oluşturacağı ve verimin geleneksel toprak işlemeye göre düşük olacağı gibi endişeler nedeniyle kullanım alanları sınırlı kalmaktadır. Koruyucu toprak işleme–ekim yöntemlerinin uygulanmasıyla, zamanla toprakta organik madde miktarındaki artış ve toprak strüktüründe iyileştirme sağlayacağı, dolayısıyla toprak verimliliğini artıracığı, toprak işlemenin olmadığı tarım tekniğinde toprak işleme masraflarından yapılacak ekonomik kazancın, herbisit kullanımının getireceği ek maliyetten fazla olacağı belirtilmektedir. Bu yöntemlerin uygulanması ile ilk yıllarda verimde düşüşler olmakla birlikte, işletmenin yönetim biçimi ile çok yakından ilişkili olduğu ve toprak işlemez tarımı sınırlayan faktörlerin aşılabileceği belirtilmiştir (Anonim, 2012b). Ayrıca soğuk ve yarı kurak bölgelerde doğrudan ekim yönteminin, toprak özelliklerindeki iyileşmeyi sağlaması sebebiyle uygulanabilir ve tutarlı bir yönetim sistemi olduğunu göstermiştir (Arshad ve ark., 1999).

Doğrudan ekim yöntemi dünyada hızla yaygınlaşarak, 2008 yılı verilerine göre dünyada 105 milyon hektar alanda uygulanmaktadır. Güney ve Kuzey Amerika kıtası % 84.6'lık bir oranla doğrudan ekim yönteminin en fazla kullanıldığı bölgelerdir. Anıza doğrudan ekim yöntemini en yoğun şekilde uygulayan ülkelerin başında Arjantin, Paraguay, Brezilya ve Kanada gelmektedir. Avrupa'da doğrudan ekimin yaygınlığı Finlandiya Slovakya ve İspanya'da diğer ülkelere göre daha fazladır. Finlandiya ve Slovakya'da işlenen alanlarının % 9.1'de doğrudan ekim yöntemini kullanırken İspanya'da bu değer % 5.1 ve Yunanistan'da ise % 3.7 olarak belirlenmiştir (Derpsch ve Friedrich, 2009).

Yapılan bu araştırma sonuçlarından hareketle yöremizde yıllardır sürdürülen geleneksel toprak işleme–ekim yöntemleri yerine, toprağın fiziksel yapısını iyileştirebilecek diğer bir ifadeyle toprak verimliliğinin sürdürülebilmesi, zaman ve yakıttan tasarruf sağlayacak toprak işleme–ekim yöntemlerinin denenerek bunların uygulanabilirliğinin araştırılmasında büyük yararlar görülmektedir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme alanının genel özellikleri

Bu araştırma, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Pasinler Araştırma İstasyonunda yürütülen “Erzurum Yöresinde Yağışa Dayalı Tarım Koşullarında Nadası Kaldırmaya Yönelik Değişik Toprak İşleme–Ekim Yöntemlerinin Karşılaştırılması” konulu proje alanında 2014-2015 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Erzurum–Pasinler Ovası. 39°51’–0°10’ kuzey enlemleri ile 41°35’–42°10’ doğu boylamları arasında, Yukarı Aras Havzası içerisinde yer almaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi’ de yer alan Pasinler Ovası; batı, kuzey ve güneyden yüksek dağ sıraları ile çevrilmiş olup, doğudan Aras nehri vadisine açılır. Aşağı ve yukarı Pasinler olmak üzere iki büyük parçadan oluşan ova, sahip olduğu 35000 ha’lık alanla batıdan doğuya doğru uzanan tekne şeklinde bir çukurluktur. Uzunluğu 33 km, genişliği ise 7–10 km arasında değişen ve oldukça yüksek bir rakıma sahiptir. Pasinler Ovası batı, kuzey ve güneyden yer yer 3000 metreyi aşan dağ silsileleri ile çevrilmiştir (Anonim, 1971).

3.1.2. Deneme alanının iklim özellikleri

Pasinler ovasında tipik karasal iklim hüküm sürer. Yazı sıcak, kışı uzun ve sert geçer. Gece ile gündüz sıcaklık farkları fazladır. Pasinler Ovasının yıllık yağışı 404.53 mm’ dir. Çok yıllık ortalamalara göre en fazla yağış, 60.5 mm ile Mayıs ayında görülmektedir. En kurak ay, 13.1 mm. ile Ağustos ayıdır.

Yıllık ortalama sıcaklık 6.5 °C olup, en soğuk ay -9.9 °C ile Ocak, en sıcak ay 20.6 °C ile ağustos olarak saptanmıştır. Nispi nem yıllık ortalama olarak % 60.8 dir. Ağustos ayında % 46’ya düşen ortalama nispi nem Mart ve Aralık aylarında % 72’ye kadar çıkmaktadır.

Karla örtülü gün sayısı 80.4 ve yıllık ortalama buharlaşma miktarı ise 1059 mm'dir. Yörede ekim ayının son haftasında ilk don, nisan ayının ilk haftasında ise son don görülmektedir. Erzurum ve Pasinler'e ait bazı iklim veriler Çizelge 3.1 ve 3.2'de verilmiştir (Anonim, 2014). Deneme alanında rasat parkından ölçülen ve toprak işleme- ekimin yapıldığı 2013–2014 Eylül ayında düşen yağış miktarı Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Erzurum ili uzun yıllar ortalama iklim verileri (1954–2013)

İklim verileri	Aylar												Yıllık
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Ortalama yağış (mm)	43.0	31.1	20.8	19.8	23.1	31.8	53.4	68.8	46.6	25.5	16.5	21.6	402.0
Ortalama sıcaklık (°C)	7.9	0.6	-6.2	-9.4	-8.1	-2.3	5.4	10.6	14.9	19.3	19.3	14.5	5.5
Ort. max sıcaklık (°C)	15.3	6.7	-1.1	-4.0	-2.5	2.7	11.2	16.8	21.8	26.6	27.2	22.0	11.9
Ort. min sıcaklık (°C)	1.4	-4.2	-10.6	-14.3	-13.0	-7.0	0.1	4.1	7.1	11.0	10.8	6.0	-0.7
Ext. max sıcaklık (°C)	27.0	17.8	14.0	7.9	10.6	21.4	26.5	29.1	32.2	35.6	36.5	33.3	35.6
Ext. min sıcaklık (°C)	-14.1	-34.3	-37.2	-36.0	-37.0	-33.2	-22.4	-7.1	-5.6	-1.8	-1.1	-6.8	-37.2

Çizelge 3.2. Pasinler Ovasına ait çok yıllık bazı iklim değerleri (1975–2013)

Aylar	Ortalama yağış (mm)	Ortalama sıcaklık (°C)	Ortalama bağıl nem (%)
Ekim	42.50	9.16	61.61
Kasım	31.56	1.40	69.81
Aralık	23.38	-5.77	75.36
Ocak	22.45	-10.07	75.16
Şubat	35.64	-8.56	75.40
Mart	38.75	-1.75	73.32
Nisan	53.09	6.33	64.86
Mayıs	56.87	11.43	61.30
Haziran	45.64	15.54	57.87
Temmuz	22.95	19.42	52.55
Ağustos	13.46	19.72	49.31
Eylül	18.26	15.50	50.54
Toplam/ortalama	404.53	6.03	63.92

Çizelge 3.3 Toprak işleme- ekim zamanı düşen yağmur gün ve miktarları (mm)

Yıllar	Eylül ayı yağış gün ve miktarları									
	5	10	18	21	22	23	24	28	29	30
2013	1.5	1	3	6.5	4.5	2.5	1	0	0	0
2014	0	0	0	0	1.5	0	0	12	6	3

3.1.3. Deneme alanının toprak özellikleri

Çalışma alanında yaygın olan topraklar, aluviyal orijinli olup yeni sınıflama sistemine göre Entisoller ordosuna girmektedir. Bu topraklarda profil gelişmesi oldukça zayıf olup A–C horizonlarına sahiptir.

Topraklar organik maddece fakir, kireç bakımından zengindir. Bünye genellikle ağırdır, ancak birikme alanının akarsu taşıma bölgesine yakın alanlarda toprak bünyesi kaba yapılıdır. pH: 7.5–8.1 arasında, tuz oranı ise % 0.040–0.053 arasında değişmektedir. Fosfor ve organik maddece fakir, potasyum miktarı ise yüksektir (Anonim, 1971). Araştırmanın yürütüldüğü topraklar ovanın genelini temsil edecek karakterde olup killi–tın bünyeli, hafif bazik reaksiyonlu ve kireçlidir. Deneme alanı başlangıç toprak kimyasal özellikleri Çizelge 3.4’de, tane büyüklük dağılımı Çizelge 3.5’te, hacim ağırlığı ve nem değerleri Çizelge 3.6’da, penetrasyon direnci değerleri Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Deneme alanı topraklarının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	Saturasyon (%)	E.C Mhos Cm-1	pH	Kireç (%)	Organik Madde	Bitkiye Yarıyışlı	
						P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	K ₂ O (kg da ⁻¹)
0 – 40	32.13	1.52	7.24	0.29	0.94	7.61	96.00

Çizelge 3.5. Deneme alanı topraklarının tane büyüklük dağılımı (toprak tekstürü)

Toprak Tekstürü Dağılımı	Toprak Derinliği (cm)	
	0 – 40	
% Kum	51.47	
% Silt	22.75	
% Kil	25.78	
Bünye sınıfı	Kumlu killi tın	

Çizelge 3.6. Toprak hacim ağırlığı ve nem değerleri

Derinlik(cm)	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	Nem Değerleri (% Pw)
0 – 5	1.29	11.49
5 – 10	1.33	13.52

Çizelge 3.7. Penetrasyon direnci değerleri

Derinlik (cm)	Penetrasyon Direnci Değerleri (MPa)
0 – 10	2.750
10 – 20	4.330
20 – 30	5.000
30 – 40	5.000

3.1.4. Deneme bitkileri

Denemede buğday çeşidi olarak Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından tescil ettirilen kurağa dayanıklı 200 kg ha⁻¹ ekim normunda DOĞU-88 çeşidi ekilmiştir (Şekil 3.1). DOĞU-88: Başaklar beyaz, kılçıklı, tane kırmızı ve camsıdır. Erkenci bir çeşit olup, ikinci sınıf ekmeçlik kaliteye sahiptir, kıraç şartlar için tavsiye edilmektedir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan Doğu-88 buğday çeşidi

Denemede fiğ çeşidi olarak Macar Fiği Popülasyon çeşidi 120 kg ha⁻¹ ekim normunda ekilmiştir (Şekil 3.2). Doğu Anadolu ve Orta Anadolu koşullarında kışa en iyi dayanan baklagil yem bitkisidir. Özellikle kıraç alanlarda tavsiye edilmektedir.



Şekil 3.2. Denemede kullanılan Macar fiğı çeşidi

3.1.5. Araştırmada kullanılan tarım alet ve makinaları

Araştırmada kullanılan tarım alet–makinaların teknik özellikleri ve parsellerdeki çalışma görüntüleri Şekil 3.3–3.10’da verilmiştir.



Teknik özellikler

Markası	: MF
Tip	: 365S
Gücü	: 50 kW
Net ağırlığı	: 3396 kg

Şekil 3.3. Denemede kullanılan traktör



Şekil 3.4. Döner kulaklı pulluk

Teknik özellikleri

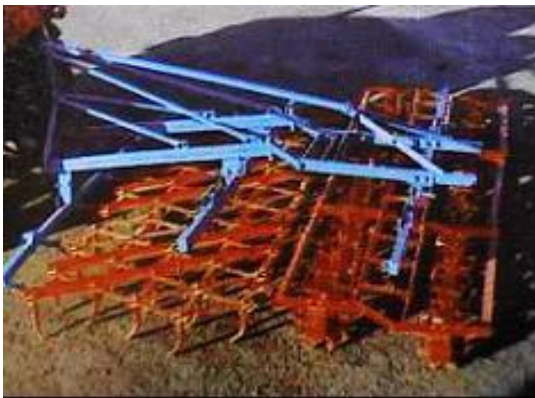
İş genişliği	: 700 mm
Ağırlığı	: 440 kg.



Şekil 3.5. Kültivatör

Teknik özellikleri

İş genişliği	:2100 mm
İş derinliği	:250 mm
İşleyici ayak sayısı	: 9
Ayak tipi	: Sabit
Uç demiri tipi	: Kazayağı
Ağırlığı	: 430 kg



Şekil 3.6. Kombikürüm

Teknik özellikleri

Tipi	:Dişli+döner tırmık
İş genişliği	:2200 mm
Ağırlığı	:440 kg



Şekil 3.7. Dikey toprak frezesi

Teknik özellikleri

İş genişliği	: 2000 mm
Rotor sayısı	: 8 Adet
Bıçak yüksekliği	: 160 mm
Toplam bıçak sayısı	: 16
Ağırlığı	: 510 kg



Şekil 3.8. Ekim makinası

Teknik özellikleri

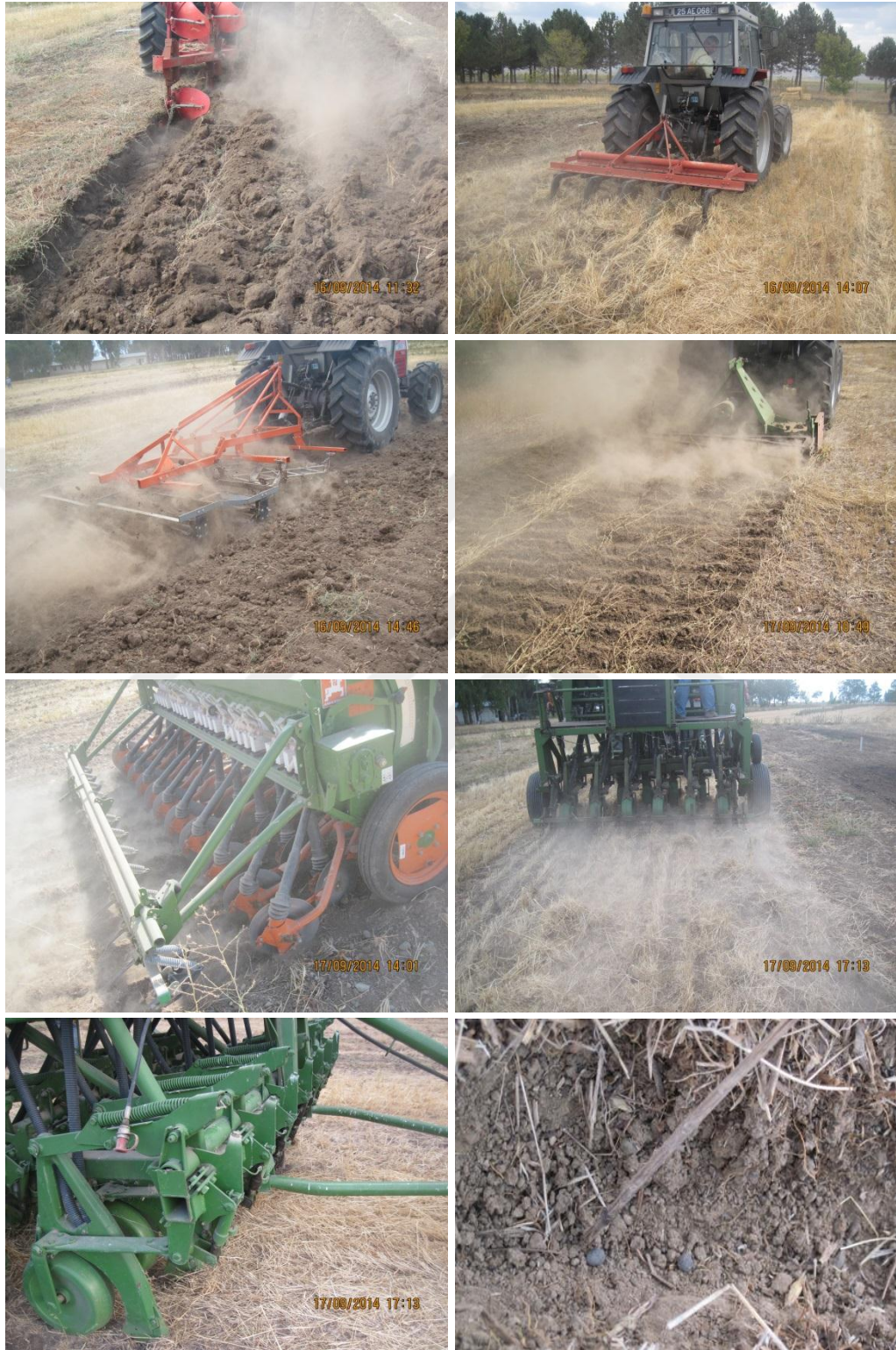
Ekici ayak tipi	: Diskli
İş genişliği	: 3000 mm
Ayak sayısı	: 21 Adet
Sıra arası mesafe	: 143 mm
Tohum deposu	: 400 L
Ağırlığı	: 372 kg



Şekil 3.9. Doğrudan ekim makinası

Teknik özellikleri

İş genişliği	: 2500 mm
Ayak sayısı	: 13 Adet
Ayak tipi	: Çapa
Sıra arası mesafe	: 192 mm
Tohum deposu	: 400 L
Ağırlığı	: 1400 kg
Tohum deposu kapasitesi	: 350 L
Gübre deposu kapasitesi	: 350 L



Şekil 3.10. Toprak işleme–ekim makinalarının tarla çalışma görüntüleri

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme yöntemleri

Deneme çakılı olarak şansa bağlı tam bloklar (Tasadüf Blokları) deneme planında bölünmüş parsellere göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Uygulanan münavebe yöntemlerinin çaprazı kurularak, buğday–fiğ ve buğday–nadas parsellerinden yıl bazında ölçüm değerleri alınmıştır. Efektif iş başarısı, insan–makina işgücü ihtiyacı ve yakıt tüketimi değerleri ile fiğ bitkisi ölçüm değerleri ana parsel bazında analizleri tesadüf blokları, penetrasyon ve ana ürün olan buğday bitkileri ölçüm değerleri ise şansa bağlı tam bloklar (Tasadüf Blokları) deneme planında bölünmüş parsellere göre istatistik analizleri yapılmıştır. Parsel boyu 12 m, genişlik ise ekim makinalarının genişlikleri dikkate alındığında 5 m olacak şekilde toplam 48 parselden oluşmuştur (Şekil 3.11). Ortalamalar arasındaki karşılaştırmalara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Deneme uygulamaları aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.8).

Ana Parseller	Geleneksel Toprak İşleme				Azaltılmış Toprak İşleme-1				Azaltılmış Toprak İşleme-2				Doğrudan Ekim			
Alt Parseller	Buğday Nadas		Buğday Fiğ		Buğday Nadas		Buğday Fiğ		Buğday Nadas		Buğday Fiğ		Buğday Nadas		Buğday Fiğ	
I.Blok	BN	NB	BF	FB	BN	NB	BF	FB	BN	NB	BF	FB	BN	NB	BF	FB
II.Blok	NB	NB	FB	BF	BN	BN	FB	FB	NB	BN	BF	FB	NB	BN	BF	FB
III.Blok	BN	BN	BF	FB	NB	NB	BF	BF	BN	NB	FB	BF	BN	NB	FB	BF

Şekil 3.11. Deneme planı

Çizelge 3.8. Araştırmada kullanılan toprak işleme ve ekim yöntemleri

TS1	Geleneksel toprak işleme	(kulaklı pulluk+kültivatör+kombikürüm+ekim makinası)
TS2	Azaltılmış toprak işleme-1	(kültivatör+kombikürüm+ekim makinası)
TS3	Azaltılmış toprak işleme-2	(dik rotovatör+ekim makinası)
TS4	Doğrudan ekim	(anıza doğrudan ekim makinası)

3.2.2. Toprak fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Toprak Tekstürü:

Araştırmada her parselden 0–40 cm toprak derinliğinden alınan bozulmuş toprak örneklerinden Bouyoucos hidrometre metodu ile belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986).

Hacim ağırlığı ve nem

Toprak hacim ağırlığı ve nem içeriğinin belirlenmesi için 100 cm³ hacmindeki örnek alma silindirleri (Şekil 3.12) ile toprak işlemeden önce mevcut durumunun belirlenmesi için, her parselden iki tekerrürlü olmak üzere 0–20, 20–40 cm toprak derinliğinden bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Alınan numuneler tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra etüvde 105 °C’de 24 saat süreyle kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Vepraskas ve Wagger, 1989). Yaş ve kuru ağırlıkları belirlenen örneklerin hacim ağırlığı, ve nem içeriği Eşitlik 3.1 ve 3.2 örneklerinde olduğu gibi hesaplanmıştır (Baver ve ark.,1972; Demiralay, 1993).



Şekil 3.12. Bozulmamış toprak numunelerinin alımı

$$HA = \frac{W_k}{V} \quad (3.1)$$

$$PW = \left(\frac{W_y - W_k}{W_k} \right) \times 100 \quad (3.2)$$

HA : Hacim Ağırlığı (g/ cm)

W_k : Örnek toprağın fırın kuru ağırlığı (g)

V : Örnek silindirin hacmi (100 cm³)

P_w : Toprağın kuru ağırlık esasına göre nem içeriği (%)

W_y : Örnek toprağının nemli ağırlığı (g)

Penetrasyon direnci

Düşey toprak direncini gösteren toprağın önemli bir fiziksel özelliğidir. Toprağın sıkışma derecesi arttıkça, penetrasyon direnci de artar (Horn ve ark.,1995; Whalley ve ark.,1995; McNabb ve ark., 2001). Penetrasyon direncinin belirlenmesinde koni uç açısı 60° olan ve ölçme hassasiyeti % 1 ve 5 cm lik bölünlere ayrılmıştır. 50 cm boyundaki uzatma milleri ile 100 cm derinliğe kadar ölçüm yapabilen Eijkelkamp marka el penetrometresi kullanılmıştır (Şekil 3.13). Analog göstergeli 0–1 kN arasında bölüntülü olan penetrometre ile toprak işleme öncesi ve sonrasında her parselden 3 tekerrürlü ve 3 cm s⁻¹ batma hızı esas alınarak farklı derinliklerden (0–10, 10–20, 20–30 30–40 cm) 3 tekrarlı ölçüm yapılmıştır. Daha sonra gerekli derinlikler için penetrasyon direnci değerleri, Eşitlik 3.3. örneğinde olduğu gibi MPa olarak hesaplanmıştır (Bradford, 1986).

$$\text{Penetrasyon direnci} = (\text{Man. okun. değer}) / (\text{Koni taban alanı (cm}^2\text{)}) \times 10 \quad (3.3)$$

Penetrasyon direnci: MPa

Okunan değer: kN



Şekil 3.13. Toprak penetrometresi

3.2.3. Toprak kimyasal özelliklerinin belirlenmesi

Araştırmada her parselden 0–20 cm toprak derinliğinden alınan bozulmuş toprak örneklerinden;

Elverişli fosfor;

Toprakların yararışlı fosfor miktarları “suda çözünebilir fosfor tayini” ile belirlenmiştir (Kacar, 1972).

Alınabilir Potasyum (K_2O);

Alınabilir potasyum miktarı Amonyum asetat (pH: 7.0) metodu kullanılarak fleym fotometrede ölçülerek saptanmıştır (Knudsen ve Pratt, 1982).

Toprak Reaksiyonu (pH);

Toprak reaksiyonunu belirlemek amacıyla hazırlanan saturasyon macununda pH metre ile ölçümler alınmıştır (McLean, 1982).

Elektriksel iletkenlik (EC);

Saturasyon macununun elektriksel geçirgenliği kondaktivite aleti ile ölçülerek saptanmıştır (Rhoades, 1982).

Organik Madde (%);

Toprağın organik madde içeriğini belirlemek amacıyla Richards (1954), tarafından açıklanan modifiye edilmiş Walkey–Black yöntemi kullanılmıştır (Nelson ve Sommers, 1982).

Kalsiyum Karbonat (%);

Scheibler Kalsimetresiyle belirlenmiştir (Nelson, 1982).

3.2.4. İşletme değerlerinin belirlenmesi

İşletme Değerleri

Zaman ölçüm metodu: 1/100 Cmin taksimatlı çift ibreli kronometre kullanılarak zaman ölçümleri yapılmıştır (Şekil 3.14). Çalışmada esas alınan her işlemde zaman dilimleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

1. Esas Zaman

2. Yardımcı Zaman

- a) Dönme zamanı
- b) Tedarik ve ikmal zamanı
- c) Boş gidiş zamanı
- d) Dinlenme zamanı

3. Hazırlık Zamanı

- a) Çiftlikte hazırlık zamanı
- b) Çalışma yerinde hazırlık zamanı

4. Yol Zamanı

5. Kayıp Zaman

- a) Kaçınılması imkânsız kayıp zaman
- b) Kaçınılması mümkün olan kayıp zaman



Şekil 3.14. Yakıt ölçüm seti, iş derinliği ölçümü ve zaman etüt tablası

Kronometre ile toplam zaman etütü ve iş safhaları eklemeli zaman yöntemiyle ölçülmüş ve ilgili kayıt formlarına işlenmiştir. Zaman etüdü analiz ve değerlendirmeleri ZET bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır (Özden, 1995).

Kullanılan alet ve makinalarla yapılan zaman etüdü denemelerinde kontrol değeri olarak; $CV \leq 0.33$ değeri esas alınmıştır.

Araştırmada örnek büyüklüğü (ÖB) Eşitlik 3.4. örneğinde olduğu gibi hesaplanmıştır. Ölçülen değerlerin, bu sınırlar arasında bulunan ortalamaları o iş elemanının standart zamanı olarak kabul edilmiştir (Bölükoğlu ve Girgin, 1984).

$$\text{ÖB} = (Z_{\alpha}/\varepsilon) \left(N \times \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2 \right)^{1/2} / \sum X_i \quad (3.4)$$

X_i : Ölçüm değerleri,

Z_{α} =Seçilen güvenlik düzeyine göre normal dağılım eklemeli frekans çizelgesinde bulunan değer,

ε = İki taraflı hata sınır değeri

Programda örnek büyüklüğünün hesaplanması sırasında, ortalamanın güvenlik düzeyi % 90,

($Z_{\alpha}=1.645$), iki taraflı hata sınır değeri ise % 10 alınmıştır.

Programda girilen zaman etüt değerleri kullanılarak iş başarısı ve yakıt tüketimi değerleri, 150 x 66.67 m boyutlarındaki (bir hektar) standart parselde göre Eşitlikler 3.5.– 3.8. örneklerinde olduğu gibi hesaplanarak, standart değerler belirlenmiştir. Bu paket programında uzunluklar metre, zaman ise Cmin (100 Cmin=60 Saniye) olarak girilmiştir.

Mülga Köy Hizmetleri Mekanizasyon Araştırmaları Grubu tarafından uzun yıllar devam ettirilen zaman etüdü çalışmalarında, işin gerçekleştirilmesinde gerekli yardımcı zamanlar için yapılan ölçüm değerleri incelenerek, dinlenme zamanı, tedarik ve ikmal zamanı, çiftlik hazırlık zamanı ve tarla hazırlık zamanı gibi zaman öğelerinin, esas

zamanın belirli bir yüzdesi olarak alınabileceği sonucuna varılmıştır. Bu inceleme sonucunda ZET programı hesaplamalarında (Özden, 1995);

Tedarik ve İkmal Zamanı = Toplam Esas Zaman x 0.1

Çiftlik Hazırlık Zamanı = Toplam Esas Zaman x 0.05

Tarla hazırlık Zamanı = Toplam Esas Zaman x 0.03

Dinlenme Zamanı = Toplam Esas Zaman x 0.1

eşitlikleri kullanılmıştır.

Efektif iş başarısı (ha h⁻¹):

$$EİB = (PE \times PB) / EİZ \quad (3.5)$$

EİB: Efektif İş Başarısı

EİZ: Efektif İş Zamanı

$$EİZ = NİZ + (KİKZ + TİZ + THZ) \quad (3.6)$$

NİZ: Net İş Zamanı

KİKZ: Kaçınılması İmkânsız Kayıp Zaman

TİZ: Tedarik İkmal Zamanı

THZ: Tarla Hazırlık Zamanı

Makina işgücü ihtiyacı (Makina-h/ ha):

$$Mİİ = \frac{1}{EİB} \quad (3.7)$$

İnsan işgücü ihtiyacı (Adam-h/ ha):

$$İİİ = \left(\frac{1}{TİB} \right) \times \text{Personel Sayısı} \quad (3.8)$$

3.2.5. Bitki gelişimlerinin belirlenmesi

Farklı toprak işleme–ekim yöntemlerinin tohumun çimlenme yeteneğine olan etkilerini belirlemek amacıyla, her parselden 1'er metrelik mesafelere kazıklar çakılarak işaretlenmiş ve aynı yerden üç tekerrürlü olarak üçer gün arayla çimlenen bitki sayımları yapılmıştır. Sayım ile elde edilen değerlerden hareketle; tarla filizi çıkışı (TFÇ), Tarla filizi çıkış derecesi (TFÇD) ve ortalama çıkış süresi (OÇS) Eşitlikler 3.9, 3.10 ve 3.11. örneğinde olduğu gibi hesaplanmıştır (Çarman 1994; Mohanty and Painuli 2004).

$$TFÇ = \frac{\text{Bitki sayısı(Adet)}}{\text{Birim alan (m}^2\text{)}} \quad (3.9)$$

$$TFÇD = \frac{\text{ÇBS}}{\text{EBS}} \times 100 \quad (3.10)$$

TFÇD: Tarla Filiz Çıkış Derecesi (%)

ÇBS: Çıkan Bitki Sayısı

EBS: Ekilen Bitki Sayısı

$$OÇS = \frac{(N1 \times D1) + (N2 \times D2) + \dots + (Nn \times Dn)}{N1 + N2 + \dots + Nn} \times 100 \quad (3.11)$$

OÇS: Ortalama Çimlenme Süresi, (gün)

N: İki sayım arasındaki çıkış yapan filiz sayısı,

D: Ekimden sonraki gün sayısı

Verim değerleri

Buğday için;

Her parselden 5 m² alandan alınan ürün temizlendikten sonra tartılarak, verim dane ve sap olmak üzere birim hektar başına kg olarak belirlenmiştir.

Fiğ için;

Her parselden 5 m² alandan alınan fiğler tartılmış ve hasat edilen fiğlerden alınan örnekler oda sıcaklığında 3–4 gün bekletildikten sonra etüvde 78 °C de 24 saat kurumaya bırakılmıştır (Çomaklı ve ark., 1996). Daha sonra örnekler tartılarak birim hektar başına kg olarak kuru ot ağırlığı belirlenmiştir.

Termal Zaman (°C–gün)

Bitkilerin ekimden hasat olgunluğuna gelinceye kadar ihtiyaç duyduğu sıcaklık olarak ifade edilen termal zaman, günlük maksimum ve minimum sıcaklıklar kullanılarak hesaplanmıştır (Campbell ve Norman, 1998). Hesaplamalarda bitki temel sıcaklık değeri olarak buğday için; 2.6 °C, fiğ için ise (tarla bezelyesi ile eşdeğer olarak kabul edilmiştir) 1.4 °C olarak alınmış ve Eşitlik 3.12. örneğinde olduğu gibi termal zaman hesaplanmıştır.

$$TZ = ((T_{max} + T_{min})/2) - T_b \quad (3.12)$$

TZ: Termal zaman (derece–gün) (°Cg)

T_{max}: maksimum günlük sıcaklık (°C)

T_{min}: minimum günlük sıcaklık (°C)

T_b: Biyolojik gelişim için temel sıcaklığı (°C)

3.2.6. Enerji girdilerinin belirlenmesi

Enerji kaynakları iki grupta incelenmiştir.

– Yenilenebilir enerji: Doğada bol miktar da 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 ve tarımsal ilaç 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;
- 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, buğday ve fiğ 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 doğrudan enerji girdisi olarak değerlendirilmiştir.

a) *İnsan işgücü enerjisi* : Denemede buğday ve fiğ üretimi sırasında insan işgücüne ilişkin doğrudan enerji tüketimi Eşitlik 3.13. örneğinde olduğu gibi belirlenmiştir. Birim insan işgücü için enerji eş değeri 2.3 MJ h^{-1} alınmıştır (Dinçer, 1980).

$$\text{İİE} = \text{İİ} \times \text{Bİİ} \quad (3.13)$$

İİE: İnsan İşgücü Enerjisi (MJ ha^{-1})

İİ: İnsan İşgücü (h ha^{-1})

Bİİ: Birim İnsan İşgücü enerji ejdeğeri (MJ h^{-1})

b) *Yakıt enerjisi*: Denemede kullanılan tarım/alet makinaları ile gerçekleştirilen buğday ve fiğ üretiminde, birim üretim alanı (ha) için üretim işlemleri sırasında traktör tarafından tüketilen yakıt miktarı ve tüketilen yakıt enerjisi miktarına

bağlı olarak Eşitlik 3.14. örneğinde olduğu gibi hesaplanmıştır. Bir litre diesel yakıtın enerji eş değeri: 35.69 MJ alınmıştır (Ejilah ve Asere, 2008).

$$YE = YT \times YED \quad (3.14)$$

YE: Yakıt Enerjisi (MJ ha⁻¹)

YT: Yakıt Tüketimi (L ha⁻¹)

YED: Yakıtın Enerji Değeri (MJ L⁻¹)

c) *Yağ enerjisi*: Denemede kullanılan motor yağı tüketimi nedeniyle gerçekleşen yağ enerjisi girdisi, üretim işlemleri sırasında kullanılan tarım traktörünün ve hasat işleminde kullanılan biçerdöverin birim alanda tükettiği diesel yakıtın %4.5'i olacak şekilde dikkate alınarak Eşitlik 3.15. örneğinde olduğu gibi hesaplanmıştır (Özcan, 1985; Alpkent, 1984). Bir litre diesel motor yağının enerji eş değeri: 6.51 MJ alınmıştır (Ejilah ve Asere, 2008).

$$MYE = (YT \times 0.045) \times MYED \quad (3.15)$$

MYE: Motor Yağ Enerjisi (MJ ha⁻¹)

YT: Yakıt tüketimi (L ha⁻¹)

MYED: Motor Yağı Enerji Değeri (MJ L⁻¹)

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 makinasının yakıt tüketimleri ve zaman etütleri belirlenmiş, analiz ve değerlendirmeleri ZET bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır (Özden, 1995).

a) *Traktör ve alet-makina imalat enerjisi (agregat enerjisi)* : Buğday ve fiğ üretiminde kullanılan alet ve makinaların üretim, onarım ve bakım işlemleri sırasında enerji tüketimi gerçekleşmektedir. Tarım alet/makinalarının üretiminde harcanan

enerjinin belirlenmesinde Eşitlik 3.16. örneğinde olduğu gibi hesaplanmıştır (Konak ve ark., 2004).

$$AG = \frac{G \times E}{T \times EİB} \quad (3.16)$$

AG: Agregat enerjisi (MJ ha⁻¹)

G: Traktör veya alet–makine ağırlığı (kg)

E:Traktör veya alet–makine birim üretimi için gerekli enerji miktarı (MJ kg⁻¹)

E değeri; traktör için 158.5 MJ kg⁻¹ ve alet–makinalar için 121.3 MJ kg⁻¹ olarak dikkate alınacaktır (Keener ve Roller, 1975).

T:Traktör veya alet–makinalarının kullanım ömrü (h) (ASAE,1995) (Çizelge 3.9)

EİB: Efektif İş Başarısı (ha h⁻¹)

Çizelge 3.9. Traktör/alet–makinaların kullanım ömürleri (ASAE, 1995)

Traktör/Alet–makina	Kullanım ömrü (h)
Traktör	12000
Pulluk	2000
Kültivatör	2000
Kombikrüm	2000
Dik Rotovatör	1500
Diskli ekim makinası	1500
Direkt ekim makinası	1200
Tarla pülverizatörü	1500
Parmaklı tip çayır biçme makinası	2000
Kendi yürür biçerdöver	3000

b) *Kimyasal gübre enerjisi:* Buğday ve fiğ üretiminde kullanılan kimyasal gübrelerin enerji karşılığı, gübre üretim işlemlerinde kullanılan maddelerin enerji eşdeğerleri kullanılarak bulunmuştur (Çizelge 3.10). Buna göre gübre enerjisi farklı dönemlerde hektara atılan kimyasal gübrenin miktarı ve enerji eş değerleri çarpılarak kimyasal gübre enerjisi girdisi belirlenmiştir (Shrestha, 2002).

Çizelge 3.10. Kimyasal gübre üretiminde enerji tüketimi (Shrestha, 2002)

Kimyasal gübre	Enerji eşdeğeri (MJ kg ⁻¹)
Azot (N)	66.14
Fosfor (P ₂ O ₅)	12.44
Potas (K)	11.15

c) *Tohumluk enerjisi:* Buğday ve fiğ üretimi için kullanılan tohumluk miktarları ile tüketilen tohumluğun enerji eşdeğeri (Çizelge 3.11) kullanılarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.11. Tohum üretiminde enerji tüketimi

Tohum	Enerji eşdeğeri (MJ kg ⁻¹)
Buğday danesi	16.70 (Özcan, 1985; Alpkent, 1984)
Buğday samanı	17.17 (Özcan, 1985; Alpkent, 1984)
Fiğ	14.47 (Haşimoğlu ve Aksoy, 1977)

d) *Tarımsal ilaç enerjisi:* Buğday ve fiğ üretiminde yabancı otların mücadelesinde kimyasal ilaçlar kullanılmıştır. Kullanılan yabancı ot ilaçlarının enerji eşdeğeri, (Çizelge 3.12) ile buğday ve fiğ üretiminde kullanılan tarımsal ilaç miktarı çarğılararak tarımsal ilaç enerjisi girdisi hesaplanmıştır.

Çizelge 3.12. Tarımsal ilaç üretiminde enerji tüketimi

Tarımsal ilaç	Enerji eşdeğeri (MJ kg ⁻¹)
Tarım ilaçları için	101.2 (Keener ve Roller, 1975).

Toplam enerji girdisi

Denemede buğday ve fiğ üretiminde toplam enerjisi girdisi olarak, doğrudan–dolaylı ve yenilenbilir–yenilenemez enerji girdilerinin toplamı ayrı ayrı dikkate alınmış ve Eşitlik 3.17. ve 3.18. örneğinde olduğu gibi hesaplanmıştır.

$$TEG_1 = EG_1 + EG_2 \quad (3.17)$$

TEG₁: Toplam (doğrudan–dolaylı) Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹)

EG₁: Doğrudan Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹)

EG₂: Dolaylı Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹)

$$TEG_2 = YG_1 + YG_2 \quad (3.18)$$

TEG₂:Toplam (yenilenbilir–yenilenemez) Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹)

YG₁: Yenilenebilir Enerji Girdisi MJ ha⁻¹)

YG₂: Yenilenemez Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹)

3.2.7. Toplam enerji çıktıları

Buğday ve fiğ üretimi sonucunda kazanılan başlıca çıktılar, ana ürün olarak buğday tanesi ve kuru yem olarak fiğ, yan ürün olarak da buğday samanıdır. Buğday ve fiğ üretimi sonucunda elde edilen ana ürün ve yan ürünün 1 kg'nın elde edilmesine karşılık gelen ve aşağıda verilen eşdeğer enerji verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

- Buğday tanesi için 16.7 MJ kg⁻¹ ve buğday sapı için 17.17 MJ kg⁻¹ (Özcan, 1985; Alpkent, 1984).
- Fiğ bitkisi ot olarak bakla otu (viciafabia) gurubuna girmektedir. Otun enerji eşdeğeri için sığırlarda ve koyunlarda sindirilebilir kuru ot enerji değerlerinin ortalaması alınacaktır. Bu da ortalama 2711.5 kcal kg⁻¹ veya 11.34 MJ kg⁻¹, dır (Haşimoğlu ve Aksoy, 1977) .

3.2.8. Enerji etkinliği analizleri

Buğday ve fiğ üretiminde enerji etkinliğinin belirlenmesi için enerji girdi ve çıktılarına bağlı olarak, yapılan üretimin 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 3.19. örneğinde olduğu gibi tanımlanır. Enerji oranı değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

$$\text{Ç/G} = \frac{\text{TEC}}{\text{TEG}} \quad (3.19)$$

Ç/G: Çıktı–girdi oranı

TEC: 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 3.20. 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.

$$\text{ÖE} = \frac{\text{TEG}}{\text{TÜM}} \quad (3.20)$$

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 3.21. 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.

$$\text{EÜ} = \frac{\text{TÜM}}{\text{TEG}} \quad (3.21)$$

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 aynılan için harcanan toplam eşdeğer enerji girdisi arasındaki fark olarak Eşitlik 3.22. örneğinde olduğu gibi tanımlanır. Net enerji verimi değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir.

$$NEV = TEÇ - TEG \quad (3.22)$$

NEV: Net Enerji Verimi (MJ ha⁻¹)

TEÇ: Toplam Enerji Çıktısı (MJ ha⁻¹)

TEG: Toplam Enerji Girdisi (MJ ha⁻¹)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneme çakılı olarak şansa bağlı tam bloklar deneme planında bölünmüş parseller desenine göre kurulmuştur. Toprak işleme yöntemlerinin ana parselleri, münavebenin de alt parselleri oluşturduğu bu çalışmada buğday parselleri yukarıda belirtilen deneme planına göre varyans analizine (ANOVA, Analysis Of Variance) tabii tutularak karşılaştırılmıştır. Varyans analizinde, yöntemlerin incelenen parametrelere olan etkileri % 1 veya % 5 önem düzeylerine göre araştırılmış olup, farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı ise çoklu karşılaştırma testleri yardımı ile %5 önem düzeyi esas alınarak yapılmıştır.

4.1. Toprak Penetrasyon Direnci Değerleri

Bitki kök gelişimi için düşük olması arzu edilen ve toprağın düşey yönde gösterdiği direnç olarak ifade edilen penetrasyon direncinin belirlenmesi için, toprak işlemeden önce ve sonra her parselden 40 cm'ye kadar; 10'ar cm aralıklarla 3 tekrarlı ölçümler yapılmıştır. Toprak işlemeden önceki penetrasyon direnci değerleri bitki bazında ve her iki yıl içinde ayrı ayrı verilmiştir (Çizelge 4.1). Deneme alanı toprak işleme öncesi başlangıç penetrasyon direnci değerleri, uygulanan farklı toprak işleme yöntemlerinin etkisiyle, uygulamalar arasındaki fark ilerleyen yıllarda daha belirginleşmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme alanı topraklarının toprak işleme öncesi penetrasyon direnci değerleri

Uygulamalar	Penetrasyon direnci değerleri (MPa)							
	Toprak tabakaları (cm)							
	0-10		10-20		20-30		30-40	
1.yıl	Buğday	Fiğ	Buğday	Fiğ	Buğday	Fiğ	Buğday	Fiğ
TS1	1.517	1.431	2.825	2.617	4.192	4.717	4.950	5.000
TS2	2.268	2.525	3.726	3.875	5.000	4.983	5.000	5.000
TS3	2.184	2.495	4.317	4.358	5.000	4.875	5.000	5.000
TS4	2.617	2.383	4.059	3.842	5.000	4.750	5.000	5.000
2. yıl								
TS1	1.492	1.492	2.938	2.148	4.063	4.333	4.992	5.000
TS2	2.159	2.158	3.750	3.730	4.834	5.000	5.000	5.000
TS3	2.331	2.233	4.096	4.158	4.813	4.650	5.000	5.000
TS4	2.563	2.408	3.883	3.958	5.000	4.667	5.000	5.000
Başlangıç	2.750		4.330		5.000		5.000	

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Buğday ve fiğ bitkisinde her iki yılın toprak penetrasyon direnç değerlerinin toplu analiz sonuçlarına göre; her iki bitkide de toprak işleme uygulamaları arasında (ana uygulamalar) istatistiksel olarak farkın, tüm tabakalarda $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2 ve 4.3). Buğday ve fiğ bitkisinin ortalamalarının karşılaştırılmasında tüm tabakalarda anıza doğrudan ekim yöntemi en yüksek, diğer toprak işleme yöntemlerinde ise benzer penetrasyon direnç değerleri elde edilmiştir (Şekil 4.1 ve 4.2). Penetrasyon direnci değerlerinin yıllar arasında etkisi her iki bitkide de 0–10 cm tabakasında $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Buğday bitkisinde diğer tabakalarda, münavebe uygulamaları arasındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir. Her iki bitkide genelde tüm toprak tabakalarda ikinci yılın penetrasyon direnci değerlerinin birinci yılın değerlerine göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buğday bitkisinde münavebeler arasında istatistiki anlamda fark olmamasına rağmen buğday–nadas değerlerinin buğday–fiğ'e göre daha düşük olduğu, bununda nadasın olduğu alanların iki yılda bir işlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Buğday parsellerinde toprak penetrasyon direnci değerlerinin varyans analizi ve ortalama karşılaştırma sonuçları

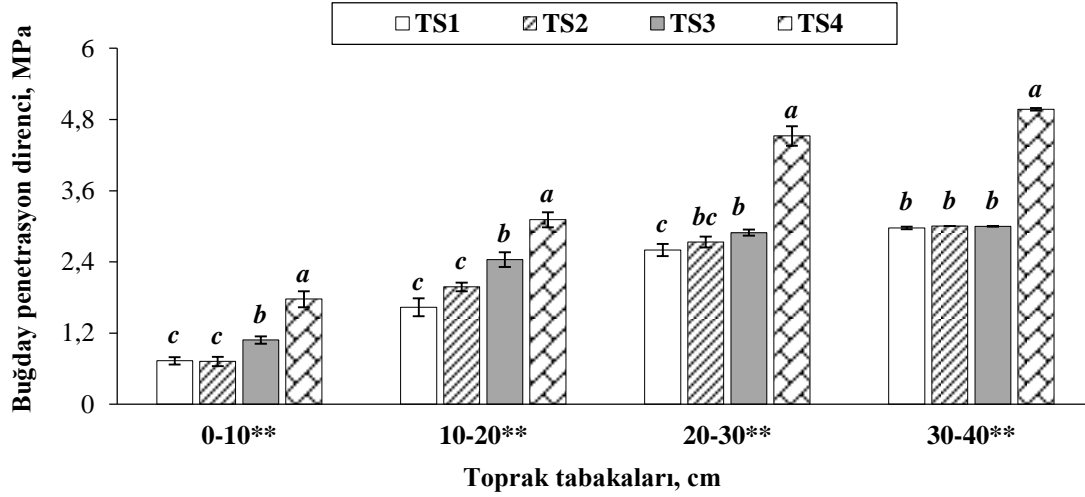
Varyasyon Kaynakları	Varyans Analizi P Değerleri			
	Toprak tabakaları (cm)			
	0–10	10–20	20–30	30–40
Yıl (Y)	0.004**	0.199	0.247	0.276
Toprak işleme (Tİ)	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
Münavebe (M)	0.892	0.839	0.521	0.647
(Tİ)*(M)	0.034*	0.283	0.890	0.511
Ortalamaların karşılaştırılması				
Münavebe ve yıllar	Penetrasyon direnci değerleri (MPa)			
Buğday–Fiğ	1.080	2.302	3.230	3.490
Buğday–Nadas	1.073	2.276	3.145	3.482
1	0.945 <i>b</i> ¹	2.213	3.230	3.494
2	1.208 <i>a</i>	2.366	3.144	3.478
P (%)	5			

** $P<0.01$ düzeyinde önemli; ¹Her bir derinlik için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir

Çizelge 4.3. Fiğ parsellerinde toprak penetrasyon direnci değerlerinin varyans analiz ile ortalama karşılaştırma sonuçları

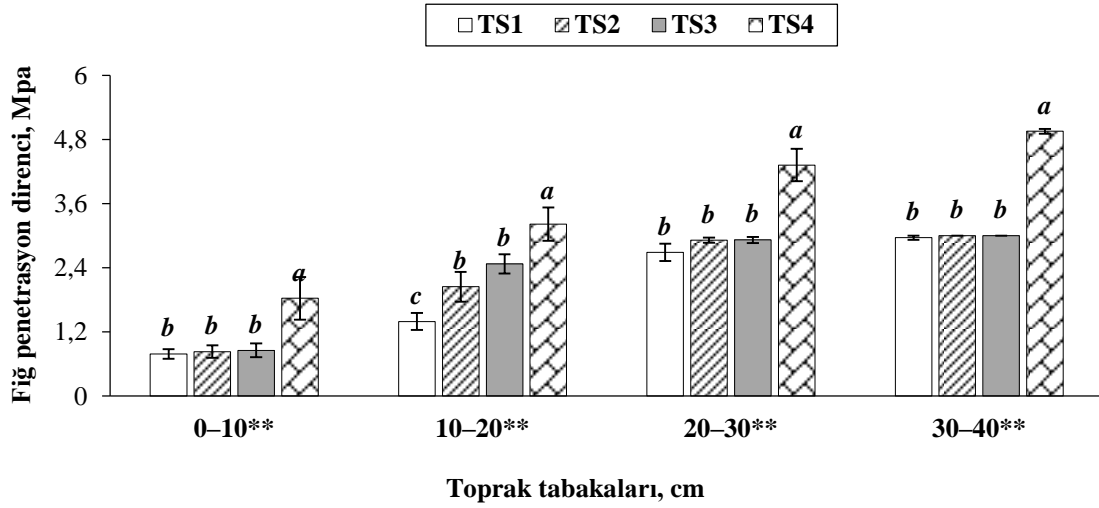
Varyasyon Kaynakları	Varyans Analizi P Değerleri			
	Toprak tabakaları (cm)			
	0-10	10-20	20-30	30-40
Yıl (Y)	0.006**	0.992	0.117	0.216
Toprak işleme (Tİ)	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
Tekerrür (T)	0.294	0.411	0.628	0.782
(Y)*(Tİ)	0.000**	0.049*	0.188	0.642
Ortalamaların karşılaştırılması				
Yıllar	Penetrasyon direnci değerleri (MPa)			
1	0.888 <i>b</i> ¹	2.282	3.073	3.459
2	1.264 <i>a</i>	2.284	3.349	3.502
P (%)	5			

** P<0.01 düzeyinde önemli; * P<0.05 düzeyinde önemli; ¹Her bir derinlik için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir



** P<0.01 düzeyinde önemli; Her bir derinlik için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir

Şekil 4.1. Buğday parsellerinde toprak penetrasyon direnci değerlerinin toprak işleme uygulamalarına göre değişim analizi



** P<0.01 düzeyinde önemli; Her bir derinlik için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir
 TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Şekil 4.2. Fiğ parsellerinde toprak penetrasyon direnci değerlerinin toprak işleme uygulamalarına göre değişim analizi

Toprağın penetrasyon direnci, toprak sıkışma gücüne, toprak tipine, su içeriğine, arazi kullanım durumuna ve yetiştirilen ürünün çeşidine bağlı olarak bitki kök gelişimini ve dolayısıyla da verimi yakından ilgilendiren bir parametredir (Kirkegaard ve ark. 1992; Miller ve ark. 2002; Green ve ark. 2003; Sillon ve ark. 2003; Tarawally ve ark. 2004). Yağışa dayalı tarım koşullarında yürütülen bu çalışmada uygulamalar arasında farklılıklar belirlenmiş, elde edilen değerler genel olarak 0.5 MPa ile 5 MPa değişim aralığında olduğu belirlenmiştir. Toprak nem içeriği ile penetrasyon direnci arasında doğrusal negatif ilişki olmasına rağmen, toprak işleme ve buna bağlı olarak kütle yoğunluğu ile doğrusal pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Dolayısıyla toprak işleme ile kütle yoğunluğu azalmakta ve toprak tabakaları arasında işleme derinliğine bağlı olarak penetrasyon direnci değerleri de azalmaktadır. Toprağın penetrasyon direnci değerleri ile toprak işleme derinliği arasında negatif yönde doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Çalışma süresince yapılan ölçümlerde, toprak işleme uygulamalarında toprağın yüzeysel işlendiği koruyucu toprak işleme uygulamalarından (TS2, TS3 ve TS4), toprağın daha derin işlendiği geleneksel (TS1) uygulamaya doğru penetrasyon direnci değerleri azalmaktadır. Buna göre 0–40 cm toprak tabakasında penetrasyon direnci değerleri, toprağı 25–30 cm civarında işleyen TS1 yönteminde ortalama 1.984 MPa olurken, toprağın 15–20 cm işlendiği TS2 yönteminde bu değer 2.109 MPa

değerine çıkmıştır. 10–15 cm toprağın işlendiği TS3 yönteminde 2.353 MPa ve toprağın işlenmediği 4–5 cm çiziye tohumları bırakan anıza doğrudan ekim yönteminde ise 3.593 MPa olarak tespit edilmiştir. Zhang ve Fang (2007), yaptıkları bir çalışmada toprak işleme derinliğindeki artışın toprağın kütle yoğunluğunu önemli derecede düşürdüğünü bunu yanında infiltrasyon hızını da oranını da aynı derecede yükselttiğini bildirilmiştir. Farklı toprak işleme çalışmalarında özellikle sıfır ya da minimum toprak işlemenin olduğu yöntemlerde toprak işleme derinliği azaldıkça buna bağlı olarak penetrasyon değerlerinde artış beklenen bir durumdur.

4.2. İşletme Değerleri ve Yakıt Tüketimleri

İşletme değerlerinin belirlenmesi için 1/100 Cmin taksimatlı kronometre ile toplam etüt zamanı ve her bir işleme ait iş safhalarının değerleri eklemeli zaman yöntemiyle, yakıt tüketimi % 1 ml hassasiyetle ölçüm yapabilen traktöre monte edilen elektronik yakıt ölçüm sayacı ile ölçülmüştür. Ölçülen değerlerin zaman etüdü analiz ve değerlendirmeleri ZET bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Yakıt tüketimi:

Yöntemlerin ve yöntemleri oluşturan her bir alet–makinanın buğday ve fiğ parsellerindeki iki yıllık yakıt tüketimi değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Araştırmada kullanılan ekipmanlara ait yakıt tüketim değerleri

Toprak işleme uygulamaları	Yakıt Tüketimi (l ha ⁻¹)		
	Buğday parselleri	Fiğ parselleri	Nadas parselleri
TS1	57.31	49.40	24.07
Pulluk	23.48	23.48	24.07
Kültivatör	11.77	11.77	0.00
Kombikürüm	6.79	6.79	0.00
Ekim Makinası	5.71	5.71	0.00
Pülverizatör	0.00	0.00	0.00
Hasat Makinası	9.56	1.65	0.00
TS2	34.80	26.89	1.18
Kültivatör	11.77	11.77	0.00
Kombikürüm	6.53	6.53	0.00
Ekim Makinası	5.77	5.77	0.00
Pülverizatör	1.18	1.18	1.18
Hasat Makinası	9.56	1.65	0.00
TS3	36.19	28.28	1.18
Dik Rotovatör	19.68	19.68	0.00
Ekim Makinası	5.78	5.78	0.00
Pülverizatör	1.18	1.18	1.18
Hasat Makinası	9.56	1.65	0.00
TS4	21.09	13.18	1.18
Doğrudan Ekim M.	10.35	10.35	0.00
Pülverizatör	1.18	1.18	1.18
Hasat Makinası	9.56	1.65	0.00

Bitki bazında buğday, fiğ ve nadas parsellerinde kullanılan her bir alet için belirlenen ortalama yakıt tüketim değerleri incelendiğinde dört ana yöntemin bütün uygulamaları için buğday üretimindeki ortalama yakıt tüketimi (37.35 l ha⁻¹), fiğ üretiminde ortalama tüketilen yakıttan (29.44 l ha⁻¹) % 21.17, nadas parsellerinden ise (6.90 l ha⁻¹) % 81.52 daha yüksek olmuştur. Bu artış buğday hasadında kullanılan biçerdöverden ve nadas parsellerindeki yakıt tüketimlerinin düşük çıkması ise TS1 yönteminde sadece kulaklı pulluk ve diğer uygulamalarda ise pülverizatör kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Her iki bitkide de en yüksek yakıt tüketimi 23.63 l ha⁻¹ geleneksel toprak işlemenin kaçınılmaz aleti olan pullukta meydana gelmiştir. Bunu pulluğa göre % 16.73 daha az yakıt tüketen TS3 yönteminde kullanılan hareketini traktör kuyruk milinden alan dik rotovatör (ortalama 19.68 l ha⁻¹) takip etmiştir. Kullanılan makine ve aletler bazında en düşük yakıt tüketimi ise pulluğa göre % 75.55 daha az yakıt tüketen diskli ekim makinasında belirlenmiştir. Toprak işleme sistemleri arasında en yüksek yakıt tüketimi geleneksel toprak işleme yönteminden elde edilmiş, bunu sırasıyla azaltılmış toprak işleme ve anıza doğrudan ekim yöntemi (TS4) takip etmiştir.

Toprak işleme yöntemleri bazında buğday, fiğ ve nadas parsellerinde kullanılan alet ve makinaların yakıt tüketimlerinin ortalamaları 1 ha⁻¹ olarak belirlenmiş ve geleneksel toprak işleme yöntemine göre mukayeseleri yapılmıştır (Çizelge 4.5, 4.6, 4.7). Buna göre; buğday, fiğ ve nadas parsellerinde, geleneksel toprak işleme yönteminde tüketilen toplam yakıt miktarının sırasıyla % 60.73, 54.44, 4.90'nı azaltılmış toprak işleme-1'de, % 63.15, 57.25, 4.90'nı azaltılmış toprak işleme-2'de ve % 36.81, 26.69, 4.90'nı da anıza doğrudan ekim yönteminde tüketilmiştir. Birincil ve ikincil toprak işlemede TS1 yöntemleri toplam yakıtın (buğday, fiğ ve nadas) % 73.36, 85.10, 100.00'ü, TS2 yöntemleri ise % 52.58, 68.03, 0.00'nı, tüketmiştir. TS3 yöntemlerinde tüketilen toplam 36.19, 28.28, 1.18 litre yakıtın % 54.37, 69.57, 0.00'lık kısmı birincil toprak işleme amaçlı tüketilmiştir, TS4 yöntemlerinde ise toprak işleme olmayıp, hektara toplam 10.35 litrelik yakıtın tamamı ekimde tüketilmiştir. Buğday parsellerindeki toplam yakıt değerlerinin fiğ parsellerine göre yüksek değerlere sahip olması buğday hasadında kullanılan biçerdöverin, fiğin hasadına göre yüksek (9.56 l ha⁻¹) yakıt tüketiminden kaynaklanmaktadır. Zira toprak işleme-ekim dikkate alındığında yakıt tüketim değerlerinin yakın olduğu görülmektedir. Nadas parsellerindeki yakıt tüketimleri ve oranları incelendiğinde (Çizelge 4.7) buğday ve fiğ parsellerinde olduğu gibi geleneksel toprak işleme yönteminde koruyucu toprak işleme yöntemine göre yüksek değer elde edilmiştir.

Çizelge 4.5. Buğday parselleri yakıt tüketimi değerleri (1 ha⁻¹) ve oranları

Yöntemler	Birincil toprak işleme	İkincil toprak işleme	Ekim	İlaçlama	Hasat	Geleneksel toprak işleme göre (%)
TS1	23.48	18.56	5.71	-	9.56	100.00
(%)	(40.97)	(32.38)	(9.97)	-	(16.68)	
TS2	11.77	6.53	5.77	1.18	9.56	60.73
(%)	(33.81)	(18.77)	(16.57)	(3.39)	(27.46)	
TS3	19.68	-	5.78	1.18	9.56	63.15
(%)	(54.37)	-	(15.96)	(3.26)	(26.41)	
TS4	-	-	10.35	1.18	9.56	36.81
(%)	-	-	(49.09)	(5.59)	(45.31)	

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Çizelge 4.6. Fiğ parselleri yakıt tüketimi değerleri (1 ha⁻¹) ve oranları

Yöntemler	Birincil toprak işleme	İkincil toprak işleme	Ekim	İlaçlama	Hasat	Geleneksel toprak işlemeye göre (%)
TS1	23.48	18.56	5.71	–	1.65	100.00
(%)	(47.53)	(37.56)	(11.56)		(3.34)	
TS2	11.77	6.53	5.77	1.18	1.65	54.44
(%)	(43.75)	(24.28)	(21.44)	(4.39)	(6.14)	
TS3	19.68	–	5.78	1.18	1.65	57.25
(%)	(69.57)		(20.43)	(4.17)	(5.83)	
TS4	–	–	10.35	1.18	1.65	26.69
(%)			(78.54)	(8.95)	(12.51)	

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Çizelge 4.7. Nadas parselleri yakıt tüketimi değerleri (1 ha⁻¹) ve oranları

Yöntemler	Birincil toprak işleme	İkincil toprak işleme	Ekim	İlaçlama	Hasat	Geleneksel toprak işlemeye göre (%)
TS1	24.07	0.00	0.00	–	0.00	100.00
(%)	(100)	(0.00)	(0.00)		(0.00)	
TS2	0.00	0.00	0.00	1.18	0.00	4.90
(%)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(100)	(0.00)	
TS3	0.00	–	0.00	1.18	0.00	4.90
(%)	(0.00)		(0.00)	(100)	(0.00)	
TS4	–	–	0.00	1.18	0.00	4.90
(%)			(0.00)	(100)	(0.00)	

Münavebeleri oluşturan buğday–fiğ ve buğday–nadas alt yöntemlerinin yakıt tüketimi değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Buna göre buğday–fiğ münavebesinde parseller her yıl işlenmiş ve ekilmiş, buğday–nadas münavebesinde ise birinci yıl işlenmiş ekilmiş, ikinci yıl ise geleneksel toprak işleme uygulamasında pullukla işlenerek, koruyucu toprak işleme yöntemlerinde ise yabancı ot ilacı kullanılarak nadasa bırakılmıştır. Buğday–fiğ münavebesinde TS1 yöntemini % 42.19 TS2, 9.58 TS3, 67.88 oranında azalarak TS4 yöntemi takip etmiştir. Buğday–nadas münavebesinde ise nadasın etkisi uygulamalar arasındaki farkı daha belirgin kılmış ve sıralama % 55.79 TS2, % 54.08 TS3 ve % 72.63 anıza doğrudan ekim yöntemi olarak belirlenmiştir. Buna göre dört ana yöntemin bütün uygulamaları için buğday–fiğ üretiminde ortalama yakıt tüketimi (66.79 l ha⁻¹), buğday–nadas üretimindeki ortalama tüketilen yakıttan (44.25 l ha⁻¹) % 33.75 daha yüksek olmuştur.

Çizelge 4.8. Toprak işleme yöntemlerinin yakıt tüketimi değerleri (1 ha⁻¹)

Toprak işleme yöntemleri	Münavebe uygulamaları	
	Buğday–Fiğ	Buğday–Nadas
TS1	106.71	81.38
TS2	61.69	35.98
TS3	64.47	37.37
TS4	34.28	22.27
Ortalama	66.79	44.25

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Münavebe uygulamalarının (buğday–fiğ ve buğday–nadas) birincil ve ikincil toprak işlemede TS1 yöntemleri toplam yakıtın % 78.79 ve 81.24’ü, TS2 yöntemleri ise % 59.31 ve 50.85’ini tüketmiştir. TS3 yöntemlerinde tüketilen toplam 32.24 ve 18.68 litre yakıtın % 61.04 ve 52.65’lik kısmı birincil toprak işleme amaçlı tüketilmiştir, anıza doğrudan ekim yöntemlerinde ise toprak işleme olmayıp, hektara toplam 17.14 ve 11.14 litrelik yakıtın tamamı ekimde kullanılmıştır. Bu durumda her yıl tarım yapılan buğday–fiğ münavebesi yakıt tüketimi buğday–nadas’a göre yüksek olması beklenen bir durumdur. Her iki münavebe uygulamasındada geleneksel toprak işleme–ekim yönteminden yüksek yakıt tüketim değerleri elde edilmiş, bunu TS3, TS2 ve en düşük tüketimlede anıza doğrudan ekim yöntemi (TS4) takip etmiştir (Çizelge 4.9 ve 4.10).

Çizelge 4.9. Buğday–fiğ münavebesi yakıt tüketimi değerleri (1 ha⁻¹) ve oranları

Yöntemler	Birincil toprak işleme	İkincil toprak işleme	Ekim	İlaçlama	Hasat	Toplam	Geleneksel toprak işlemeye göre (%)
TS1	23.48	18.56	5.71	–	5.60	53.36	100.00
(%)	(44.01)	(34.78)	(10.71)	–	(10.50)		
TS2	11.77	6.53	5.77	1.18	5.60	30.85	57.81
(%)	(38.14)	(21.17)	(18.69)	(3.83)	(18.17)		
TS3	19.68	–	5.78	1.18	5.60	32.24	60.42
(%)	(61.04)	–	(17.92)	(3.66)	(17.38)		
TS4	–	–	10.35	1.18	5.60	17.14	32.12
(%)	–	–	(60.42)	(6.88)	(32.70)		

Çizelge 4.10. Buğday–nadas uygulaması yakıt tüketimi değerleri (1 ha⁻¹) ve oranları

Yöntemler	Birincil toprak işleme	İkincil toprak işleme	Ekim	İlaçlama	Hasat	Toplam	Geleneksel toprak işlemeye göre (%)
TS1 (%)	23.77 (58.43)	9.28 (22.80)	2.86 (7.02)	–	4.78 (11.75)	40.69	100.00
TS2 (%)	5.88 (32.70)	3.27 (18.159)	2.88 (16.03)	1.18 (6.56)	4.78 (26.56)	17.99	44.22
TS3 (%)	9.84 (52.65)	–	2.89 (15.46)	1.18 (6.32)	4.78 (25.58)	18.68	45.92
TS4 (%)	–	–	5.18 (46.49)	1.18 (10.60)	4.78 (42.91)	11.14	27.37

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Buğday ve fiğ parselleri, toprak işleme yöntemlerinden ölçülen bazı işletme parametreleri, tam şansa bağlı tesadüf blokları deneme desenine göre analize tabii tutulmuştur. Buna göre yapılan toplu varyans analizinde (Çizelge 4.11) yıllar arasında, yakıt tüketimi hariç efektif iş başarıları, insan ve makina işgücü ihtiyaçlarında istatistiksel olarak $P<0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Toprak işleme yöntemleri arasında, incelenen dört parametre de istatistiksel olarak $P<0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Ortalamaların çoklu karşılaştırma testleri % 5 önem düzeyine göre yapılmıştır (Şekil 4.3 ve 4.4). Buna göre birim zamanda en fazla işlenen alan, her iki bitkide tek bir makinanın kullanıldığı anıza doğrudan ekim yönteminde, bunu kullanılan alet sayısına bağlı olarak doğrusal negatif yönde azalarak TS3, TS2 ve TS1 yöntemleri takip etmiştir. Yakıt tüketimleri ise kullanılan alet ve makina sayısı ile doğru orantılı olarak en düşük yakıt tüketim değeri doğrudan ekim makinasının kullanıldığı TS4, en yüksek yakıt tüketimi ise geleneksel toprak işleme–ekim yönteminden (TS1) elde edilmiştir (Şekil 4.3).

İşletme parametreleri:

İnsan ve makina işgücüne en fazla ihtiyaç TS1 yönteminde tespit edilmiş, kullanılan makine sayısı azaldıkça, buna paralel olarak işgücü ihtiyaçları da azalmış ve en düşük işgücü ihtiyacı anıza doğrudan ekim yönteminden elden edilmiştir (Şekil 4.4).

Çizelge 4.11. Buğday ve fiğ parselleri işletme parametrelerinin varyans analiz değerleri

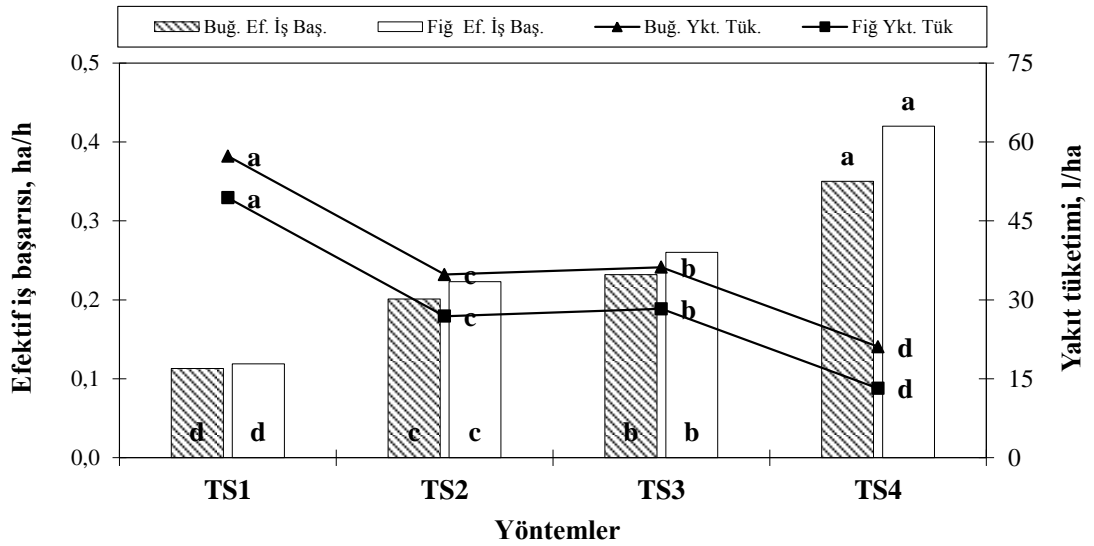
Varyasyon kaynakları	Varyans Analizi P Değerleri			
	Efektif iş başarısı (ha h ⁻¹)	İnsan işgücü ihtiyacı (İnsan-h ha ⁻¹)	Makina işgücü ihtiyacı (Makina-h ha ⁻¹)	Yakıt tüketimi (l ha ⁻¹)
Yıl (Y)	0.000**	0.000**	0.000**	0.132
Toprak işleme (Tİ)	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
Tekerrür (T)	0.532.0.542	0.870	0.720	0.199
(Y)*(Tİ)	0.001**	0.032*	0.006**	0.051

** P<0.01 düzeyinde önemli; * P<0.05 düzeyinde önemli

Çizelge 4.12. Buğday, fiğ ve nadas parselleri işletme değerleri

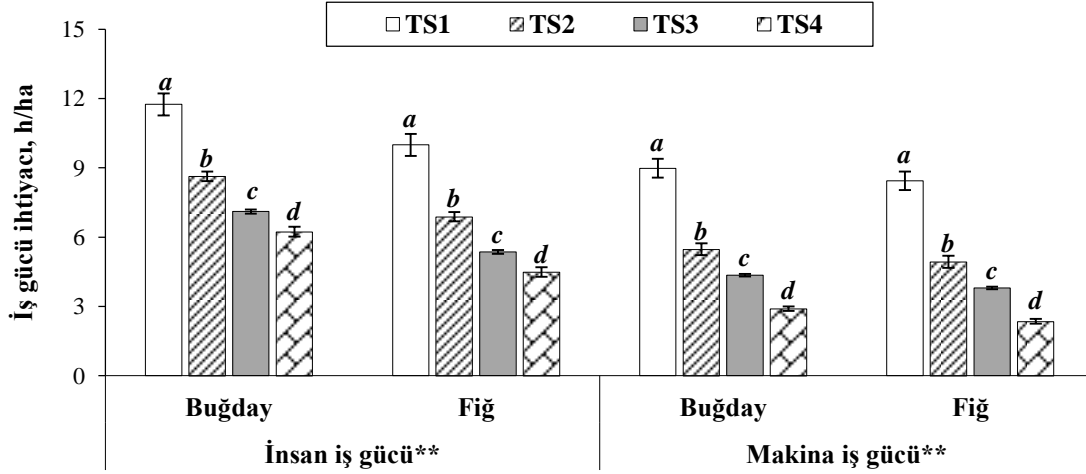
Yöntemler/ bitkiler	Efektif iş başarısı (ha h ⁻¹)			İnsan işgücü ihtiyacı (Adam-h ha ⁻¹)			Mak. işgücü ihtiyacı (Makina-h ha ⁻¹)		
	Buğ	Fiğ	Nds	Buğ	Fiğ	Nds	Buğ	Fiğ	Nds
TS1	0.113	0.119	0.243	11.75	10.00	4.96	8.98	8.44	4.12
TS2	0.201	0.223	3.197	8.63	6.88	0.31	5.48	4.93	0.73
TS3	0.232	0.260	3.197	7.11	5.36	0.31	4.35	3.80	0.73
TS4	0.350	0.420	3.197	6.24	4.49	0.31	2.90	2.36	0.73

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim



** P<0.01 düzeyinde önemli; Her bir parametre için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir

Şekil 4.3. İşletme değerlerinin toprak işleme yöntemlerine göre değişim analizi



** P<0.01 düzeyinde önemli; Her bir parametre için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir

Şekil 4.4. İnsan ve makina iş gücü ihtiyacı değerlerinin toprak işleme yöntemlerine göre değişim analizi

Toprak işleme uygulamalarının bitki bazında (buğday ve fiğ) birim alan başına yakıt tüketimleri hasat dahil, anıza doğrudan ekim yöntemi için 21.09–13.43 l ha⁻¹ olarak bulunmuş, geleneksel toprak işleme yöntemi ise bu değerlerden ortalama 3.11 kat daha fazla (57.31–49.40 l ha⁻¹) yakıt tüketmiştir. Yakıt tüketim değerleri TS3 ve TS2 için sırasıyla 36.19–28.28 l ha⁻¹ ve 34.80–26.89 l ha⁻¹ olmuştur. Bu sonuçlar; Anonim (1983)'e göre ABD'de dört farklı toprak işleme yöntemi (geleneksel, azaltılmış toprak işleme–1, azaltılmış toprak işleme–2 ve anıza doğrudan ekim) için yakıt gereksinimlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada elde edilen sonuçlarla (sırasıyla, 92.97, 47.06, 31.46 ve 24.09 l ha⁻¹) benzerlik göstermektedir (Sürek, 2004). Sungur ve ark. (1994), yaptıkları bir araştırmada, değişik toprak işleme yöntemlerinde, yakıt tüketimi açısından dik rotavator ve kültivatörün kullanıldığı uygulamaların en uygun sonuçları verdiğini, ancak anıza doğrudan ekim yönteminin yakıt ve zaman yönünden en avantajlı yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Anonim (2011), geleneksel uygulamada birim alandan (ha) ortalama 63.2 litre yakıt tüketimi olurken, azaltılmış toprak işlemede 22.8, anıza doğrudan ekimde ise 10 litreye kadar düşmektedir.

Bitki bazında (buğday ve fiğ) ortalamaları alınarak birim zamanda işlenen alan olarak efektif iş başarıları incelendiğinde geleneksel toprak işleme yöntemi 0.116 ha alan işlenirken, anıza doğrudan ekim yönteminde 3.32 kat (0.385 ha), TS3 yönteminde 1.83

kat (0.212 ha) ve TS2 yönteminde de 2.12 kat (0.246) 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 imkan 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 yöntemlere 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. İşgücü 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 anıza doğrudan ekim yöntemi (TS4) 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.

4.3. Bitki Gelişimleri

Buğday ve fiğ bitkisinde toprak işleme–ekim yöntemlerinin tarla filiz çıkışına, çıkış derecesine ve çimlenme süresine etkilerini belirlemek amacıyla ekimden sonra çıkış yapan bitkiler belirli aralıklarla sayılmış, elde edilen veriler üzerinden varyans analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.13 ve 4.14). Tarla filizi çıkışları Şekil 4.5 ve 4.6’da verilmiştir. Ortalama değerleri Çizelge 4.15’da ve ortalama karşılaştırmaları ise Şekil 4.7, 4.8 ve 4.9’da verilmiştir.

Buğday bitkisi gelişim parametreleri için yapılan toplu varyans analiz sonucunda yıl ve toprak işleme yöntemleri arasında istatistiksel olarak fark $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Toprak işleme*Münavebe uygulamaları arasındaki interaksiyonda istatistiksel olarak fark tespit edilememiştir (Çizelge 4.13). Buğday bitkisinde toprak işleme yöntemleri arasında, tarla filizi çıkışlarında ve çıkış derecelerinde anıza doğrudan ekim yöntemi en yüksek değerle birinci gruba, diğer yöntemler ise benzer ve ikinci gruba girmiştir. Fiğ bitkisinde ise en yüksek tarla filizi çıkışı değeri ile anıza doğrudan ekim yöntemi birinci gruba girmiş, TS3 uygulaması TS4 ve TS2 ile benzer, geleneksel uygulama ise TS2 ile benzer ve üçüncü gruba girmiştir (Şekil 4.7 ve 4.8). Düşük olması arzu edilen çimlenme süresinde de buğday bitkisinde en iyi sonuç anıza doğrudan ekim yönteminden elde edilmiş ve istatistiksel olarakta ikinci gruba, diğer yöntemler ise benzer etkiye sahip olmuştur. Fiğ bitkisinde ise istatistiksel olarak fark tespit edilememiş, ancak yine en iyi değer anıza doğrudan ekim uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.9). Buna göre anıza doğrudan ekim yönteminde birim alandan 487.0 adet filizi çıkışıyla ve % 93 çıkış derecesiyle en yüksek sonuç elde edilmiş, bunu TS3, TS2 ve birim alanda 420.2 adet bitki sayısı ve % 80 çıkış derecesiyle TS1 takip etmiştir. Ortalama çimlenme süresinde ise 16.5 gün ile en iyi sonuç yine anıza doğrudan ekim yönteminden elde edilmiş, bunu TS3, TS2 ve 17.4 gün değeriyle TS1 takip etmiştir. Yıllar bazında genelde 2. yılın değerleri yüksek olmuş, çıkış süresinde ise 2. yıl yağışların ekimden önce yağmaması ve daha sonrasında geç yağması (bkz. Çizelge 2.3) çıkış gün süresini uzatmıştır.

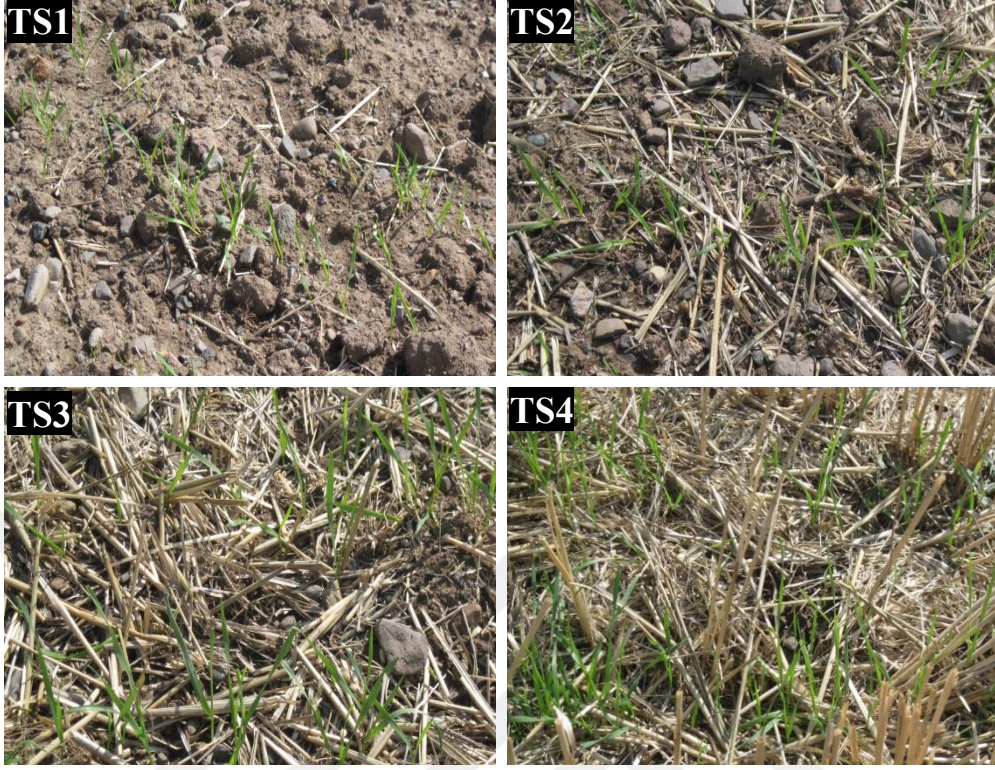
Çizelge 4.13. Buğday parselleri bitki gelişim parametrelerinin varyans analiz değerleri ve ortalama karşılaştırma sonuçları

Varyasyon kaynakları	Varyans Analizi P Değerleri		
	Tarla filizi çıkışı (ad m ⁻²)	Tarla filiz çıkış derecesi (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)
Yıl (Y)	0.002**	0.002**	0.000**
Toprak işleme (Tİ)	0.004**	0.004**	0.000**
Münavebe (M)	0.089	0.089	0.017*
(Tİ)*(M)	0.747	0.747	0.505
Münavebe ve yıllar	Ortalamaların karşılaştırılması		
Buğday–Fiğ	454.9	0.86	16.9 <i>b</i>
Buğday–Nadas	439.4	0.84	17.2 <i>a</i>
1	425.8 <i>b</i> ¹	0.81 <i>b</i>	14.98 <i>b</i>
2	468.5 <i>a</i>	0.89 <i>a</i>	19.12 <i>a</i>
P (%)		5	

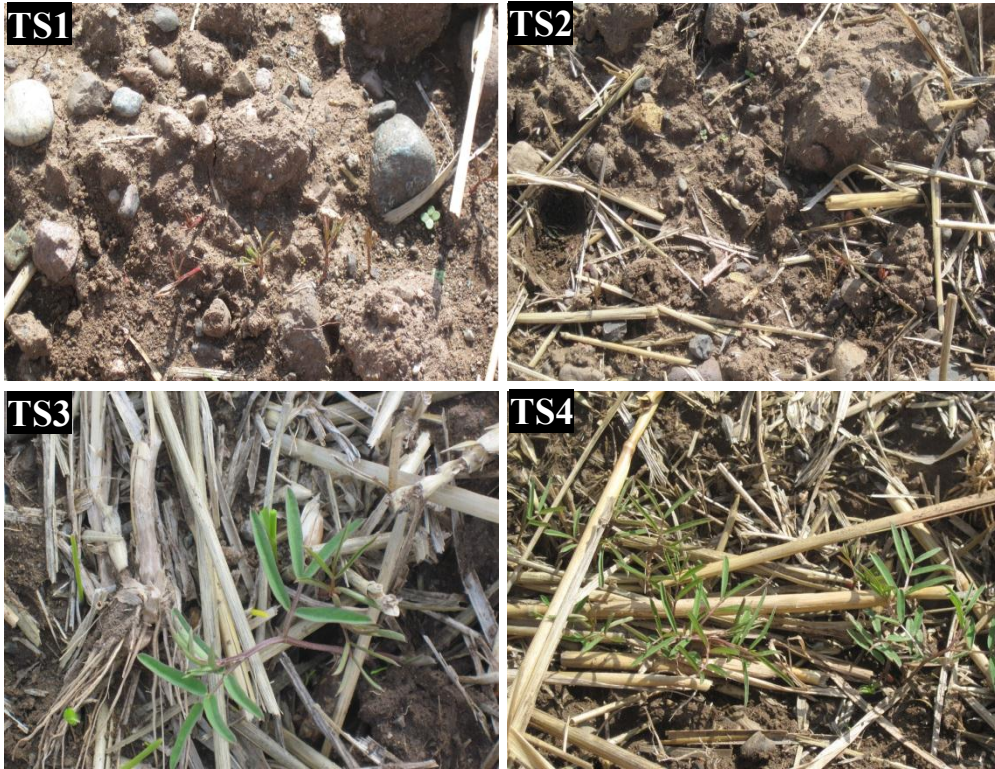
** P<0.01 düzeyinde önemli; ¹ Her bir parametre için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir

Münavebe uygulamalarında buğday tarla filizi çıkışlarında, çıkış derecelerinde ve çimlenme sürelerinde istatistiksel anlamda farklılıklar olmamasına rağmen, anıza doğrudan ekim yönteminden diğer toprak işleme yöntemlerine göre ve buğday–fiğ münavebesinden, buğdaya–nadasa göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4.10, 4.11 ve 4.12).

Fiğ bitkisi gelişim parametreleri için yapılan toplu varyans analiz sonucunda, tarla filizi çıkış ve filiz çıkış derecesi parametrelerinde uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuş, ortalama çimlenme süresinde ise yöntemlerin etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Buğday bitkisinde olduğu gibi fiğ bitkisinde de tarla filizi çıkışlarında ve çıkış derecelerinde anıza doğrudan ekim yöntemi en yüksek değerle grupta yer almıştır. TS3 birinci ve ikinci gruba, TS2 ikinci ve üçüncü gruba, TS1 ise üçüncü gruba girmiştir (Şekil 4.7 ve 4.8). Çimlenme süresinde ise uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir (Şekil 4.9). Gözübüyük ve ark. (2001)'de yaptıkları çalışmada kuru ve sulu tarım koşullarında fiğ bitkisinde tarla filizi çıkışlarında anıza doğrudan ekim yönteminin en iyi sonucu verdiğini tespit etmişlerdir.



Şekil 4.5. Buğday bitkisi tarla filizi çıkışları



Şekil 4.6. Fiğ bitkisi tarla filizi çıkışları

Çizelge 4.14. Fiğ parselleri bitki gelişim parametrelerinin varyans analiz değerleri ve ortalama karşılaştırma sonuçları

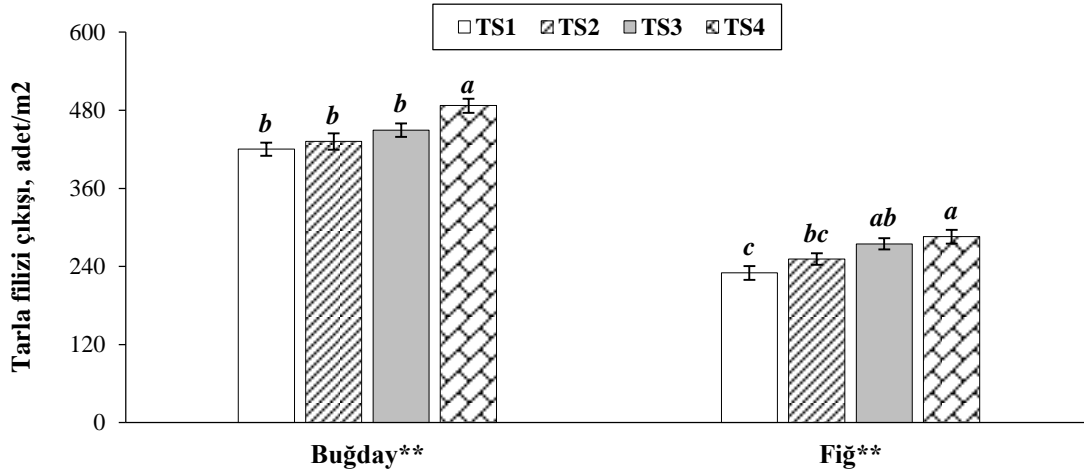
Varyasyon kaynakları	Varyans Analizi P Değerleri		
	Tarla filizi çıkışı (ad m ⁻²)	Tarla filiz çıkış derecesi (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)
Yıl (Y)	0.289	0.289	0.002**
Toprak işleme (Tİ)	0.012**	0.012**	0.173
Tekerrür (T)	0.763	0.763	0.812
(Y)*(Tİ)	0.607	0.607	0.660
Yıllar	Ortalamaların karşılaştırılması		
1	254.56	0.87	18.96 ^b
2	266.17	0.91	20.14 ^a
P (%)	5		

** P<0.01 düzeyinde önemli; ¹ Her bir parametre için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir

Çizelge 4.15. Buğday ve fiğ bitkisi gelişim değerleri

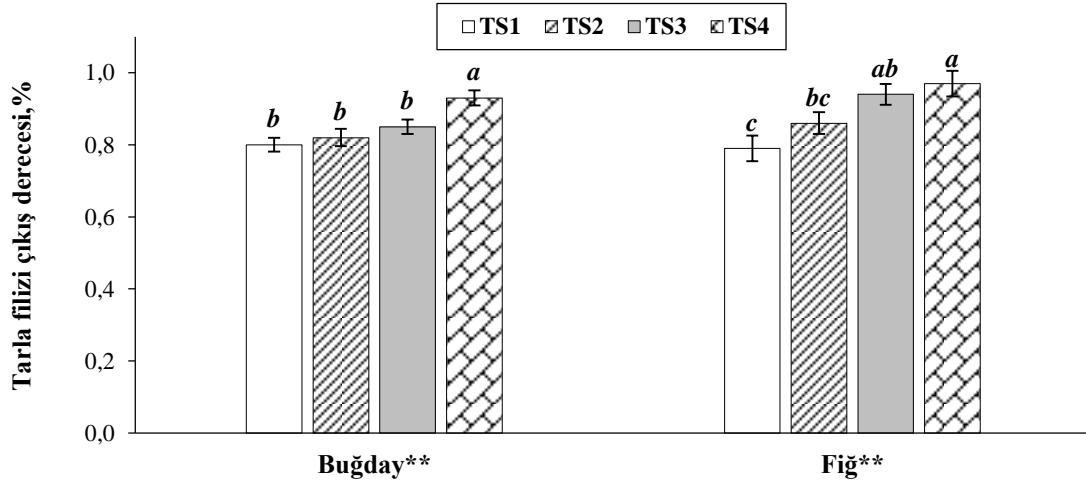
Yöntemler	Tarla filizi çıkışları (ad m ⁻²)		Tarla filiz çıkış derecesi (%)		Ortalama çimlenme süresi (gün)	
	Buğday	Fiğ	Buğday	Fiğ	Buğday	Fiğ
TS1	420.2	230.1	0.80	0.79	17.4	19.8
TS2	431.9	251.2	0.82	0.86	17.3	19.9
TS3	449.5	274.7	0.85	0.94	17.0	19.6
TS4	487.0	285.6	0.93	0.97	16.5	18.9

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim



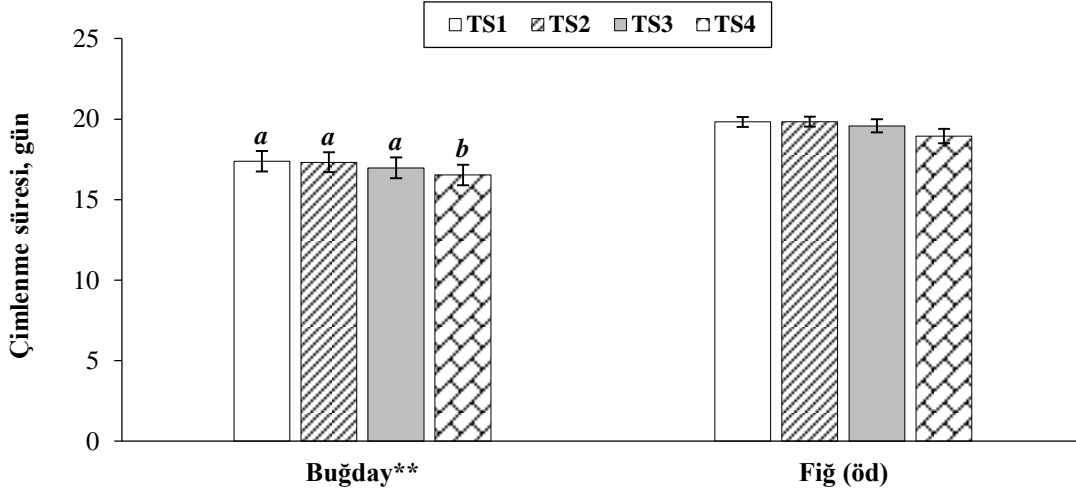
** P<0.01 düzeyinde önemli; Her bir parametre için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir

Şekil 4.7. Tarla filizi çıkışlarının toprak işleme uygulamalarına göre değişim analizi



** P<0.01 düzeyinde önemli; Her bir parametre için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir
 TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

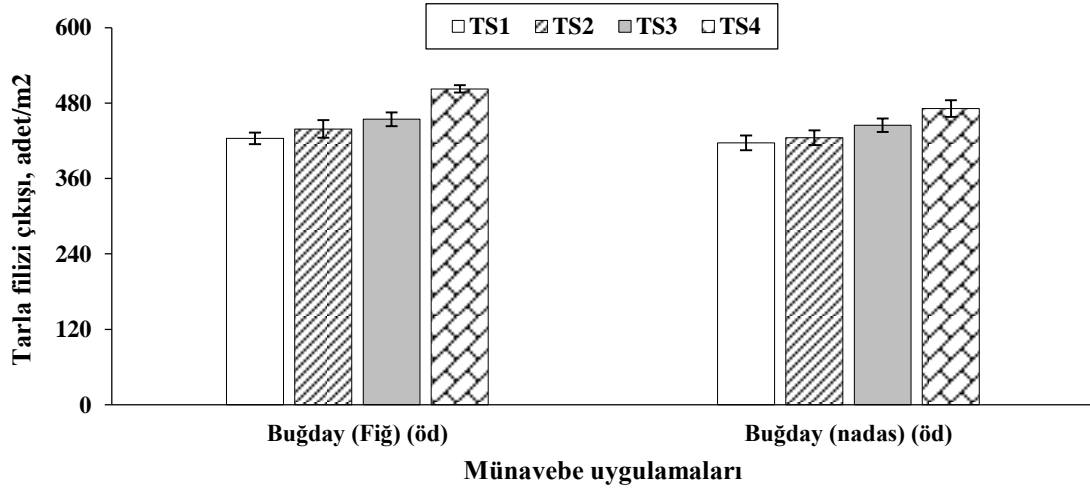
Şekil 4.8. Tarla filizi çıkış derecesi değerlerinin toprak işleme uygulamalarına göre değişim analizi



öd: ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir

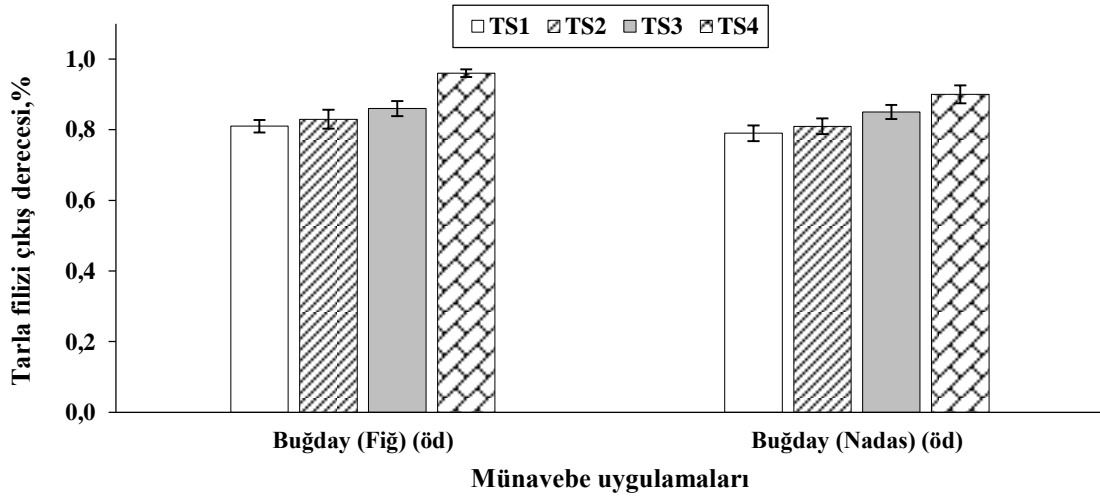
** P<0.01 düzeyinde önemli; Her bir parametre için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir

Şekil 4.9. Ortalama çimlenme süresi değerlerinin toprak işleme uygulamalarına göre değişim analizi



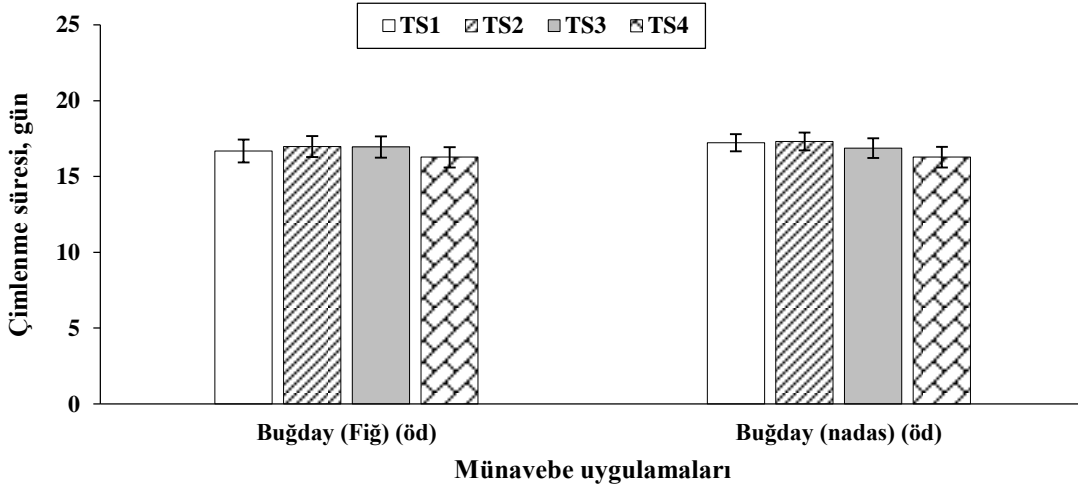
öd: ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir
 TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Şekil 4.10. Münavebe uygulamalarının tarla filizi çıkışları değişim analizi



öd: ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir

Şekil 4.11. Münavebe uygulamalarının tarla filizi çıkış derecesi değişim analizi



öd: ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir
 TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Şekil 4.12. Münavebe uygulamalarının ortalama çimlenme süresi değişim analizi

Tarla filizi çıkışlarında anıza doğrudan ekim yönteminden hem buğday hemde fiğde en yüksek değerler elde edilmiştir. Anıza doğrudan ekim parsellerinde anız gölgesi ve toprağın altüst edilmemesi nedeniyle toprak sıcaklığının düşmesi, bu uygulamaya ait parsellerde diğer parsellere göre nem birikiminin daha fazla olmasına neden olmuştur. Bu sonuç doğrudan ekim parsellerindeki filiz çıkış sayısına (daha fazla çıkış) ve çıkış zamanına (erken) olumlu yansımıştır. Bu durum özellikle ikinci üründe ve geç sonbahar ekimlerinde bitkinin daha erken çıkışını sağlayarak kışa dayanıklılığını artırmakta verim kaybını azaltmaktadır. Erken çıkış yapan bitkiler hasat tarihi de geleneksel yöntemlere göre daha erken olmaktadır.

Termal zaman (°C-gün)

Üretim planlamasının daha bilinçli yapılabilmesi için, yetiştirilecek ürünlerin doğru seçilmesi ve seçilen ürünlerin doğru zamanlarda, doğru teknikler kullanılarak üretilmeleri gerekmektedir. Üretim yapılacak bölgenin seçimi için öncelikle iklimsel faktörler (sıcaklık, yağış, radyasyon, nem vb.) önem taşımaktadır. Bunlardan en önemlisi de sıcaklıktır. Özellikle yetiştiriciliği yapılacak tür ve çeşitler seçilirken, o bölgenin maximum ve minimum sıcaklık değerleri irdelenip, değerlendirilmesi ve bitkinin sıcaklık ile ilişkisi bilinerek o bölge de üretime başlanması gerekmektedir.

Araştırmada ekim tarihleri aynı olan buğday ve fiğ bitkilerinin yetiştirme periyodu boyunca hasat tarihine kadar günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerleri kullanılarak bitki termal zamanları belirlenmiştir.

Birinci yıl 27 Eylül 2013 tarihinde ekilen buğday ve fiğ, toprak işleme yöntemlerine göre farklı zamanlarda hasat edilmiştir. Buğday bitkisinde anıza doğrudan ekim yöntemi tarla filizi çıkışlarında olduğu gibi hasatta da 305 günle diğer yöntemlere göre daha erken olmuş ve ilk hasadı oluşturmuş ve bu dönemde toplanan termal birim 530.7 °C-gün olarak gerçekleşmiştir. Bunu TS2, TS3 ve TS1 yöntemleri takip etmiştir. Benzer durum fiğ bitkisinde de elde edilmiş, anıza doğrudan ekim yöntemi 279 gün ve 397.4 °C-gün bitki gelişme sıcaklık derecesinde hasatı yapılmıştır (Çizelge 4.16). İkinci yıl elde edilen gün sıralaması ilk yıla benzer değerler elde edilmiş olup, toplam derece gün değerleri yüksek ve hasat tarihleri daha erken olmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.16. Birinci yıl bitki gelişme sıcaklığı derecesi

1 Yıl	Ekim tarihi	Termal zaman (°C-gün)	Bitki gelişim periyodu (gün)	Hasat tarihi	Verim (kg ha ⁻¹)
Buğday					
TS1	27.09.2013	672.5	313	05.08.2014	3337.0
TS2		600.5	309	01.08.2014	3534.0
TS3		582.1	308	31.07.2014	3026.7
TS4		530.7	305	28.07.2014	3072.5
Fiğ					
TS1	27.09.2013	519.4	286	09.07.2014	5532.0
TS2		469.9	283	06.07.2014	5731.7
TS3		452.1	284	05.07.2014	5884.8
TS4		397.4	279	02.07.2014	6061.4

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Çizelge 4.17. İkinci yıl bitki gelişme sıcaklığı derecesi

2 Yıl	Ekim tarihi	Termal zaman (°C-gün)	Bitki gelişim periyodu (gün)	Hasat tarihi	Verim (kg ha ⁻¹)
Buğday					
TS1	18.09.2014	834.5	314	27.07.2015	3292.7
TS2		762.3	310	23.07.2015	3087.8
TS3		744.6	309	22.07.2015	3128.0
TS4		693.0	305	12.07.2015	3988.4
Fiğ					
TS1	18.09.2014	697.5	286	07.07.2015	5482.2
TS2		631.7	282	04.07.2015	5860.5
TS3		631.7	282	26.06.2015	5909.3
TS4		597.1	280	24.06.2015	6600.9

Her iki yılın değerleri incelendiğinde ilk yıl geç ekilen buğday ve fiğın termal zaman değerleri bir sonraki yıla göre oldukça düşük, bitki gelişim peryotları ise aynı olmuştur. İlk yıl buğdayda tüm yöntemlerde ortalama termal birim 596.4 °C-gün olurken, ikinci yıl bu değer 758.6 °C-gün derece gün olarak gerçekleşmiştir. Termal zaman değerinin yüksek olması verimede yansımış, buğday ilk yıl ortalama verim 5802.5 kg ha⁻¹, ikinci yıl 5963.2 kg ha⁻¹, fiğde sırasıyla 3242.6 kg ha⁻¹, 3374.2 kg ha⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Ekim zamanı geciktikçe olgunlaşma için gereken günlük gelişme sıcaklığı derecesi değeri azalmıştır. Triticale ve arpada yapılan bir çalışmada ot veriminin ekim-biçim arasındaki süreyle pozitif ilişkide olduğunu bildirmişlerdir (Royo ve Tribo, 1997). Erken ekimlerde yüksek toplam derece gün değerlerine ulaşılmış, ekimlerin gecikmesi ile toplam °C-gün azalma eğilimi gözlenmiştir (Singh ve ark., 2001). Bitki gelişim oranları üzerine sıcaklık en önemli faktördür sonucuna ulaşılmıştır (Manrique ve Hodges, 1991).

Ürün verimi

Yöntemlerin karşılaştırılmasında en önemli parametrelerden biri olan verim değerlerinin varyans analizleri ve ortalama karşılaştırmaları buğday bitkisinde Çizelge 4.18'de, fiğ bitkisinde Çizelge 4.19'da, yöntemler arasındaki çoklu karşılaştırma testleri Şekil 4.13 ve 4.14'de verilmiştir.

Buğday bitkisinde dane verimleri açısından yıllar arasında istatistiksel olarak fark $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuş, sap verimlerinde ise fark tespit edilememiştir. Dane ve sap verim değerlerinde toprak işleme yöntemleri (ana parsel) arasında istatistiksel olarak fark $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş olup, münavebe ve interaksyon uygulamalarında ise farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18). Toprak işleme yöntemlerinden anıza doğrudan ekim yöntemi birim üretim alanına (ha) 3530.5 kg verim değeri ile birinci gruba, TS1 (3314.9 kg ha⁻¹) ve TS2 (3310.9 kg ha⁻¹) ikinci gruba, en düşük verimin alındığı TS3 yöntemi de (3077.3 kg ha⁻¹) ile üçüncü gruba girmiştir (Şekil 4.13). Elde edilen verim değerleri 2015 yılı Türkiye kuru tarım koşullarındaki buğday ortalamasından (2442 kg ha⁻¹) yüksektir (Anonim, 2015). Benzer sonuçları; Lo'pez-Bellido ve ark. 1996; Black ve Bauer 1990; Krall ve ark., 1979; Önen, ve ark., 2012; Çapar ve Uçan 2015; Modestus ve ark., 1992; Kumar ve ark.,

2013 bulmuşlardır. Yapılan başka bir çalışmada buğday üretiminde geleneksel uygulamada birim üretim alanından (ha) verim ortalama 2374 kg olurken, azaltılmış toprak işlemede 2789 kg, anıza doğrudan ekimde ise 2936 kg olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2011). Buğday sap değerleri içinde benzer durum gerçekleşmiştir (Şekil 4.14). Münavebe uygulamaları içerisinde yer alan buğday verimleri ayrı ayrı irdelendiğinde buğday–fiğ münavebesindeki verim, ortalama 3370.6 kg ha⁻¹ değerle istatistiksel fark oluşturmaya da buğday–nadas’daki verime göre (3246.2 kg ha⁻¹) daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Toprak işleme*münavebe uygulamaları arasındaki etkileşim incelendiğinde buğday (fiğ) verimleri tüm yöntemlerde buğday (nadasa) verimlerine göre yüksek olduğu (Çizelge 4.20) ve anıza doğrudan ekim yönteminin her iki münavebe uygulamasında da ilk sırada olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.15). Yıllar itibariyle yıllık yağış değeri 423.0 mm olan ikinci yılın ortalama verim değeri (3374.2 kg ha⁻¹), yıllık yağış miktarı 290.5 mm olan birinci yıl verim değerinden (3242.6 kg ha⁻¹) daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. Buğday verim değerlerinin toplam varyans analizi değerleri ve ortalama karşılaştırmaları

Varyasyon kaynakları	Varyans Analizi P Değerleri		
	Dane verimi (kg ha ⁻¹)	Sap verimi (kg ha ⁻¹)	
Yıl (Y)	0.042*	0.129	
Toprak işleme (Tİ)	0.001**	0.001**	
Münavebe (M)	0.115	0.144	
(Tİ)*(M)	0.973	0.841	
Uygulamalar	Ortalamaların karşılaştırılması		
Toprak işleme	TS1	3314.9 <i>b</i> ¹	7508.0 <i>b</i>
	TS2	3310.9 <i>b</i>	7443.3 <i>b</i>
	TS3	3077.3 <i>c</i>	6963.3 <i>c</i>
	TS4	3530.5 <i>a</i>	7990.5 <i>a</i>
Münavebe	Buğday–Fiğ	3370.6	7599.2
	Buğday–Nadas	3246.2	7353.3
Yıllar	1	3242.6 <i>b</i>	7374.1
	2	3374.2 <i>a</i>	7578.5
P (%)	5		

** P<0.01 düzeyinde önemli; * P<0.05 düzeyinde önemli;¹ Her bir parametre için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Fiğ bitkisi için yapılan varyans analizinde, yılların ve uygulamaların verime etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Yıllar, verim açısından incelendiğinde hektara 5963.2 kg değerle ikinci yılda, birinci yıla göre (5802.5 kg ha⁻¹) daha iyi verim

alındığı belirlenmiştir. Toprak işleme yöntemlerinde elde edilen verim değerleri Çizelge 4.20’de verilmiştir. Anıza doğrudan ekim yöntemi 6331.2 kg ha⁻¹ ile diğer yöntemlere göre en yüksek verim değerini oluşturmuş, bunu TS3 (5 897 kg ha⁻¹), TS2 (5796.1 kg ha⁻¹) ve geleneksel toprak işleme yöntemi (5507.1 kg ha⁻¹) takip etmiştir (Şekil 4.13).

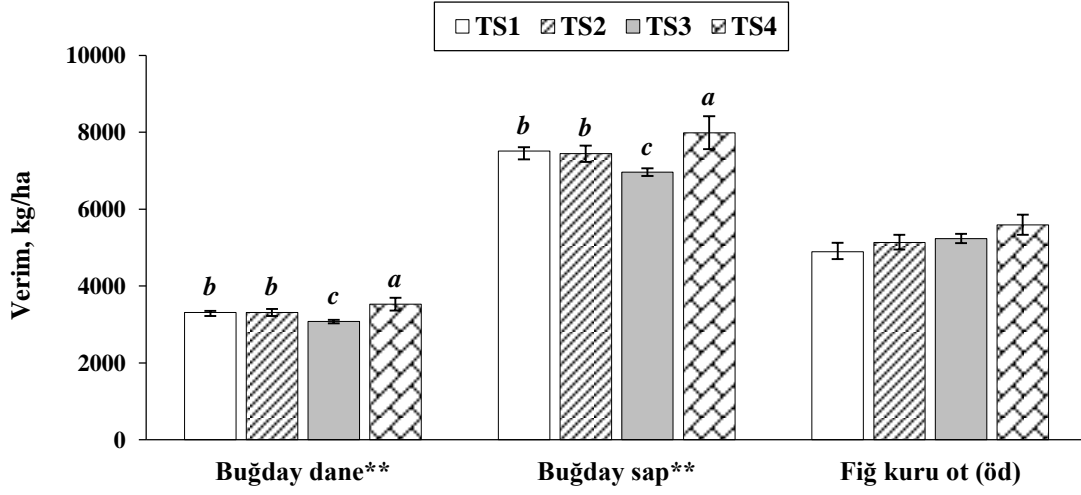
Uygulamaların bitki bazında verim değerleri irdelendiğinde, buğday ve fiğ bitkisinde anıza doğrudan ekim yöntemi diğer yöntemlere göre yüksek bulunmuştur. Özellikle yağışın 200–500 mm arasında olduğu yağışa dayalı tarım alanlarında ve hayvancılıkla uğraşan bölgelerde buğday–nadas münavebesindeki nadasın % 50 olan olumsuz etkisini, koruyucu toprak işleme yöntemleri ile kaldırılarak, bu alanların daha verimli kullanılması sağlanabilir. Yabancı otla mücadele iyi yönetildiği takdirde, bilinçli bir koruyucu toprak işlemeyle verim azalışları olmadan veya kabul edilebilir verim düşüşleri ile çok iyi sonuçların alınacağı söylenebilir (Lindwall ve Anderson, 1981; Farooqi, 1983; Gözübüyük ve ark., 2001; Kumar ve ark., 2013; Gözübüyük ve ark., 2015). ABD’de toplam tarım alanlarının % 15.6’ında, Arjantin’de % 60.7’sinde, Brezilya’da % 42.9’unda ve daha pek çok ülkede doğrudan ekim yapılmaktadır (Derpsch ve Friedrich, 2009). Ülkemizde ise bu konu henüz istatistiklere girecek kadar yaygınlaşmamıştır.

Çizelge 4.19. Fiğ verim değerlerinin toplam varyans analizi değerleri

Varyasyon kaynakları	Varyans Analizi P Değerleri	
	Fiğ verimi (kg ha ⁻¹)	
Yıl (Y)	0.527	
Toprak işleme (Tİ)	0.182	
Tekerrür (T)	0.771	
(Y)*(Tİ)	0.837	
Ortalamalar		
Yıllar	1	5802.5
	2	5963.2
P (%)	5	

Çizelge 4.20. Buğday (toprak işleme*münavebe) ve fiğ verim değerleri

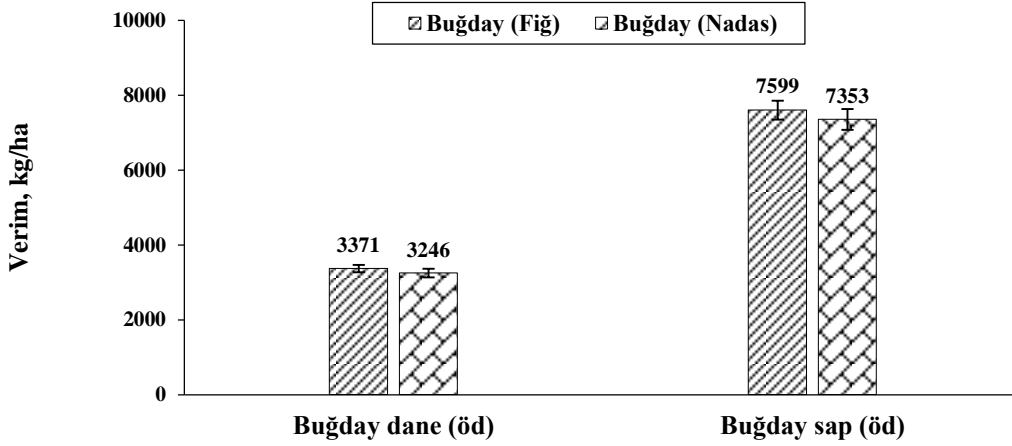
Toprak işleme/Münavebe yöntemleri	Dane verimi (kg ha ⁻¹)		Sap verimi (kg ha ⁻¹)		Fiğ verimi (kg ha ⁻¹)
	Buğday (Fiğ)	Buğday (Nadas)	Buğday (Fiğ)	Buğday (Nadas)	
TS1	3370.5	3259.2	7632.5	7383.4	5507.1
TS2	3353.8	3268.0	7528.5	7358.1	5796.1
TS3	3136.8	3017.9	7006.2	6920.5	5897.1
TS4	3621.3	3439.6	8229.7	7751.4	6331.2



öd: ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir

** P<0.01 düzeyinde önemli; Her bir parametre için aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir
 TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Şekil 4.13. Toprak işleme uygulamalarının verim değişim analizi



öd: ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir

Şekil 4.14. Münavebe uygulamalarının buğday verim değişim analizi

4.4. Doğrudan Enerji Girdileri

4.4.1. Yakıt–yağ enerjisi

Bu çalışmada farklı toprak işleme–ekim yöntemlerinde bitki olarak buğdaylar ve fiğ, münavebe olarak buğday–fiğ ve buğday–nadas uygulamalarında kullanılan tarım alet ve makinalarının birim üretim alanı (ha) başına tüketilen yakıt miktarı (l) ve bu yakıtın eşdeğer enerji (MJ) tüketimi belirlenmiştir. Enerji girdileri, ilk etapta bitki bazında uygulanan her bir işlem miktar ve oransal olarak ayrı ayrı incelenmiş, daha sonra münavebeler bazında birleştirilmiştir.

Geleneksel toprak işleme–ekim yönteminde buğday üretiminde birim alan (ha) başına tüketilen toplam 57.31, fiğ üretiminde 49.40 ve nadas uygulamasında da 24.07 Litre yakıt karşılık gelen yakıt enerji girdisi sırasıyla 2062.1, 1777.6, 866.0 MJ ha⁻¹ olmuştur (Çizelge 4.21). Bu uygulamaya alternatif olabilecek koruyucu toprak işleme–ekim uygulamalarından TS3 yönteminde buğday, fiğ ve nadas uygulamasında sırasıyla 36.19, 28.28 ve 1.18 Litre yakıt tüketimlerine karşılık 1302.2, 1017.7, ve 42.5 MJ ha⁻¹ yakıt enerji girdisi, TS2 yönteminde ise 34.80, 26.89 ve 1.18 Litre ve enerji karşılığı olarak 1252.2, 967.7, 42.5 MJ ha⁻¹ ve herhangi bir toprak işlemenin olmadığı anıza doğrudan ekim yönteminde ise 21.09, 13.18 ve 1.18 Litre tüketilen yakıt karşılık olarak 759.0, 474.4, 42.5 MJ ha⁻¹ enerji girdisi oluşmuştur (bkz. Çizelge 4.4). Uygulamaların yakıt tüketimlerinin enerji eşdeğerleri oransal bazda incelendiğinde toplam enerji girdisinin TS1 yönteminde buğday için ortalama % 17.1–17.38, fiğ için % 25.59 ve nadas için % 75.56'nı teşkil etmiştir. Koruyucu toprak işleme uygulamalarında ise TS3 yönteminde sırasıyla buğdaylarda % 11.9, fiğde % 16.04 ve nadasda % 8.53'nü, TS2 yönteminde sırasıyla benzer % 11.23, 16.32 ve 8.53'nü ve anıza doğrudan ekim yönteminde ise % 7.35–7.21, 8.23 ve 8.53'nü oluşturmuştur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Yakıt–yağ tüketimi eşdeğer enerji girdileri ve oranları

Yöntemler	Yakıt-yağ enerji eşdeğeri (MJ ha ⁻¹) ve oranı (%)							
	Buğday (Fiğ)	Oranı (%)	Buğday (Nadas)	Oranı (%)	Fiğ	Oranı (%)	Nadas	Oranı (%)
TS1	2062.1	17.10	2062.1	17.38	1777.6	25.59	866.0	76.25
Pulluk	845.0	7.01	845.0	7.12	845.0	12.16	866.0	76.25
Kültivatör	423.5	3.51	423.5	3.57	423.5	6.10	0.0	0.00
Kombikrüm	244.3	2.03	244.3	2.06	244.3	3.52	0.0	0.00
Ekim Mak.	205.5	1.70	205.5	1.73	205.5	2.96	0.0	0.00
Hasat	343.9	2.85	343.9	2.90	59.4	0.86	0.0	0.00
TS2	1252.2	11.23	1252.2	11.23	967.7	16.32	42.5	8.53
Kültivatör	423.4	3.80	423.4	3.80	423.4	7.14	0.0	0.00
Kombikrüm	235.0	2.11	235	2.11	235	3.96	0.0	0.00
Ekim Mak.	207.5	1.86	207.5	1.86	207.5	3.50	0.0	0.00
Pülverizatör	42.5	0.38	42.5	0.38	42.5	0.72	42.5	8.53
Hasat	343.9	3.08	343.9	3.08	59.4	1.00	0.0	0.00
TS3	1302.2	11.9	1302.2	11.9	1017.7	16.04	42.5	8.53
Dik Rotavatör	708.0	6.47	708.0	6.47	708.0	11.16	0.0	0.00
Ekim Mak.	207.9	1.90	207.9	1.90	207.9	3.28	0.0	0.00
Pülverizatör	42.5	0.39	42.5	0.39	42.5	0.67	42.5	8.53
Hasat	343.9	3.14	343.9	3.14	59.4	0.94	0.0	0.00
TS4	759.0	7.35	759.0	7.21	474.4	8.23	42.5	8.53
Doğrudan Ek.M	372.6	3.61	372.6	3.54	372.6	6.46	0.0	0.00
Pülverizatör	42.5	0.41	42.5	0.40	42.5	0.74	42.5	8.53
Hasat	343.9	3.33	343.9	3.27	59.4	1.03	0.0	0.00
Ortalama	1343.9	11.90	1343.9	11.93	1059.4	16.55	248.4	25.46

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Tüm uygulamalarda enerji girdilerinde üçüncü sırada yer alan yakıt–yağ eş değer enerji girdisi; buğdaylarda, 1343.9 MJ ha⁻¹ enerji girdisiyle toplam enerji girdisinde % 11.90–11.93’lük bir oran oluşturmuştur. Fiğ üretiminde yakıt–yağ enerjisi değeri, enerji tüketim girdilerinin % 16.55’ni teşkil etmiştir. Hiçbir ürünün elde edilmediği her bir uygulamada bir tarım aletinin kullanıldığı (geleneksel uygulamada pulluk, koruyucu toprak işleme uygulamalarında pülverizatör) nadas uygulamasında ise bu değer buğdaya göre % 81.5 oranında azalarak (248.4 MJ ha⁻¹) % 25.46 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.21).

Buğday (fiğ), buğday (nadas), fiğ ve nadas uygulamalarının toprak işleme yöntemleri arasında yakıt–yağ enerji tüketimlerinde, geleneksel uygulamaya göre TS3 yöntemi % 46, TS2 yöntemi % 48 ve anıza doğrudan ekimin yapıldığı TS4 yöntemi ise % 70 oranında daha az enerji tükettiği tespit edilmiştir. Buğdaylarda, fiğ ve nadas uygulamasında anıza doğrudan ekim yöntemi en az yakıt–yağ enerji tüketimi değerini

oluşturmuş olup, bunu TS2, TS3 ve TS1 yöntemleri takip etmiştir. Gözübüyük ve ark. 2012’de buğdayda, Gözübüyük ve ark. 2105’de ayçiçeğinde yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişler, özellikle doğrudan ekim yönteminde geleneksel uygulamaya göre sırasıyla % 65 ve % 68 oranında daha az yakıt yağ enerjisi tüketildiğini belirlemişlerdir. Bayhan (2016), Tekirdağ’da ikinci ürün ayçiçeği üretiminde anıza doğrudan ekim yönteminde yakıt–yağ enerjisini 1178.76 MJ ha⁻¹ olarak; Baran ve ark. (2014), geleneksel yöntemde kanola üretiminde birim alana (ha) 2976.02 MJ olarak belirlemiştir. Kosutic ve ark. (2005), Slovenya’da geleneksel, koruyucu toprak işleme ve anıza doğrudan ekim uygulamalarında sırasıyla; 1813.1, 1133.1 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 sırasıyla 2647.6, 1895.8, 922.6 ve 1144.5 MJ ha⁻¹; Konak ve ark. (2004), Konya koşullarında geleneksel mısır üretiminde 2063.5; Arıkan (2011), tarafından Adana’da yapılan geleneksel kışlık kolza üretiminde 2734.2 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 845–866 MJ ha⁻¹’la geleneksel toprak işlemenin kaçınılmaz aleti olan pullukta meydana gelmiş, bunu 708 MJ ha⁻¹’la dik rotavatör takip etmiştir. En düşük enerji tüketimi ise pülverizatörde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.21).

4.4.2. İnsan işgücü enerjisi

Toplam girdiler içerisinde bitkisel bazda en düşük orana (% 0.22–0.23) sahip olan insan işgücüne ait enerji kullanımı değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Geleneksel toprak işleme–ekim uygulamasında buğday üretiminde birim alan (ha) başına toplam insan işgücü olarak 11.75 h, fiğ üretiminde 10.00 h ve nadas uygulamasından da 4.96 h işgücünden yararlanılmış (bkz.Çizelge 4.12) ve buna karşılık sırasıyla 26.8, 22.8 ve 10.2 MJ eşdeğer insan enerjisi tüketilmiştir. Azaltılmış toprak işleme–1 (TS2) yönteminde birim alana (ha) sırasıyla 8.63, 6.88 ve 0.31 h insan işgücüne karşılık sırasıyla 18.1, 14.1 ve 1.7 MJ ve (TS3) yönteminde sırasıyla 7.11, 5.36 ve 0.31 adam–h ha⁻¹ karşılık 16.2, 12.2 ve 1.7 MJ ha⁻¹ eşdeğer insan işgücü enerjisi tüketilmiştir. Toprak işlemenin

yapılmadığı anıza doğrudan ekim yönteminde ise 6.24, 4.49 ve 0.31 adam-ha⁻¹ karşılık 14.2, 10.2 ve 1.7 MJ insan işgücü enerjisi tüketildiği belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. İnsan işgücü eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları

Yöntemler	İnsan işgücü enerji eşdeğeri (MJ ha ⁻¹) ve oranı (%)							
	Buğday (Fığ)	Oranı (%)	Buğday (Nadas)	Oranı (%)	Fığ	Oranı (%)	Nadas	Oranı (%)
TS1	26.8	0.22	26.8	0.23	22.8	0.33	10.2	0.89
Pulluk	10.4	0.09	10.4	0.09	10.4	0.15	10.2	0.89
Kültivatör	4.0	0.03	4.0	0.03	4.0	0.06	0.0	0.00
Kombikrüm	2.8	0.02	2.8	0.02	2.8	0.04	0.0	0.00
Ekim Mak.	4.2	0.03	4.2	0.04	4.2	0.06	0.0	0.00
Hasat	5.4	0.04	5.4	0.05	1.4	0.02	0.0	0.00
TS2	18.1	0.16	18.1	0.16	14.1	0.24	1.7	0.33
Kültivatör	4.4	0.04	4.4	0.04	4.4	0.07	0.0	0.00
Kombikrüm	2.8	0.02	2.8	0.02	2.8	0.05	0.0	0.00
Ekim Mak.	3.9	0.03	3.9	0.03	3.9	0.07	0.0	0.00
Pülverizatör	1.7	0.02	1.7	0.02	1.7	0.03	1.7	0.33
Hasat	5.4	0.05	5.4	0.05	1.4	0.02	0.0	0.00
TS3	16.2	0.15	16.2	0.15	12.2	0.19	1.7	0.33
Dik Rotavatör	5.1	0.05	5.1	0.05	5.1	0.08	0.0	0.00
Ekim Mak.	4.1	0.04	4.1	0.04	4.1	0.06	0.0	0.00
Pülverizatör	1.7	0.02	1.7	0.02	1.7	0.03	1.7	0.33
Hasat	5.4	0.05	5.4	0.05	1.4	0.02	0.0	0.00
TS4	14.2	0.14	14.2	0.14	10.2	0.18	1.7	0.33
Doğrudan Ek.M	7.2	0.07	7.2	0.07	7.2	0.13	0.0	0.00
Pülverizatör	1.7	0.02	1.7	0.02	1.7	0.03	1.7	0.33
Hasat	5.4	0.05	5.4	0.05	1.4	0.02	0.0	0.00
Ortalama	18.8	0.17	18.8	0.17	14.8	0.24	3.8	0.47

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

İnsan işgücüne ait eşdeğer enerji girdisi değerleri bitki bazında uygulamaların ortalaması üzerinden incelendiğinde birim üretim alanından (ha) buğday üretiminde harcanan 18.8 MJ ha⁻¹ olan insan işgücü enerji girdisi, fığ üretiminde % 21 oranında azalarak 14.8 MJ'lük enerji tüketimine (% 24), pulluk ve pülverizatörün kullanıldığı nadas uygulamasında ise buğdaya göre % 80 oranında azalarak 3.8 MJ'lük bir enerji tüketim seviyesine kadar gerilemiştir.

Buğday (fığ), buğday (nadas), fığ ve nadas uygulamalarının toprak işleme yöntemleri arasında insan işgücü enerji tüketimleri incelendiğinde, geleneksel uygulamaya göre TS2 yöntemi % 40, TS3 yöntemi % 47 ve anıza doğrudan ekimin yapıldığı TS4 yöntemi ise % 53 oranında daha az enerji tükettiği tespit edilmiştir. Bitki bazında anıza doğrudan

ekim yöntemi en az insan işgücü eşdeğer enerji tüketimini oluşturmuş olup, bunu TS2, TS3 ve TS1 uygulamaları takip etmiştir. Benzer sonuçlar; Erzurum yöresinde buğday ve ayçiçeğinde (Gözübüyük ve ark., 2012, 2105); Tekirdağ'da ikinci ürün ayçiçeği üretiminde doğrudan ekimde 229.99 MJ ha⁻¹ (Bayhan, 2016); 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 sırasıyla; 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 sırasıyla 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 10.2–10.4 MJ ha⁻¹'la birincil toprak işleme aleti olan pullukta meydana gelmiş, bunu 7.2 MJ ha⁻¹'la doğrudan ekim makinası takip etmiştir. En düşük enerji tüketimi ise pülverizatörde (1.7 MJ ha⁻¹) gerçekleşmiştir.

4.5. Dolaylı Enerji Girdileri

4.5.1. Alet–makina imalat enerjisi

Toprak işleme uygulamalarına göre birim alanda tarım alet/makina kullanımı sonucunda tüketilen imalat enerji eşdeğerleri Çizelge 4.23'de verilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi geleneksel toprak işleme–ekim uygulamasında buğday üretiminde birim alan (ha) başına 8.98 h, fiğ üretiminde 8.44 h ve nadas işleminde de 4.12 h makina işgücünden yararlanılmıştır (bkz. Çizelge 4.12). Buna karşılık birim üretim alanından (ha) sırasıyla, buğdayda 810.9, fiğde 542.6 ve nadas uygulamasında 259.5 MJ eşdeğer makina imalat enerjisi tüketilmiş ve sırasıyla bunların oransal değeri % 6.72, 7.81, 23.51 olarak elde edilmiştir. Azaltılmış toprak işleme–1 (TS2) yönteminde birim üretim alanına (ha) sırasıyla 5.48 h, 4.93 h ve 0.73 h makina işgücü kullanılmış, bunun karşılığı olarak 571.7 (% 5.12), 303.4 (% 5.12), ve 150.0 (% 30.13) MJ ha⁻¹, azaltılmış toprak işleme–2 (TS3) yönteminde ise birim alanına (ha) sırasıyla kullanılan 4.35, 3.80 ve 0.73 h makina işgücüne karşılık 545.9 (% 4.99), 277.6 (% 5.35) ve 150.0 MJ (% 30.13) makina imalat

enerjisi tüketilmiştir. Geleneksel toprak işlemenin yaklaşık 1/3'ne karşılık gelen anıza doğrudan ekim yönteminde ise birim alanda 2.90, 2.36, ve 0.73 saat tarım alet–makina kullanımına karşılık 576.8 (% 5.58), 308.5 (% 5.35) ve 150.0 (% 30.13) MJ makine imalat enerjisi tüketilmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Traktör ve alet–makina imalatının eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları

Yöntemler	Traktör ve alet–makina imalat enerji eşdeğeri (MJ ha ⁻¹) ve oranı (%)							
	Buğday (Fiğ)	Oranı (%)	Buğday (Nadas)	Oranı (%)	Fiğ	Oranı (%)	Nadas	Oranı (%)
TS1	810.9	6.72	810.9	6.83	542.6	7.81	259.5	22.85
Traktör	352.1	2.92	352.1	2.97	352.1	5.07	184.6	16.73
Pulluk	76.6	0.63	76.6	0.65	76.6	1.10	74.9	6.78
Kültivatör	42.2	0.35	42.2	0.36	42.2	0.61	0.0	0.00
Kombikrüm	30.7	0.25	30.7	0.26	30.7	0.44	0.0	0.00
Ekim Mak.	26.2	0.22	26.2	0.22	26.1	0.38	0.0	0.00
Hasat	283.1	2.35	283.1	2.38	14.8	0.21	0.0	0.00
TS2	571.7	5.12	571.7	5.12	303.4	5.12	150.0	30.13
Traktör	181	1.62	181	1.62	181	3.05	143.4	28.81
Kültivatör	46.6	0.42	46.6	0.42	46.6	0.79	0.0	0.00
Kombikrüm	30.2	0.27	30.2	0.27	30.2	0.51	0.0	0.00
Ekim Mak.	24.2	0.22	24.2	0.22	24.2	0.41	0.0	0.00
Pülverizatör	6.6	0.06	6.6	0.06	6.6	0.11	6.6	1.32
Hasat	283.1	2.54	283.1	2.54	14.8	0.25	0.0	0.00
TS3	545.9	4.99	545.9	4.99	277.6	4.37	150.0	30.13
Traktör	145.1	1.33	145.1	1.33	145.1	2.28	143.4	28.81
Dik Rotavatör	86.1	0.79	86.1	0.79	86.1	1.36	0.0	0.00
Ekim Mak.	25.1	0.23	25.1	0.23	25.1	0.40	0.0	0.00
Pülverizatör	6.6	0.06	6.6	0.06	6.6	0.10	6.6	1.32
Hasat	283.1	2.59	283.1	2.59	14.8	0.23	0.0	0.00
TS4	576.8	5.58	576.8	5.48	308.5	5.35	150.0	30.13
Traktör	79.8	0.77	79.8	0.76	79.8	1.38	143.4	28.81
Doğrudan Ek.M.	207.4	2.01	207.4	1.97	207.4	3.60	0.0	0.00
Pülverizatör	6.6	0.06	6.6	0.06	6.6	0.11	6.6	1.32
Hasat	283.1	2.74	283.1	2.69	14.8	0.26	0.0	0.00
Ortalama	626.3	5.60	626.3	5.61	358.0	5.66	177.4	28.31

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Traktör kullanımı sonucunda alet–makina imalat enerjisi olarak tüketilen eşdeğer enerji kullanım değerleri, bitki bazında uygulamaların ortalaması üzerinden incelendiğinde, toplam enerji girdisine oranı % 5.60–5.61 olan buğday üretiminde harcanan 626.3 MJ ha⁻¹ olan makine imalat enerjisi, fiğ üretiminde % 43 oranında azalarak 358.0 MJ'lük enerji tüketimine, nadas uygulamasında ise buğdaya göre % 72 oranında 177.4 MJ'lük bir enerji tüketim seviyesine kadar gerilemiştir. Alet–makina imalat enerji değeri, geleneksel toprak işleme–ekim uygulamasında buğdaylar ve fiğın ortalaması % 7.12

dir. Bu değer ülkemizde % 6.7 iken A.B.D.’de % 12.7’dir (Yaldız ve ark. 1990; Pimentel, 1980). Bu çalışmada geleneksel yöntemde alet–makina kullanım enerjisi gelişmiş ülkelerin yarı seviyesinde, en düşük oranın elde edildiği TS3 yönteminde ise % 4.99 ile 1/2.55 oranında gerçekleşmiştir. Bu çalışmada bu oranların düşük oluşu gelişmekte olan ülkelerde de görülen gübrenin ve tohum oranlarının yükselmesine sebep olmuşur.

Buğday (fiğ), buğday (nadas), fiğ ve nadas uygulamalarının toprak işleme yöntemleri arasında ortalama traktör ve alet–makina imalat enerji tüketimleri incelendiğinde, geleneksel uygulamaya göre (606.0 MJ ha⁻¹) TS2 yöntemi (399.2 MJ ha⁻¹) % 34.1, TS3 (379.9) % 37.3 ve anıza doğrudan ekimin yapıldığı TS4 yöntemi (403.0 MJ ha⁻¹) ise % 33.5 oranında daha az enerji tükettiği tespit edilmiştir (izelge 4.24).

Çizelge 4.24. Toprak işleme yöntemlerinin traktör ve alet–makina imalatı eşdeğer enerji ortalama değerleri

Yöntemler	Traktör ve alet–makina imalat enerji eşdeğer ortalama değerleri (MJ ha ⁻¹)	
	Buğday (Fiğ) + buğday (Nadas) + Fiğ + Nadas	Oranı (%)
TS1	606.0	100
TS2	399.2	34.1
TS3	379.9	37.3
TS4	403.0	33.5

Bitki bazında dik rotavatrn yer aldığı azaltılmış–2 yöntemi en az makina–imalat enerji tüketimini oluşturmuş olup, bunu TS2, TS4 ve TS1 yöntemleri takip etmiştir. Benzer sonuçlar; Erzurum yöresinde buğday ve ayçiçeğinde (Gözübüyük ve ark., 2012, 2105); Tekirdağ’da ikinci ürün ayçiçeği üretiminde anıza doğrudan ekimde 952.3 MJ ha⁻¹ (Bayhan, 2016); Anıza doğrudan ekimde 509.61 MJ ha⁻¹ (Khater ve ark.,2008); Kırklareli geleneksel kanola üretiminde birim alana (ha) 1212.38 MJ olarak belirlemiştir (Baran ve ark., 2014). Konya’da nohut üretiminde geleneksel, azaltılmış, doğrudan ekim ve herbisit uygulamalı doğrudan ekim uygulamalarında sırasıyla 434.2, 307.4, 154.1 ve 173.9 MJ ha⁻¹ (Marakoğlu ve ark., 2010); Konya koşullarında mısır retiminde 2907.6 MJ ha⁻¹ (Konak ve ark., 2004); Adana’da geleneksel kolza üretiminde yapılan çalışmada 1142.7 MJ ha⁻¹ olarak belirlemişlerdir (Arıkan, 2011). Kullanılan alet bazında incelendiğinde en yüksek makina imalat enerji tüketimi 352.1 MJ ha⁻¹’la geleneksel

uygulamada her bir tarım aletini kullanan traktörde meydana gelmiş, bunu 283.1 MJ ha⁻¹'la biçerdöver ve 207.4 MJ ha⁻¹ ile de anıza doğrudan ekim makinası takip etmiştir. En düşük enerji tüketimi ise pülverizatörde (6.6 MJ ha⁻¹) gerçekleşmiştir.

4.5.2. 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 4.25'de verilmiştir.

Buğday ve fiğ 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 % 41.27 ile 55.43 oranla en yüksek girdiyi oluşturmuştur. Bitki bazında buğdayın gübre enerji eşdeğeri fiğe göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Her iki buğdayda da (buğday (fiğ) ve buğday (nadas)) azotlu ve fosforlu gübre kullanımında birim alanda TS2 yöntemi (5861.9 MJ), fiğ bitkisinde ise TS3 (3261.8 MJ) yöntemleri en yüksek, en düşük gübre enerji girdisi ise buğday (fiğ) bitkisinde TS4 (5527.3 MJ ha⁻¹), buğday (nadas) bitkisinde TS1, TS3 (5627.0 MJ ha⁻¹) ve fiğ bitkisinde ise TS1 ve TS2 (2866.8 MJ ha⁻¹) yöntemlerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Kimyasal gübre eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları

Bitkiler	Yöntemler	Gübre enerji eşdeğeri (MJ ha ⁻¹) ve oranı (%)				
		TS1	TS2	TS3	TS4	Ortalama
Buğday (Fiğ)	Toplam gübre (MJ ha⁻¹)	5821.8	5861.9	5627.0	5527.3	5709.5
	Fosfor (P ₂ O ₅)	451.9	324.7	257.0	324.7	
	Azot (N)	5369.9	5537.2	5369.9	5202.6	
	Toplam oran (%)	48.27	52.55	51.42	53.51	51.44
	Fosfor (P ₂ O ₅)	3.75	2.91	2.35	3.14	
	Azot (N)	44.52	49.64	49.07	50.37	
Buğday (Nadas)	Toplam gübre (MJ ha⁻¹)	5627.0	5861.9	5627.0	5722.1	5709.5
	Fosfor (P ₂ O ₅)	257.0	324.7	257.0	519.5	
	Azot (N)	5369.9	5537.2	5369.9	5202.6	
	Toplam oran (%)	47.42	52.55	51.42	54.37	51.44
	Fosfor (P ₂ O ₅)	2.17	2.91	2.35	4.94	
	Azot (N)	45.25	49.64	49.07	49.43	
Fiğ	Toplam gübre (MJ ha⁻¹)	2866.8	2866.8	3261.8	3196.8	3048.1
	Fosfor (P ₂ O ₅)	189.4	189.4	584.4	519.5	
	Azot (N)	2677.4	2677.4	2677.4	2677.4	
	Toplam oran (%)	41.27	48.35	51.40	55.43	49.11
	Fosfor (P ₂ O ₅)	2.73	3.19	9.21	9.01	
	Azot (N)	38.54	45.16	42.19	46.42	

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Kimyasal gübre enerji girdilerinde buğdaylarda genellikle fiğ bitkisine oranla daha fazla enerji girdisi değerleri elde edilmiştir..Uygulamalar arasında gübre enerji girdilerinde farklar elde edilmiş fakat bu farklılıklar sürdürülebilir olmamıştır. Bunun da sebebi bitki verimlilik analizler için 0–40 cm'den toprak örnekleri alınmış, şayet toprağı değişik derinliklerde işleyen yöntemler dikkate alınsaydı bu farklar daha belirgin olabilirdi. Bu yüzden uygulamalar arasında kesin bir yargı elde edilememiş, uygulamaların gübre tüketim enerji girdisine etkileri belirlenememiştir. Benzer sonuçlar; Erzurum yöresinde buğday ve ayçiçeğinde (Gözübüyük ve ark., 2012, 2105); Tekirdağ'da ikinci ürün ayçiçeği üretiminde tüm uygulamalarda 2888 MJ ha⁻¹ (Bayhan, 2016) ; Konya'da nohut üretiminde geleneksel, azaltılmış, doğrudan ekim ve herbisit uygulamalı doğrudan ekim uygulamalarında 5604.9MJ ha⁻¹ (Marakoğlu ve ark., 2010); Konya koşullarında mısır üretiminde 13375 MJ ha⁻¹ (Konak ve ark., 2004) ; Adana'da yapılan çalışmada 2929.1 MJ ha⁻¹ olarak belirlemişlerdir (Arıkan, 2011). Yapılan bu çalışmalarda farklı toprak işleme–ekim 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.

4.5.3. Tohumluk enerjisi

Buğday ve fiğ üretiminde tohumluk kullanımı sonucunda tüketilen enerji girdisi değerleri ve toplam girdiye oranları Çizelge 4.26'da verilmiştir. Gübre enerji girdisinden sonra ikinci yüksek girdiyi oluşturan tohum enerjisi girdisinin, toplam enerji girdilerindeki payı % 25.00 ile % 32.34 oranında olduğu tespit edilmiştir. Buğday üretiminde, hektara 200 kg, fiğ üretiminde de 120 kg ekim normunda tohumu ekilmiştir. Gübreden sonra en yüksek enerji girdisine sahip olan tohum enerji girdisi, tüm uygulamalarda aynı ekim normundan dolayı aynı enerji eşdeğerleri elde edilmiştir. Buğday tohumu enerji eşdeğeri fiğ tohumu enerji eşdeğerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Toplam enerji girdileri içerisinde buğdaylarda ve fiğ de TS4 yönteminden en yüksek (% 32.34, 31.74 ve 30.11) TS1 yönteminden en düşük (% 27.69, 28.15 ve 25.00) oransal değerler elde edilmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Tohumluk eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları

Yöntemler	Tohum enerji eşdeğeri (MJ ha ⁻¹)							
	Buğday (Fiğ)	Oranı (%)	Buğday (Nadas)	Oranı (%)	Fiğ	Oranı (%)	Nadas	Oranı (%)
TS1	3340.0	27.69	3340.0	28.15	1736.4	25.00	0.0	0.00
TS2	3340.0	29.94	3340.0	29.94	1736.4	29.29	0.0	0.00
TS3	3340.0	30.52	3340.0	30.52	1736.4	27.36	0.0	0.00
TS4	3340.0	32.34	3340.0	31.74	1736.4	30.11	0.0	0.00

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Tohumluk enerji eşdeğeri girdisinin anıza doğrudan ekim yönteminde % 32.34'lük bir değerle yüksek olması özellikle yakıt–yağ, insan ve makina imalat enerji girdilerinin düşük oluşundan kaynaklanmaktadır. Aynı gerekçeyle geleneksel toprak işleme–ekim uygulamasında da % 25 bir oranla yöntemler arasında en düşük değeri oluşturmuştur. Erzurum yöresinde buğday ve ayçiçeğinde dört farklı toprak toprak işleme–ekim uygulamalarında en düşük geleneksel yöntemde, en yüksek enerji girdi oranı doğrudan ekim yönteminden (Gözübüyük ve ark., 2012, 2105); Tekirdağ'da ikinci ürün ayçiçeği üretiminde 210.4 MJ ha⁻¹ (Bayhan, 2016); Konya'da nohut üretiminde 3750 MJ ha⁻¹

(Marakoğlu ve ark., 2010) benzer sonuçları elde etmişlerdir. Bu çalışmada da yukarıda belirtilen daha önceden yapılan çalışmalarda da toprak işleme yöntemlerinin tohumluk enerji girdilerine etkisi olmayıp, oransal bazda farklılıklar elde edilmiştir.

4.5.4. Tarımsal ilaç enerjisi girdisi

Geleneksel toprak işleme yönteminde buğday, fiğ üretiminde ve nadas uygulamasında yabancı ot ilacı kullanılmamış, koruyucu toprak işleme uygulamalarında etkili madde olarak, dar ve geniş yapraklı yabancı otlar için hektara 1.1 kg ve 0.4 kg, nadas alanları için ise 3 kg total herbisit uygulanmıştır. Yabancı ot ilacı kullanımı sonucunda tüketilen ilaç üretimi eşdeğer enerji değerleri Çizelge 4.27’de verilmiştir. Geleneksel toprak işleme yönteminde yapılan yabancı ot kontrolünde ilaç kullanılmasına gerek olmadığı belirlenmiş, nadas uygulamasında ise yörede geleneksel olarak uygulanan yöntem uygulanmış ve pullukla deneme alanı işlenerek nadasa bırakılmıştır.

İnsan işgücü enerjisinden sonra en düşük 2. enerji değerine sahip olan tarımsal ilaç enerji eşdeğerlerinde, en yüksek değerler total yabancı ot ilacının kullanıldığı nadas uygulamasından elde edilmiştir. Bunu selektif yabancı ot ilacının kullanıldığı buğdaylar ve dar yapraklılar için yabancı ot ilacının kullanıldığı fiğ takip etmiştir. Koruyucu toprak işleme uygulamalarında belirtilen miktarlarda kullanılan saf herbisit üretimi sırasında tüketilen eşdeğer enerjileri birim alan (ha) için aynı miktarda gerçekleşmiş olup, buğday bitkisinde 111.3 MJ, fiğ bitkisinde 40.5 MJ ve nadas uygulamasında en yüksek 303.6 MJ olarak enerji tüketilmiştir. Oransal olarak buğdaylarda ve fiğ de TS4 (anıza doğrudan ekim yöntemi) diğer iki azaltılmış toprak işleme yöntemlerine göre biraz daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Çizelge 4.27. Tarımsal ilaç eşdeğer enerji tüketimleri ve oranları

Yöntemler	Tarımsal ilaç enerji eşdeğeri (MJ ha ⁻¹)							
	Buğday (Fiğ)	Oranı (%)	Buğday (Nadas)	Oranı (%)	Fiğ	Oranı (%)	Nadas	Oranı (%)
TS1	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
TS2	111.3	1.00	111.3	1.00	40.5	0.68	303.6	61.00
TS3	111.3	1.02	111.3	1.02	40.5	0.64	303.6	61.00
TS4	111.3	1.08	111.3	1.06	40.5	0.70	303.6	61.00

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Bilindiği gibi toprak işleme, kültür bitkileri için iyi bir tohum yatağı hazırlamanın yanı sıra yabancı otla mücadele amacıyla da yapılır. Bu sebeptendir ki koruyucu toprak işleme-ekimi kısıtlayan etkenlerin başında yabancı otla mücadele gelmektedir. Bu çalışmada buğday ve fiğ üretiminde tarımsal ilaç enerji girdisinin, üretimde kullanılan toplam enerji girdisine oranı, % 1.00 ile 1.08 olarak belirlenmiştir. Toprağın işlenmediği koruyucu toprak işleme-ekim uygulamalarında yabancı otla mücadele daha önem arz etmekte ve bu sebeple de koruyucu toprak işleme-ekim uygulamalarında tarımsal ilaç enerji girdisinin, üretimde kullanılan toplam enerji girdisine oranında ve uygulama miktarlarında da artışlar oluşturmuştur. Bunun yanısıra zamanında iyi bir herbisit uygulaması ile azaltılmış ve anıza doğrudan ekim yöntemlerinde diğer toprak işleme yöntemlerine göre (geleneksel ve çizelle yapılan toprak işleme yöntemleri) daha az yabancı ot gelişimi olduğu ve toprakta nemin daha fazla birikeceği, bundan dolayı da daha fazla verim elde edilebileceği beklenen bir durumdur. Yabancı otun işlenmeyen toprakta daha fazla olmasından dolayı benzer sonuçlar diğer çalışmalarda da doğrudan ekim uygulamalarında yüksek oransal değerler elde edilmiştir (Gözübüyük ve ark. 2012, 2105; Bayhan, 2016; Marakoğlu ve ark. 2010).

4.5.5. 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.

Erzurum yöresi yağışa dayalı tarım koşullarında alışlagelen buğday–nadas münavebesine ve toprak işleme–ekim yöntemlerine alternatif olabilecek buğday–fiğ ve koruyucu toprak işleme ve anıza doğrudan ekim yöntemlerinin tarla çalışmalarından elde edilen veriler değerlendirilmiş, toprak işleme ve münavebe uygulamalarının enerji tüketimleri hesaplanmıştır.

Toplam enerji girdileri; enerjinin kullanımı açısından doğrudan ve dolaylı, enerji kaynakları açısından ise yenilenebilir ve yenilenmez enerji kaynakları olarak irdelenmiştir. Münavebe uygulamaları bazında enerji girdileri ve bu enerji girdisinin toplam girdileri içerisindeki oranı Çizelge 4.28 ve 4.29’da verilmiştir. Buna göre münavebe uygulamaları arasında buğday–fiğ, buğday–nadasa göre daha yüksek enerji girdisi oluşturmuştur. Enerji girdi parametreleri arasında yine gübre yüksek ve ilk sırayı almış, bunu tohum ve yakıt–yağ enerjisi takip etmiş, insan işgücü enerjisi ise en düşük girdiyi oluşturmuştur. Her iki münavebe arasında en yüksek eşdeğer enerji girdisi, gübre değerinde meydana gelmiştir. Toplam enerji girdileri açısından incelendiğinde, her iki münavebe uygulamasında da geleneksel toprak işleme–ekim yöntemlerinde birim alana (ha) buğday–fiğ 9503.9 MJ ve buğday–nadas 6501.2 MJ’lük bir enerji girdisiyle en yüksek, anıza doğrudan ekim yöntemi (sırasıyla 8047.7 MJ ha⁻¹ ve 5510.5 MJ ha⁻¹) ise en düşük değeri oluşturmuştur. Genel anlamda toprak işleme uygulamaları her iki münavebe içinde ortalamaları alınarak incelendiğinde enerji girdileri daha çok tarım aletinin kullanıldığı uygulamadan (geleneksel toprak işleme 8003 MJ ha⁻¹), daha az tarım aletinin kullanıldığı uygulamaya doğru (anıza doğrudan ekim 6779 MJ ha⁻¹) azalmaktadır (Çizelge 4.28 ve Çizelge 4.29).

Çizelge 4.28. Buğday–fiğ münavebesinin ortalama enerji girdileri (MJ ha⁻¹) ve oranları

Enerji girdi parametreleri	TS1		TS2		TS3		TS4	
	Enerji girdisi	Oranı (%)	Enerji girdisi	Oranı (%)	Enerji girdisi	Oranı (%)	Enerji girdisi	Oranı (%)
Yakıt–yağ enerjisi	1919.9	20.20	1110.0	12.99	1160.0	13.42	616.7	7.66
İnsan işgücü enerjisi	24.8	0.26	16.1	0.19	14.2	0.16	12.2	0.15
Alet–makina enerjisi	676.7	7.12	437.5	5.12	411.7	4.76	442.6	5.50
Gübre Enerjisi	4344.3	45.71	4364.3	51.09	4444.4	51.41	4362.1	54.20
Tohum enerjisi	2538.2	26.71	2538.2	29.71	2538.2	29.36	2538.2	31.54
Tarımsal ilaç enerjisi	0.0	0.00	75.9	0.89	75.9	0.88	75.9	0.94
Toplam girdi	9503.9	100	8542.0	100	8644.4	100	8047.7	100

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Çizelge 4.29. Buğday–nadas münavebesinin ortalama enerji girdileri (MJ ha⁻¹) ve oranları

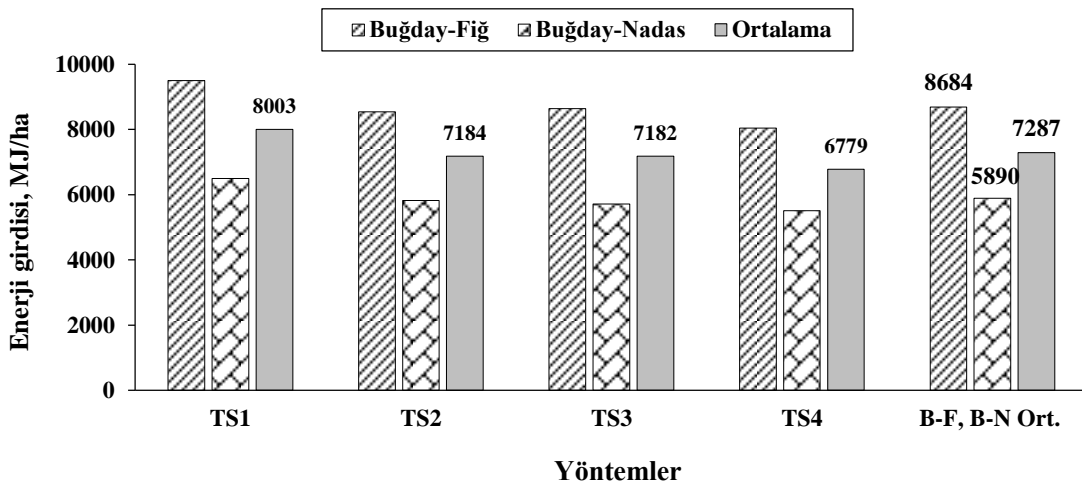
Enerji girdi parametreleri	TS1		TS2		TS3		TS4	
	Enerji girdisi	Oranı (%)	Enerji girdisi	Oranı (%)	Enerji girdisi	Oranı (%)	Enerji girdisi	Oranı (%)
Yakıt–yağ enerjisi	1464.1	22.52	647.4	11.11	672.3	11.75	400.7	7.27
İnsan işgücü enerjisi	18.5	0.28	9.9	0.17	8.9	0.16	8.0	0.14
Alet–makina enerjisi	535.2	8.23	360.8	6.19	347.9	6.08	363.4	6.59
Gübre Enerjisi	2813.5	43.28	2931.0	50.30	2813.5	49.19	2861.0	51.92
Tohum enerjisi	1670.0	25.69	1670.0	28.66	1670.0	29.20	1670.0	30.31
Tarımsal ilaç enerjisi	0.0	0.00	207.5	3.56	207.5	3.63	207.5	3.76
Toplam girdi	6501.2	100.00	5826.5	100.00	5720.1	100.00	5510.5	100.00

Erzurum yöresinde münavebeler arasında enerji girdilerinde buğday–nadas % 32 oranında buğday–fiğ'e göre daha az enerji tüketmiştir. Her iki münavebede de en yüksek enerji girdisinin gübrede olduğu, bunu sırasıyla tohum, yakıt–yağ, alet–makina, tarımsal ilaç ve insan işgücü enerjilerinin takip ettiği belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen gübre enerjisi eşdeğeri (B–F % 50.6, 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.

Enerji girdilerinde şahit (geleneksel) olarak yörede yaygın kullanılan TS1 (pulluk+kültüvatör+kombikürüm+ekim makinası) uygulaması baz alınarak diğer yöntemler incelenmiştir. Buna göre her iki münavebe uygulamasında birim alana (ha) en yüksek girdiyi (9503.9–6501.2 MJ) geleneksel toprak işleme–ekim yöntemi oluşturmuştur. Bunu buğday–fiğ uygulamasında % 9.04 azalışla TS3, % 10.12 ile TS2 yöntemleri takip etmiş ve en düşük girdi % 15.32 azalışla 8047.7 MJ ha⁻¹ anıza doğrudan ekim yönteminden elde edilmiştir. Buğday–nadas uygulamasında ise geleneksel uygulamaya göre (6501.2 MJ ha⁻¹) % 10.38 azalışla TS2 (5826.5 MJ ha⁻¹),

% 12.01 azalışla TS3 (5720.1 MJ ha⁻¹), % 15.24 azalışla da anıza doğrudan ekim (5510.5 MJ ha⁻¹) yöntemleri takip etmiştir. Türkiye’de toplam enerjinin % 6.62’sini tüketen tarımda 2011 yılı verilerine göre 20 539 000 ha işlenen tarım alanına karşılık tüketilen enerji 11723 MJ ha⁻¹ olup, ekilen tarım alanına (15 712 000 ha) göre ise 14486.3 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, 2015); 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 hemde 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.

Buğday–fiğ ve buğday–nadas münavebesinde toprak işleme uygulamalarının ortalamaları incelendiğinde buğday–fiğ münavebesinden birim alanda (ha) 8684 MJ enerji girdisi elde edilirken, tek ürünün yer aldığı buğday–nadas münavebesi ise 5890 MJ ha⁻¹ girdi enerjisi oluşturmuştur. Uygulamaların enerji girdileri genel ortalamaya (7287 MJ ha⁻¹) göre mukayese edildiğinde TS1 yöntemi % 9.8 daha yüksek, TS2 ve TS3 yöntemleri % 1.4 ve TS4 ise % 7 daha düşük girdiyi oluşturmuştur (Şekil 4.15).



TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Şekil 4.15. Toprak işleme yöntemlerinin enerji girdileri ve ortalamaları

Yenilenebilir enerji kaynakları, yeryüzünde ve doğada çoğunlukla herhangi bir üretim sürecine ihtiyaç duymadan temin edilebilen, fosil kaynaklı (kömür, petrol ve karbon türevi) olmayan çevreye zararı ve etkisi geleneksel enerji kaynaklarına göre çok daha düşük olan, sürekli bir devinimle yenilenen ve kullanılmaya hazır olarak doğada var olan enerji kaynaklarını ifade eder (Göktolga ve ark., 2006).

Yenilenemeyen enerji kaynakları ise sınırlı ve tükenme ihtimali olan kaynaklardır. Aynı zamanda bu enerji kaynaklarının birçoğu çevreye zarar verici özellik taşımaktadır. Bunun nedeni olarak alışılagelmiş tarımsal üretimde, üretimi artırmak için yoğun alet makine kullanımı ile birlikte halen yenilenemez enerji kaynaklarına bağımlı olan enerji tüketiminin daha da artması gösterilebilir (Ekinci ve ark., 2005).

Yenilenebilir enerji ile yenilenemez enerji girdilerinin tüketicileri doğrudan–dolaylı enerji kullanım girdileri bitkisel bazda Çizelge 4.30’da verilmiştir. Enerji girdilerinde (doğrudan–dolaylı ve yenilenebilir–yenilenemez) buğdaylar, fiğ bitkisine göre daha yüksek enerji girdisi oluşturmuş ve geleneksel toprak işleme yönteminde en yüksek, anıza doğrudan ekim yönteminde ise en düşük değerler elde edilmiştir.

Dolaylı enerji kullanım girdisi, doğrudan enerji kullanım girdisine göre oldukça yüksek oranda gerçekleşmiş olup, geleneksel toprak işleme–ekim yönteminden, koruyucu toprak işleme–ekim yöntemine doğru arzu edilmeyen oransal artış seyri belirlenmiştir. Buğday üretiminde birim üretim alanı (ha) için toplam enerji tüketiminin TS1 yönteminde % 17.32–17.60’nı (2088.9 MJ), TS3 yönteminde % 12.05’ini (1318.4 MJ), TS2 yönteminde % 11.39’ünü (1270.3 MJ) ve anıza doğrudan ekim (TS4) yönteminde ise en düşük % 7.49–7.35’ini (773.2 MJ) anıza doğrudan enerji tüketimleri oluşturmuştur. Fiğ bitkisinde ise toplam enerji tüketiminin TS1 yönteminde % 25.92’sini, TS2 % 16.56’sını, TS3 % 16.23’ünü ve TS4 yönteminde ise % 8.41’ini doğrudan enerji tüketimleri oluşturmuştur. Nadas uygulamasında toplam enerji tüketiminin TS1 yönteminde % 76.49’ünü, koruyucu toprak işleme yöntemlerinin tamamında % 8.87’sini doğrudan enerji tüketim değerleri oluşturmuştur. Sadece pullukla toprak işlemenin yapıldığı TS1 yönteminin nadas uygulamasında, doğrudan enerji girdisindeki oranı % 76.49 iken, ilaçlama makinasının (pülverizatör) kullanıldığı

koruyucu toprak işleme yöntemlerinde ise bu oran % 8.87 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Toprak işleme yöntemlerinin bitki bazında enerji girdileri ve oranları

Tüketilen enerji girdileri	Enerji girdileri (MJ ha ⁻¹) ve oranları							
	Buğday (Fiğ)	Oranı (%)	Buğday (Nadas)	Oranı (%)	Fiğ	Oranı (%)	Nadas	Oranı (%)
TS1	12061.6	100.00	11866.8	100.00	6946.2	100.00	1135.7	100.00
Doğrudan ^a	2088.9	17.32	2088.9	17.60	1800.4	25.92	876.2	76.49
Dolaylı ^b	9972.7	82.68	9777.9	82.40	5145.8	74.08	259.5	23.51
Yenilenebilir ^c	3366.8	27.91	3366.8	28.38	1759.2	25.33	10.2	0.93
Yenilenemez ^d	8694.8	72.09	8500	71.62	5187.0	74.67	1125.6	99.07
TS2	11155.2	100.00	11155.2	100.00	5928.9	100.00	497.7	100.00
Doğrudan	1270.3	11.39	1270.3	11.39	981.8	16.56	44.1	8.87
Dolaylı	9884.9	88.61	9884.9	88.61	4947.1	83.44	453.6	91.13
Yenilenebilir	3358.1	30.10	3358.1	30.10	1750.5	29.53	1.7	0.34
Yenilenemez	7797.1	69.90	7797.1	69.90	4178.4	70.47	496.0	99.66
TS3	10942.6	100.00	10942.6	100.00	6346.2	100.00	497.7	100.00
Doğrudan	1318.4	12.05	1318.4	12.05	1029.9	16.23	44.1	8.87
Dolaylı	9624.2	87.95	9624.2	87.95	5316.3	83.77	453.6	91.13
Yenilenebilir	3356.2	30.67	3356.2	30.67	1748.6	27.55	1.7	0.34
Yenilenemez	7586.4	69.33	7586.4	69.33	4597.6	72.45	496.0	99.66
TS4	10328.6	100.00	10523.4	100.00	5766.8	100.00	497.7	100.00
Doğrudan	773.2	7.49	773.2	7.35	484.6	8.41	44.1	8.87
Dolaylı	9555.4	92.51	9750.2	92.65	5282.2	91.59	453.6	91.13
Yenilenebilir	3354.2	32.48	3354.2	31.88	1746.6	30.29	1.7	0.34
Yenilenemez	6974.4	67.52	7169.2	68.12	4020.2	69.71	496.0	99.66

^aİnsan işgücü enerjisi, yakıt-yağ enerjisi; ^bMakine enerjisi, tohum enerjisi, kimyasal gübre enerjisi, tarımsal ilaç enerjisi
^cİnsan işgücü enerjisi, tohum enerjisi; ^dYakıt-yağ enerjisi, makina enerjisi, kimyasal gübre enerjisi, tarımsal ilaç enerjisi
TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Yenilenemez enerji girdisi ile yenilenebilir enerji girdisi arasında geleneksel toprak işleme-ekim yönteminden, koruyucu toprak işleme-ekim yöntemlerine doğru oransal azalış olduğu belirlenmiştir. Anıza doğrudan ekim yönteminde yenilenebilir enerji girdi oranları; buğday (fiğ), buğday (nadas), fiğ ve nadas uygulamasında sırasıyla % 32.48, 31.88, 30.29 ve 0.34 olurken, geleneksel toprak işlemede % 27.91, 28.38, 25.33 ve 0.93 olmuştur. Toprak işleme uygulamaları arasında yenilenebilir enerji girdi oranlarında buğday bitkisi, fiğ'e göre biraz daha yüksek değerler elde edilmiştir. 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).

Münavebe uygulamalarının doğrudan–dolaylı enerji girdi kullanımı ve yenilenebilir–yenilenmez enerji girdileri olarak tükedikleri enerji değerleri Çizelge 4.30’da verilmiştir. Münavebe uygulamalarının birim üretim alanı (ha) için toplam enerji tüketiminin en yüksek TS1 yönteminde ortalama %21.63 olan doğrudan enerji kullanımının %20.46’sını (1944.7 MJ) buğday–fiğ (B–F), % 22.80’ini (1482.6 MJ) buğday–nadas (B–N) münavebesi oluşturmuştur. Bunu takip eden TS3 yönteminde ortalama % 12.75’in % 13.59’unu B–F (1174.2 MJ)–% 11.90’ını B–N (681.3 MJ), TS2 yönteminde ortalama % 12.24’ün % 13.19’unu B–F (1126.1 MJ)–% 11.29’unu B–N (657.2 MJ) ve anıza doğrudan ekim yönteminde ise ortalama % 7.62’nin B–F % 7.82’ini (628.9 MJ)–% 7.42’sini B–N (408.7 MJ) doğrudan enerji tüketimleri oluşturmuştur. Dolaylı enerji tüketimlerini ise buğday–fiğ ve buğday–nadas olarak sırasıyla; TS1 yönteminin % 78.37’nin % 79.54–77.20’sini, TS3 yönteminin % 87.26’nın % 86.41–88.10’unu, TS2 yönteminin % 87.76’nın % 86.81–88.71’ini ve anıza doğrudan ekim yönteminin ise % 92.38’nin % 92.18–92.58’ini oluşturmuştur.

Dünyada bol miktarda bulunan, kendini yenileyebilme özelliğine sahip olan, doğaya zarar vermeyen yenilenebilir enerji girdi kullanımını buğday–fiğ ve buğday–nadas münavebe uygulamalarında birim alan için (ha) toplam enerji tüketimleri Çizelge 4.31’de verilmiştir. Buna göre sırasıyla buğday–fiğ ve buğday–nadas münavebe uygulamalarında TS1 yönteminin % 26.97–25.97’sini, TS2 yönteminin % 29.90–28.83’ünü, TS3 yönteminin % 29.52–29.36’sını ve anıza doğrudan ekim yönteminin ise % 31.69–30.45’ni 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 anıza doğrudan ekim yöntemi diğer yöntemlere göre daha az oranda yenilenemeyen enerji girdisini kullanmıştır.

Çizelge 4.31. Toprak işleme yöntemlerinin münavebe bazında enerji girdileri (MJ ha⁻¹) ve oranları

Münavebe uygulamaları	Doğrudan		Dolaylı		Yenilenebilir		Yenilenemez	
	Enerji girdisi	Oranı (%)	Enerji girdisi	Oranı (%)	Enerji girdisi	Oranı (%)	Enerji girdisi	Oranı (%)
TS1	1713.7	21.63	6289.0	78.37	2125.8	26.47	5876.9	73.53
Buğday–Fiğ	1944.7	20.46	7559.2	79.54	2563.0	26.97	6940.9	73.03
Buğday–Nadas	1482.6	22.80	5018.7	77.20	1688.5	25.97	4812.8	74.03
TS2	891.7	12.24	6292.6	87.76	2117.1	29.37	5067.2	70.63
Buğday–Fiğ	1126.1	13.19	7416.0	86.81	2554.3	29.90	5987.7	70.09
Buğday–Nadas	657.2	11.29	5169.2	88.71	1679.9	28.83	4146.6	71.16
TS3	927.8	12.75	6254.6	87.26	2115.7	29.44	5066.6	70.56
Buğday–Fiğ	1174.2	13.59	7470.2	86.41	2552.4	29.52	6092.0	70.47
Buğday–Nadas	681.3	11.90	5038.9	88.10	1678.9	29.36	4041.2	70.65
TS4	518.8	7.62	6260.4	92.38	2114.2	31.07	4665.0	68.92
Buğday–Fiğ	628.9	7.82	7418.8	92.18	2550.4	31.69	5497.3	68.30
Buğday–Nadas	408.7	7.42	5101.9	92.58	1678.0	30.45	3832.6	69.54

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Gerek geleneksel toprak işleme–ekim yönteminde ve gerekse buna alternatif olabilecek koruyucu toprak işleme–ekim 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 alışlagelmiş tarımsal üretimde, üretimi artırmak için yoğun alet makina kullanımı ile birlikte, bu uygulamaya alternatif 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.

Yörede uygulanan geleneksel toprak işleme–ekim yönteminde, doğrudan enerji girdi kullanımı buğday–fiğ münavebesi buğday–nadasa göre düşük olurken, koruyucu toprak işleme uygulamalarında ise buğday–fiğ münavebesinde bu oranın daha yüksek olduğu görülmüş ve bu dolaylı enerji girdi kullanımında yansımıştır. Yenilenebilir enerji girdilerinde oransal olarak buğday–fiğ münavebesinin tüm uygulamalarda buğday–nadasa göre %1 daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yenilenebilir enerjinin birim alan için (ha) hem üretim girdilerinde (MJ), hemde oransal (%) olarak anıza doğrudan ekim yönteminde en iyi sonuç elde edilmiş, bunu koruyucu toprak işleme ve geleneksel uygulama takip etmiştir (bkz. Çizelge 4.31). Baran ve Gökdoğan (2014), Kırklarelinde geleneksel uygulama ile karpuz ve kavun yetiştiriciliğinde doğrudan enerjiyi sırasıyla

% 34.28–39.44, yenilenebilir enerji de % 8.47–7.51 olarak belirlemişlerdir. Anonim (2011), buğday tarımında üç farklı toprak işleme–ekim uygulamasında birim alan (ha) enerji girdilerinde geleneksel toprak işleme–ekimde 14109 MJ, azaltılmış toprak işleme–ekimde 13483 MJ, anıza doğrudan ekimde 12614 MJ olarak bildirmişlerdir. 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.

4.6. Toplam Enerji Çıktısı

Yöntemlerin karşılaştırılmasında en önemli etken olan verim, enerji çıktısını oluşturan yegâne parametredir. Bu çalışmada enerji çıktıları ana uygulama (toprak işleme–ekim), alt uygulamalar (münavebe) ve bitki bazında incelenmiştir.

Buğday bitkisi dane–sap ve fiğ bitkisi verim değerleri dikkat alınarak hesaplanan enerji çıktısı değerleri Çizelge 4.32’de verilmiştir. Yöntemler arasında en yüksek verim (buğday dane+buğday sap+fiğ) değerini oluşturan anıza doğrudan ekim uygulaması en yüksek enerji çıktısını da oluşturmuş, bunu TS1, TS2 ve TS3 uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.35). Geleneksel toprak işleme uygulamasında birim üretim alanına (ha) ortalama 13576 kg verime karşılık ortalama 215495 MJ ha⁻¹ enerji çıktısı elde edilirken, toprak işlemenin olmadığı anıza doğrudan ekim uygulamasında ise 14687 kg ha⁻¹ verime karşılık birim alan (ha) için ortalama 232054 MJ enerji çıktısı elde edilmiştir. Azaltılmış toprak işleme uygulamalarında ise TS2 yönteminde 13652 kg ha⁻¹ verime karşılık birim alan (ha) için elde edilen ortalama 215975 MJ, TS3 yönteminde ise elde edilen 12989 kg ha⁻¹ verime karşılık birim alan (ha) için ortalama 204388 MJ enerji çıktısı değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.32).

Münavebeler arasında buğday–fiğ uygulamasında birim alan (ha) için tüm yöntemlerin ortalama 16853 kg verime karşılık 253480 MJ enerji çıktısı elde edilirken, buğday–

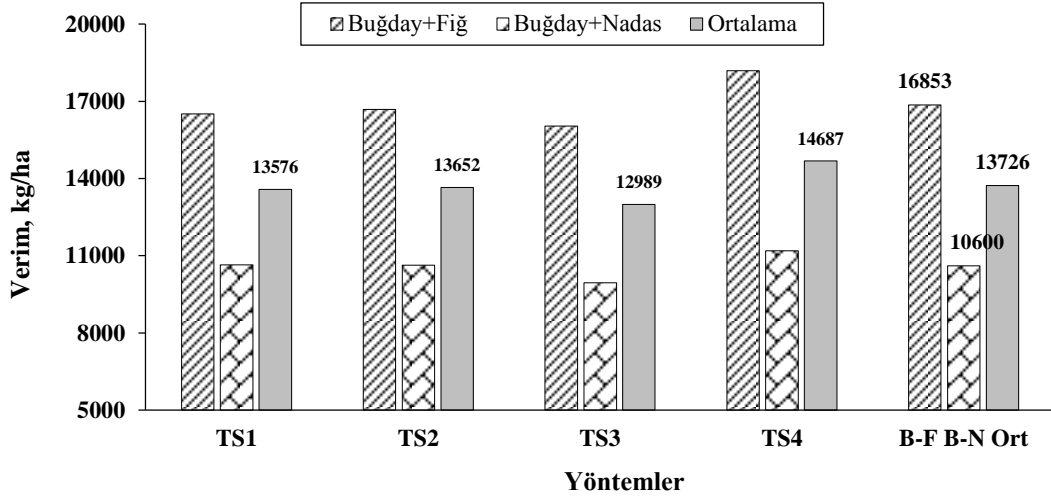
nadas münavebesinde ise 10600 kg verim değerine karşılık 180 468.0 MJ enerji çıktısı elde edilmiştir (Şekil 4.16 ve 4.17).

Buğdayların her iki münavebeden elde edilen 3308 kg ortalama dane verimine karşılık 55 250 MJ ha⁻¹ enerji ve birim alana 7476 ortalama saman verimiyle de 128 368 MJ ha⁻¹ enerji çıktısı elde edilmiştir. Fiğ üretiminde ise birim üretim alanından (ha) elde edilen 5883 kg verim değerinden 66 712 MJ'lük enerji çıktısı elde edilmiştir. Buğday–fiğ ve buğday–nadas uygulamalarında toprak işleme yöntemleri incelendiğinde en yüksek enerji çıktısı anıza doğrudan ekim yönteminden (11 521 kg ha⁻¹ verime karşılık 196 157 MJ ha⁻¹) alınırken, bunu (10 823 kg ha⁻¹ verime karşılık 184 270 MJ ha⁻¹) geleneksel toprak işleme yöntemi takip etmiştir. TS2 ve TS3 uygulamaları ise (sırasıyla verim değerleri 10755–10041 kg ha⁻¹ ve enerji çıktıları ise 183 094–170 952 MJ ha⁻¹) üçüncü ve dördüncü sırada yer almışlardır (Çizelge 4.32).

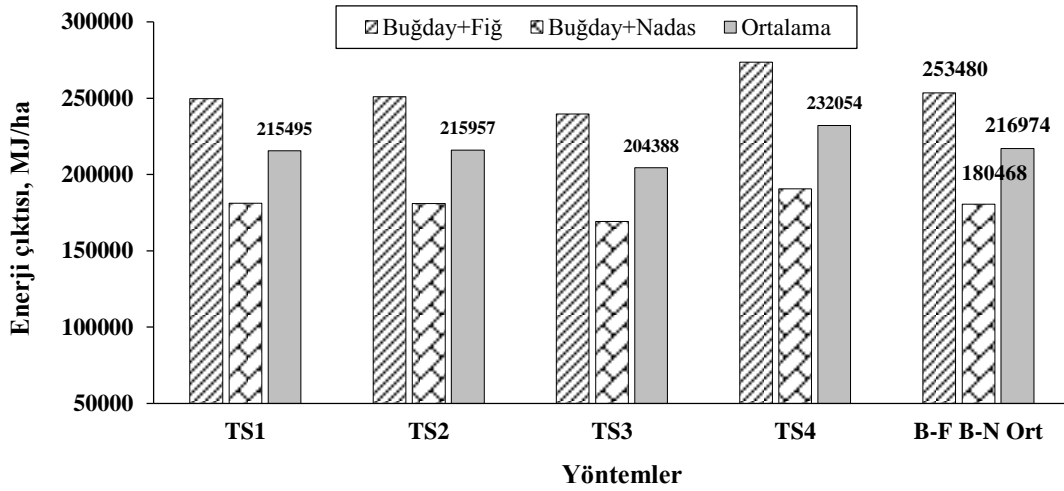
Çizelge 4.32. Toprak işleme ve münavebe uygulamalarının verim değerleri ve enerji çıktıları

Yöntemler	Buğday–Fiğ				Buğday–Nadas				Ortalama
	Dane	Sap	Fiğ	Toplam	Dane	Sap	Nadas	Toplam	
TS1									
Verim (kg/ha)	3371	7633	5507	16510	3259	7383	0.00	10643	13576
Enerji çıktısı (MJ/ha)	56287	131051	62451	249788	54429	126773	0.00	181203	215495
TS2									
Verim (kg/ha)	3354	7529	5796	16678	3268	7358	0.00	10626	13652
Enerji çıktısı (MJ/ha)	56009	129265	65728	251001	54575	126339	0.00	180914	215957
TS3									
Verim (kg/ha)	3137	7006	5897	16040	3018	6921	0.00	9938	12989
Enerji çıktısı (MJ/ha)	52385	120296	66873	239554	50398	118825	0.00	169223	204388
TS4									
Verim (kg/ha)	3621	8230	6331	18182	3440	7751	0.00	11191	14687
Enerji çıktısı (MJ/ha)	60476	141304	71795	273575	57442	133091	0.00	190533	232054

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim



Şekil 4.16. Toprak işleme ve münavebelerin buğday (dane–sap) ve fiğ verim değerleri



Şekil 4.17. Toprak işleme ve münavebelerin buğday (dane–sap) ve fiğ enerji çıktıları

Bayhan (2016), ikinci ürün ayçiçeğinde dört farklı toprak işleme uygulamasında rototillerin kullanıldığı uygulamanın $69\ 695\ \text{MJ ha}^{-1}$ çıktıyla ilk sırada 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 $143\ 310\ \text{MJ ha}^{-1}$, anıza doğrudan ekimde ise $150\ 220\ \text{MJ ha}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir. Konak ve ark. (2004), Konya’da geleneksel mısır üretiminde enerji çıktısını $102060\ \text{MJ ha}^{-1}$ 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 41721 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.

4.7. Enerji Etkinliği

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

Erzurum yöresi yağışa dayalı tarım koşullarında farklı münavebe ve koruyucu toprak işleme–ekim yöntemlerinde buğday, fiğ bitkilerinin ve nadas uygulamasının enerji tüketim değerlerinden hesaplanan enerji kullanım etkinliği göstergeleri, bitki ve uygulamalar bazında Çizelge 4.33’de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Toprak işleme yöntemlerinin bitki bazında enerji etkinlik değerleri

Enerji etkinlik göstergeleri	Enerji etkinlik değerleri			
	Buğday (Fiğ)	Buğday (Nadas)	Fiğ	Nadas
TS1				
Enerji Oranı	15.53	15.27	8.99	0.00
Özgül Enerji (MJ kg ⁻¹)	1.10	1.12	1.26	0.00
Enerji Üretkenliği (kg MJ ⁻¹)	0.91	0.90	0.79	0.00
Net Enerji Verimi (MJ ha ⁻¹)	175276	169336	55504	-1136
TS2				
Enerji Oranı	16.61	16.22	11.09	0.00
Özgül Enerji (MJ kg ⁻¹)	1.03	1.05	1.02	0.00
Enerji Üretkenliği (kg MJ ⁻¹)	0.98	0.95	0.98	0.00
Net Enerji Verimi (MJ ha ⁻¹)	174118	169758	59799	-498
TS3				
Enerji Oranı	15.78	15.46	10.54	0.00
Özgül Enerji (MJ kg ⁻¹)	1.08	1.10	1.08	0.00
Enerji Üretkenliği (kg MJ ⁻¹)	0.93	0.91	0.93	0.00
Net Enerji Verimi (MJ ha ⁻¹)	161738	158280	60527	-498
TS4				
Enerji Oranı	19.54	18.11	12.45	0.00
Özgül Enerji (MJ kg ⁻¹)	0.87	0.94	0.91	0.00
Enerji Üretkenliği (kg MJ ⁻¹)	1.15	1.06	1.10	0.00
Net Enerji Verimi (MJ ha ⁻¹)	191451	180009	66028	-498

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan eki

Bitki bazında enerji kullanım etkinliği incelendiğinde yüksek olması arzu edilen enerji oranı, enerji üretkenliği (kg MJ^{-1}) ve net enerji verimi (MJ ha^{-1}), düşük olması beklenen özgül enerji (MJ kg^{-1}) değerlerinde buğday (fiğ) bitkisinden, buğday (nadas) göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Fiğ bitkisi enerji oranı ve net enerji verim göstergelerinde buğdaylara göre oldukça düşük, özgül enerji ve enerji üretkenliğinde ise buğday bitkisine yakın değerler elde edilmiştir. Nadas uygulamasında ise harcanan işgücü ve enerjiye karşılık hiçbir çıktı oluşmadığından sadece net enerji veriminde, özellikle geleneksel toprak işleme uygulamasında birim alana (ha) -1136 MJ , koruyucu toprak işleme uygulamalarında ise -498 MJ 'lük negatif yönde bir enerji açığının olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.33).

Gözübüyük ve ark. (2012), Erzurum yöresinde kuru tarım koşullarında buğday tarımında dört farklı 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 etmiştir. Net enerji veriminde ise en yüksek değer 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. Bayhan (2016), ikinci ürün ayçiçeğinde dört farklı toprak işleme uygulamasında benzer sonuçlar elde etmiştir. Eren, (2011) ise yaptığı çalışmada geleneksel uygulama ile buğday gibi hem tane hemde 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 MJ ha^{-1} olarak belirlenmiştir. Ulusal Hububat Konseyinin açıkladığı raporda enerji oranları, geleneksel uygulamada 2.39, azaltılmış toprak işlemede 2.93, doğrudan ekim uygulamasında ise 3.30 olarak bildirilmiştir (Anonim, 2011). 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.

4.7.1. 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 12.52 enerji oranıyla anıza doğrudan ekim yönteminden en yüksek değer elde edilirken, geleneksel toprak işleme–ekim yönteminden ise 9.95 oranı ile en düşük enerji oranı belirlenmiştir (Çizelge 4.34). Toprak işleme*münavebe interaksyonu arasında en düşük enerji oranı buğday–nadas münavebesindeki geleneksel toprak işleme yönteminden (TS1) (7.63) elde edilmiştir. Münavebe uygulamalarında ise buğday–fiğ uygulamasında 13.82’lik enerji oranı belirlenirken, buğday–nadas da ise bu oran 8.13 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.34. Yöntemlerin ortalama enerji oranları

Toprak işleme yöntemleri	Enerji Oranı		Toprak işleme ortalamaları
	Münavebe uygulamaları		
	Buğday–Fiğ	Buğday–Nadas	
	13.82	8.13	
TS1	12.26	7.63	9.95
TS2	13.85	8.11	10.98
TS3	13.16	7.73	10.45
TS4	15.99	9.05	12.52

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

İki yılda tek ürünün (buğday) elde edildiği buğday–nadas uygulaması, iki yılda iki ürünün alındığı buğday–fiğ göre % 41.17 oranında daha az gerçekleşmiştir. Toprak işleme uygulamalarından anıza doğrudan ekim yöntemi, geleneksel toprak işleme–ekim yönteminin % 25.83’ü oranında daha fazla olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçları;

Gözübüyük ve ark. (2012); Kumar ve ark. (2013); Bayhan (2016); Eren (2011); Anonim (2011)'da elde etmişlerdir.

4.7.2. Özgül enerji

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.

Toprak işleme ve münavebe uygulamalarının özgül enerji değerleri Çizelge 3.35'de verilmiştir. Buna göre birim alanda (ha) 1 kg buğday+fiğ üretimi için toprak işleme uygulamalarından anıza doğrudan ekim yöntemi 0.68 MJ enerji tüketirken, geleneksel toprak işleme yöntemi 0.87 MJ'lük bir enerji tüketmektedir. Münavebe uygulamalarında ise tek ürün ihtiva eden buğday–nadas uygulamasında 1 kg buğdayın üretimi için 0.53 MJ enerji tüketilirken, iki ürün ihtiva eden buğday–fiğ münavebesinde 1.04 MJ kg⁻¹ enerji tüketimi değeri elde edilmiştir.

Çizelge 4.35. Yöntemlerin ortalama özgül enerji değerleri

Toprak işleme yöntemleri	Özgül enerji (MJ kg ⁻¹)		Toprak işleme ortalamaları
	Münavebe uygulamaları		
	Buğday–Fiğ	Buğday–Nadas	
	1.04	0.53	
TS1	1.18	0.56	0.87
TS2	1.02	0.52	0.77
TS3	1.08	0.55	0.82
TS4	0.89	0.47	0.68

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Düşük olması arzu edilen özgül enerji değerinin, münavebeler arasında iki yılda tek ürünün (buğday) elde edildiği buğday–nadas uygulaması, buğday–fiğ uygulamasının hemen hemen yarısı oranında gerçekleştiği belirlenmiştir. Toprak işleme uygulamalarından anıza doğrudan ekim yöntemi, geleneksel toprak işleme–ekim yöntemine kıyasla % 21.84 oranında daha az gerçekleşmiştir. İnteraksiyon uygulamasında (toprak işleme*münavebe) en iyi sonuç TS4 yönteminin buğday–nadas uygulamasından 0.47 MJ kg⁻¹ olarak elde edilmiştir. 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); Anonim (2011)'da elde etmişlerdir.

4.7.3. 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.

Erzurum yöresinde geleneksel ve koruyucu toprak işleme-ekim yöntemleri ile münavebe uygulamaları arasında birim miktar MJ enerji tüketimi karşılığında üretilen ürün miktarları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Buna göre, toprak işleme yöntemleri arasında 1 MJ enerji tüketimine karşılık en yüksek ürün değeri (0.83 kg) anıza doğrudan ekim yönteminden, en düşük verim değeri ise (0.65 kg) geleneksel toprak işleme-ekim yönteminden elde edilmiştir. Münavebe uygulamalarında ise yine iki ürünün yer aldığı buğday-fiğ uygulamasında kullanılan birim enerjiye karşılık buğday-nadasın iki katı oranında 0.97 kg'la en yüksek verim değeri elde edilmiştir.

Çizelge 4.36. Yöntemlerin ortalama enerji üretkenliği değerleri

Toprak işleme yöntemleri	Enerji üretkenliği (kg MJ ⁻¹)		Toprak işleme ortalamaları
	Münavebe uygulamaları		
	Buğday-Fiğ	Buğday-Nadas	
	0.97	0.48	
TS1	0.85	0.45	0.65
TS2	0.98	0.48	0.73
TS3	0.93	0.45	0.69
TS4	1.12	0.53	0.83

Özgül enerji değerinin tersi olup, 1 MJ enerji tüketimine karşılık hasat edilen toplam buğday (fiğ), fiğ ve buğday (nadas) ürün miktarı olarak tanımlanan enerji üretkenliği

değerlerinde en yüksek değer buğday–fiğ uygulamasında (0.97 kg MJ⁻¹) elde edilmiştir. Bu değer buğday–nadas uygulamasında (0.48 kg MJ⁻¹) elde edilen değerden % 102.08 oranında daha fazladır. 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.

4.7.4. 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) anıza doğrudan ekim yöntemi 109 284 MJ değeriyle en yüksek, kuyruk milinden hareketli dik rotavatörün kullanıldığı TS3 yöntemi ise 95 048 MJ ile en düşük net enerji değerlerine sahip olmuştur. Münavebe uygulamalarında ise buğday–fiğ uygulamasından (118 055 MJ ha⁻¹), buğday–nadasa uygulamasına göre (84 398 MJ ha⁻¹) daha iyi net enerji kazanımının olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. Yöntemlerin ortalama net enerji verimi

Toprak işleme yöntemleri	Net Enerji Verimi (MJ ha ⁻¹)		Toprak işleme ortalamaları
	Münavebe uygulamaları		
	Buğday–Fiğ	Buğday–Nadas	
	118055	84398	
TS1	115390	84100	99745
TS2	116959	84702	100831
TS3	111133	78963	95048
TS4	128740	89828	109284

TS1: Geleneksel toprak işleme, TS2: Azaltılmış toprak işleme-1, TS3: Azaltılmış toprak işleme-2, TS4: Doğrudan ekim

Buğday–nadas uygulamasında (84 398 MJ kg⁻¹), buğday–fiğ uygulamasının (118 055 MJ kg⁻¹) % 71.49’u oranında net enerji verimi gerçekleşmiştir. Toprak işleme

uygulamaları arasında en yüksek değer anıza doğrudan ekim uygulamasında olup, bunu % 8.73 ile geleneksel toprak işleme yöntemi takip etmiş ve en düşük değer ise % 13.03'lük bir azalmayla rototillerin kullanıldığı TS3 yönteminden elde edilmiştir. Kumar ve ark. (2013), net enerji verimini geleneksel uygulamada en düşük ($120\,025\text{ MJ ha}^{-1}$) iken anıza doğrudan ekimde ise en yüksek ($129\,976\text{ MJ ha}^{-1}$) olarak tespit etmişlerdir. Bayhan (2016), ayçiçeğinde en yüksek net enerji verimini $63\,047.59\text{ MJ ha}^{-1}$ olarak rototillerin kullanıldığı uygulamada, en düşük net enerji verimini ise diskli tırmığın kullanıldığı uygulamadan elde etmiş olup ($56\,291.00\text{ MJ ha}^{-1}$), anıza doğrudan ekim yönteminin ise ikinci sırada yer aldığını bildirmiştir.

Toprak işleme ve münavebe uygulamalarının ortalama enerji etkinlik değerleri doğrudan ekim yöntemi Enerji Oranı, Özgül Enerji ve Enerji Üretkenliği değerlerinde diğer yöntemlere göre yüksek olduğu belirlenmiş, bunu TS2, TS3 ve geleneksel yöntem olan TS1 uygulamalarının takip ettiği, net enerji veriminde (MJ ha^{-1}) ise sıralama TS4, TS2, TS1 ve TS3 olarak belirlenmiştir. Münavebe uygulamalarında ise yağışa dayalı tarım koşullarında her yıl ürün alınan buğday–fiğ, özgül enerji hariç diğer göstergelerde buğday–nadasa göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, Erzurum yöresinde uygulanan geleneksel münavebe ve toprak işleme–ekim uygulamasına alternatif olabilecek farklı münavebe ve farklı toprak işleme–ekim uygulamalarının enerji etkinliği incelenmiştir. Enerji etkinliğinin değerlendirilebilmesi için, bazı ölçütler tanımlanmış ve bu ölçütler dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Tarım sektörüne enerji kullanımı ve enerji korunumu açısından, geleneksel olmayan yöntemler uygulanarak elde edilen veriler ışığında önerilerde bulunulmuştur.

Yıllık yağışın 440 mm civarında olması Erzurum yöresinde kuru tarım yöntemlerinin ön plana çıkmasına neden olmakta ve uygulama buğday–nadas yöntemi şeklinde yaygınlık göstermektedir. Bu çalışma; girdilerin etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayan, enerji etkinliğini ön plana çıkaran toprak işleme sistemleri ile nadasın kaldırılması, işletme gelirlerinde artış, toprak ve suyun korunumu ve sürdürülebilirliğin artırılması gibi varsayımlardan yola çıkarak hazırlanmıştır. Nadas alanlarının azaltılması ve/veya kaldırılması kapsamında geleneksel toprak işlemeye alternatif olabilecek değişik toprak işleme–ekim yöntemleri; enerji ve işçilik gereksinimleri, enerji kullanım etkinliği, yakıt tüketimleri ve bazı işletme parametreleri ile ürün verimi yönünden karşılaştırılmıştır. Böylece, sulanamayan yağışa dayalı alanlarda nadasın münavebeden kalkabileceği, işgücü, zaman ve enerji girdilerini azaltan yeni tarım tekniklerinin uygulanabilirliği, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Pasinler Deneme İstasyonunda tarla denemeleri ile ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Genel olarak kuru topraklar sıkışmaya karşı yüksek bir mukavemet gösterirler, çünkü katı kütle içerisindeki parçacıklar arasındaki bağlar kuvvetlidir ve deformasyona karşı direnç gösterirler. Toprak su içeriği arttıkça su filmleri nedeniyle parçacıklar arasındaki bağlar zayıflar, şişme meydana gelir, dâhili sürtünme azalır ve böylece toprak daha kolay sıkıştırılabilir bir özellik alır. Bu nedenle sulanabilen alanlarda nem oranındaki artışa bağlı olarak toprak taneleri arasındaki su filmleri sayesinde bu taneler daha kolay hareket edebilmekte ve uygulanan kuvvete karşılık daha düşük bir direnç gösterebilmekte, bu nedenle toprakların nem içeriklerindeki artışa bağlı olarak penetrasyon direnci değerleri değişiklik gösterebilmektedir. Toprağın penetrasyon

direnci, toprak sıkışma gücüne, toprak tipine, su içeriğine, arazinin durumuna ve yetiştirilen ürünün çeşidine bağlı olarak bitki kök gelişimini ve dolayısıyla da verimi yakından ilgilendiren bir parametredir. Yağışa dayalı tarım koşullarında gerçekleştirilen bu çalışmada penetrasyon dirençlerinde, yıllar arasında 0–10 cm tabakası hariç nispeten homojen değerler elde edilmiştir. Münavebe uygulamalarında her ne kadar buğday–fiğ penetrasyon değerleri biraz yüksek olsa da sonuçta benzer ve homojen değerler tespit edilmiştir. Bu çalışmada uygulamalar ve tabakalar arasında farklılıklar belirlenmiş, elde edilen penetrasyon direnci değerleri, genel olarak 0.58 MPa ile 4.98 MPa değişim aralığında olduğu, tespit edilmiştir.

Toprak nem içeriği (bkz. Çizelge 3.7) ile penetrasyon direnci arasında doğrusal negatif ilişki olmasına rağmen, toprak işleme ve buna bağlı olarak kütle yoğunluğu ile doğrusal pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Çalışma süresince 0–30 cm toprak tabakasında yapılan ölçümlerde, toprak işleme derinliği artıkça penetrasyon değerlerinde bir azalma, işleme derinliğinden sonraki tabakalarda ise direnç değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada (koruyucu toprak işleme–ekim çalışmalarında) özellikle sıfır ya da minimum toprak işlemenin olduğu yöntemlerde, toprak işleme derinliği azaldıkça buna bağlı olarak toprak penetrasyon direnç değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda münavebe uygulamalarının ve bitkilerin penetrasyon direncine etkisinin olmadığı, bunun yanında toprak işleme yöntemlerinin toprak penetrasyon direncine etkisinin önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Buğday ve fiğ bitkilerinde toprak işleme–ekim aletlerinden pulluk en yüksek yakıtı tüketmiş, bunu dik rotovator, kùltivatör, anıza doğrudan ekim makinası, kombikürüm ve ekim makinası takip etmiştir. Bitki bazında toplamda buğday parsellerinde, fiğ parsellerine göre yakıt tüketimleri % 33.75 daha yüksek olmuştur. Geleneksel toprak işlemede kullanılan toplam yakıtın, buğdaylarda % 73.35, fiğde % 85.09 ve nadasda % 100'nün birincil ve ikincil toprak işlemede tüketilmesi, göstermiştir ki tükenmekte olan fosil kaynaklı yakıt kullanımını azaltan, koruyucu toprak işleme–ekim yöntemlerinin kullanılması kaçınılmazdır. Böylece yakıt tüketimi yönünden avantajlı olan anıza doğrudan ekim uygulamasının (TS4) kullanılması önerilmiştir.

Bu çalışmada geleneksel toprak işleme–ekim uygulamasında birim zamanda işlenen alan 0.116 ha iken, azaltılmış ve doğrudan ekim uygulamalarında işlenen alan 2.12, 1.83, 3.32 (0.212, 0.246 ve 0.385) kat olarak artmış ve birim zamanda daha fazla alan işlenerek zaman açısından oldukça önemli bir avantaj elde edilmiştir. Çiftçilerin mevsime bağlı olan tarımsal işlemleri zamanında bitirerek, diğer çiftlik işlerine daha fazla zaman ayırabileceği için, özellikle 2. ürün ekimi yapılabilen bölgelerde zaman ve işgücü açısından oldukça avantajlı olan doğrudan ekim ve azaltılmış toprak işleme–ekim yöntemleri önerilmiştir.

İşlenen birim alan başına düşük olması arzu edilen insan ve makina işgücü ihtiyacı açısından anıza doğrudan ekim yönteminden diğer yöntemlere göre oldukça düşük değerler elde edilmiş ve bu durum özellikle makina işgücü ihtiyacında daha bariz şekilde görülmektedir. Geleneksel toprak işleme–ekim yönteminde bir hektar alanın işlenmesi ve ekimi için buğdayda 8.98, fiğde 8.44 saat makine işgücüne ihtiyaç varken (hasat dahil), anıza doğrudan ekim yönteminde bu işlemler sırasıyla 2.90 ile 2.36 saatte yapılabilmektedir. Benzer durum insan işgücü ihtiyacında da belirlenmiş, koruyucu toprak işleme–ekim uygulamalarında buğday ve fiğde sırasıyla azaltılmış toprak işleme–1; % 26.55–31.20, azaltılmış toprak işleme–2; % 39.49–46.40 ve anıza doğrudan ekim yönteminde; % 46.89–55.10 oranında insan işgücü azalmıştır. İş başarısının yüksek olduğu doğrudan ekim yöntemi büyük üretim alanlarında, özellikle ikinci ürünün alındığı, yakıtın ve iş gücünün pahalı olduğu bölgelerde zamandan ve yakıttan tasarruf için önerilmiştir.

Uygulamaların tarla filizi çıkışı, filiz derecesi ve çimlenme sürelerinde, yıllar arasındaki meteorolojik değişkenlik filiz çıkışlarına yansımış ve yıllar arasında homejenlik elde edilememiştir. Buğdayda ve fiğde ilk yıl bitki gelişim parametrelerinin ikinci yıl değerlerine göre düşük olduğu tespit edilmiştir Münavebeler arasında buğday–fiğ uygulamasından buğday–nadasa göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Nadasın içinde bulunduğu uygulamada tarlanın bir yıl ekilip diğer yıl nadasa bırakılmasından dolayı tarla yüzeyinde yeterli anızın ve bitki artıklarının olmaması, üst toprak tabakasında nem kaybına sebep olmuş ve sonuçta bitki gelişim parametrelerinede olumsuz yansımıştır. Her iki yılda da anıza doğrudan ekim yöntemi, tüm bitkilerde en yüksek filiz çıkışı

değerini vermiştir. Bunu TS3, TS2 ve geleneksel toprak işleme–ekim yöntemi takip etmiştir. Anıza doğrudan ekim parsellerinde bitki artıklarının ve anız gölgesinin toprak sıcaklığını düşürmesi, dolayısıyla da buharlaşmayı engellemesi bu uygulamaya ait parsellerde diğer parsellere göre nem birikiminin daha fazla olmasına neden olmuştur. Bu sonuç anıza doğrudan ekim parsellerindeki filiz çıkış sayısına (daha fazla çıkış) ve çıkış zamanına (erken) olumlu yansımıştır. Erken tarla filizi çıkışları bitkilerin kışa daha iyi hazırlanmasını sağlamış ve bu hasat tarihinede yansımıştır.

Artan nüfusa paralel olarak tarım ürünlerine olan talep artışı, Dünyada ve Türkiye’de yeni alternatif ürünlerin devreye girmesini, üretim planlamasının daha bilinçli yapılması gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır. Üretim planlamasının daha bilinçli yapılabilmesi için, yetiştirilecek ürünlerin doğru seçilmesinin yanısıra, seçilen ürünlerin doğru zamanlarda ve doğru teknikler kullanılarak üretilmeleri gerekmektedir. Bunun için öncelikle iklimsel faktörlerin (sıcaklık, yağış, radyasyon, nem vb.) etkisi önem taşımaktadır. Bunlardan en önemlisi de sıcaklıktır. Özellikle yetiştiriciliği yapılacak tür ve çeşitler seçilirken, o bölgenin maksimum ve minimum sıcaklık değerleri irdelenip, değerlendirilmesi ve bitkinin sıcaklık ile ilişkisi belirlenerek o bölge de üretime başlanması gerekmektedir. İki yıl boyunca aynı tohum, toprağın ihtiyacı kadar gübreleme ve aynı ekipmanlarla yapılan buğday ve fiğ üretiminde farklı verimler elde edilmiştir. Burada etkin olan meteorolojik koşullardaki değişkenliklerdir. Bunlardan en önemlisi sıcaklık, yani günlük gelişme sıcaklığı derecesidir. Bu çalışmada yıllar arasında ortalama verim değerlerinin farklı olması ekim tarihleri ile yakından ilişkilidir. İlk yıl buğday ve fiğ ekimleri 27 Eylül 2013, ikinci yıl ise 18 Eylül 2014, bitki gelişim periyotları da hemen hemen aynı gün sayısında gerçekleşmiş olup, ekim tarihlerindeki 9 günlük farkdan dolayı termal zaman ilk yıl buğday ve fiğde sırasıyla 596.4–459.7 °C-gün, olurken ikinci yıl 758.6–639.5 °C-gün olarak gerçekleşmiştir. Termal zamanlardaki bu farklılık dolayısıyla da verime yansımış ve termal zamanı düşük olan ilk yılın verimlerinde düşük olmuştur. Uygulamalar arasında da termal zaman farklılıkları oluşmuş, her iki yılda da anıza doğrudan ekim yöntemi diğerlerinden daha önce hasat dönemine ulaşmıştır. Bunu tarla filiz çıkışında olduğu gibi TS3, TS2 ve TS1 yöntemleri takip etmiştir. Termal zaman birimi (°C-gün) yetiştiricilikte gelişim dönemlerinin uzunluğunun önceden bilinmesinde ya da tahmininde sıklıkla kullanılmaktadır. °C-gün,

sıcaklık ve gelişim oranı arasındaki ilişkinin temeli üzerine kuruludur ve sıcaklık toplamları terimi de zaman zaman kullanılmaktadır. Bu çalışmada yapılmasında çok büyük fayda sağlayabilecek buğday ve fiğın fenolojik gözlemlerine bağılı olarak termal zamanları belirlenebilirdi. Böylece uygulanan farklı toprak işleme–ekim ve münavebe uygulamalarının bitki gelişim evreleri açısından da incelenerek farklılıklar ortaya konulabilirdi.

Ürünler kritik dönemlerinde yüksek ve düşük sıcaklıklardan etkilenebilecekleri için ekim–dikim zamanları don ve sıcak zararını minimize etmek amacıyla ayarlanabilir, bu da termal zaman modelleri kullanılarak gerçekleştirilebilir. Hasat tarihi için kullanılan en yaygın yaklaşım °C günlerdir. Yapılacak termal zaman modelleri ile hasat tarihlerinin belirli olması pazarlamaya kolaylık ve esneklik sağlayacaktır. Böylece o bölgede ne zaman ve ne kadar ürününün pazara hazır olduğı konusundaki tahminler yapılabilecektir.

Verim, yöntemlerin karşılaştırılmasında en önemli parametrelerinden biridir. Üretimde amaç maliyet girdilerini azaltıp, karı maksimize etmektir. Yağışa dayalı tarım koşullarında nadasın azaltılması ve/veya kaldırılmasıyla ekonomiye yapacak katkısı yatsınamayaca kadar büyüktür. Bu amaçla Erzurum yöresinde gerçekleştirilen bu çalışmada geleneksel uygulamanın alternatifi olabilecek üç farklı toprak işleme–ekim yöntemleri denenmiştir. Çalışmanın sonucunda yıllar ve münavebeler (Yıl*M) arasında istatistiki olarak fark olmasada buğday–fiğ uygulamasından buğday–nadasa göre % 3.69 oranında daha fazla buğday verimi elde edilmiştir. Benzer sonuç fiğ verimlerinde de tespit edilmiştir. Yıllar arasındaki fark, ikinci yılın değerlerinin az da olsa yüksek olması termal zaman kısmında da bahsedildiğı gibi geç ekim ve meteorolojik koşullardan kaynaklandığı belirlenmiştir. Toprak işleme uygulamalarında ise anıza doğrudan ekim yönteminden 3530.5 kg ha⁻¹'la en iyi verim elde edilmiş, bunu geleneksel toprak işleme yöntemi (3314.9 kg ha⁻¹) takip etmiştir. Azaltılmış toprak işleme uygulamalarında TS2 (kültüvatör+kombikürüm+ekim makinası) yönteminin verim değeri geleneksel uygulamaya çok yakın ve istatistiki anlamda benzerlik göstermiştir. İlk yıl uygulamasındaki geç ekim zamanı ve yabancı ot miktarlarının

fazlalığı, rototillerin kullanıldığı TS3 yönteminden daha düşük verim değerlerinin elde edilmesine sebep olmuştur.

Özellikle yağışın 200–500 mm arasında olan yağışa dayalı eğimli ve/veya yüzlek tarım alanlarında toprağın ve suyun korunumu açısından, tarımsal ilaçların bilinçli kullanılmasıyla, hayvancılıkla uğraşan bölgelerde buğday–nadas münavebesinde nadasın % 50 olan etkisini, anıza doğrudan ekim ya da azaltılmış toprak işleme yöntemleri ile azaltılarak veya kaldırılarak bu alanların daha verimli kullanılması sağlanabilir.

Bunun için çiftçiler bilgilendirilmeli ve bu uygulamalar teşvik kapsamına alınmalıdır. Özellikle azaltılmış toprak işlemede kullanılan kombine ekipmanlar ve pahalı olan anıza doğrudan ekim makinalarının kullanılması ve yurt içinde üretimi teşvik edilmeli, özellikle koruyucu toprak işleme ekipmanları destek kapsamına alınmalıdır. Bazı bölgelerde uygulanan Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından “Çevre Amaçlı Tarım Arazilerinin Korunması (ÇATAK)” kapsamında verilen desteklerin kapsamı genişletilmeli, özellikle koruyucu tarım uygulamalarına verilen destekler artırılmalıdır. Ayrıca yöreye uygun ortak makine kullanım modelleri araştırılmalı, uygun olan modelin uygulanması sağlanmalı ve yaygınlaştırılmalıdır. Gerekli hassasiyet ve önlemler alındığı takdirde alternatif tarım yöntemleri, üretimde fazla azalışlar olmadan rahatlıkla kullanılabilirler. Nitekim A.B.D. toplam tarım alanlarının % 15.60’ında, Arjantin % 60.67’de, Brezilya % 42.86’da ve daha pek çok ülkede doğrudan ekim yapılmaktadır. Ülkemizde ise bu konu daha istatistiklere girecek kadar yaygınlaşmamıştır.

Yenilemez enerji kaynaklarından fosil kaynaklı olan yakıt–yağ enerji girdileri, en yüksek miktar ve oransal dağılım olarak uygulama bazında; geleneksel toprak işleme–ekim yönteminde, en düşük olarak da anıza doğrudan ekim yönteminde belirlenmiştir. Bitkisel bazda birim üretim alanında (ha) harcanan enerji girdi sıralaması buğdaylarda en yüksek, daha sonra fiğ ve bitkinin olmadığı nadas uygulaması gelmektedir. Münavebeler açısından incelendiğinde buğday–fiğ ve buğday–nadas uygulamasında TS1 yönteminde sırasıyla % 20.20–22.52 olan yakıt–yağ girdisi, azaltılmış toprak işleme uygulamalarında (TS2 ve TS3) sırasıyla % 13.42 ile % 11.11 oranında

gerçekleşmiştir. Herhangi bir toprak işlemenin olmadığı anıza doğrudan ekim yönteminde ise yakıt–yağ oranı % 7.66 ve % 7.27 oranında olduğu tespit edilmiştir. En fazla tarım alet ve makinasının kullanıldığı geleneksel toprak işleme–ekim yönteminde daha fazla yakıt–yağ tüketildiği belirlenmiştir. Kullanılan tarım alet ve makina sayısı azaldıkça tüketilen yakıt–yağ miktarıda azalmış, en az tarım alet ve makinasının kullanıldığı anıza doğrudan ekim yönteminden en düşük değerler elde edilmiştir. Enerji kullanım etkinliğinin artırılması için dışarıya bağımlı olduğumuz yakıtın girdilerinin azaltılması gerekmektedir. Toplam girdiler içerisinde % 22.52 olan yakıt–yağ oranını %7.66 oranına düşüren anıza doğrudan ekim yöntemi önerilmiştir. Geleneksel toprak işleme–ekim uygulamasından koruyucu toprak işleme uygulamalarına geçmek zaman gerektiren bir süreçtir. Bu nedenle yinede geleneksel uygulamaya devam edilecekse işletmeler mevcut mekanizasyon durumlarını iyi analiz etmeli planlamalarını ileri teknoloji düzeylerine göre yapmalıdır. Özellikle kullanılan tarım makinalarının güç gereksinimleri ve yakıt tüketimlerini azaltıcı önlemler alınmalı, güç kaynağına uygun kapasitede ve tam yükte tarım alet ve makinaları kullanılmalıdır.

Toplam girdiler içerisinde en düşük orana sahip olan insan işgücü enerji kullanımı, geleneksel uygulamada buğday parsellerinde % 0.22–0.23 olurken, fiğ parsellerinde % 0.33 ve nadas uygulamasında % 0.93 olarak gerçekleşmiştir. Toprak işleme–ekim uygulamaları arasında her iki münavebede (buğday–fiğ, buğday–nadas) ortalama TS1 yönteminde % 0.43, TS2 % 0.23, TS2 % 0.21 ve TS4 ise % 0.20 olarak gerçekleşmiştir. Münavebeler arasında tek ürünün olduğu buğday–nadasda (11.33 MJ ha^{-1}) buğday–fiğ (16.83 MJ ha^{-1}) göre % 32.69 oranında daha az insan işgücü enerji gereksinimi tespit edilmiştir. Her iki münavebe uygulamasında anıza doğrudan ekim yöntemi en az insan işgücü enerji girdisini oluşturmuştur. Doğrudan ekim ve azaltılmış toprak işleme–ekim yöntemleri önerilmiştir.

Gelişmiş ülkelerde tarımsal mekanizasyon tarımsal üretim girdileri içerisinde en büyük enerji girdisini oluştururken, ülkemizde hala çok düşük oranlardadır. Geleneksel toprak işleme–ekim uygulamaları her ne kadar yüksek imalat enerjisine sahip olsada, yüksek teknolojilere sahip olmayan tarım alet–makinaları kullanılmaktadır. Bu çalışmada ve ülke genelinde kullanılan geleneksel tarım alet ve makinaları basit, düşük iş genişlikleri

ve düşük iş başarıları (bununda sebebi parçalı ve küçük ölçekte tarım işletmelerin varlığıdır) bu değerlerin çok düşük olmasını sağlamıştır. Ülkemizde imalat enerjisi bu çalışmada da olduğu gibi bazen üçüncü bazende dördüncü sıralamalara sahip olmaktadır. Genelde traktör ve biçerdöver yüksek imalat enerjisi gerektirmiştir. Bu makinaları hariç tuttuğumuzda anıza doğrudan ekimde kullanılan direkt ekim makinası en yüksek imalat enerjisini oluşturmaktadır. Bu da bu aletin ileri teknoloji gerektiren yapım ve kullanım özelliğinden kaynaklanmaktadır. Doğrudan ekim tarımı A.B.D., Arjantin, Brezilya, Paraguay ve daha bir çok ülkede yüksek ölçekli büyük alanlarda yapılmakta ve en yüksek enerji girdisini oluşturmaktadır. Ülkemizde henüz istatistiklere girecek kadar yaygınlaşmayan bu tür çalışmalarda teknolojik gelişmelerde oldukça yavaş ilerlemektedir. Yüksek teknolojilere sahip binlerce dolar değerinde traktörlerin ülke tarımına çok hızlı bir şekilde katılmasına rağmen aynı oranda yüksek teknolojiye sahip tarım alet-makinaların katılmaması en büyük sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada toprak işleme ve münavebe uygulamalarının makina imalat enerjisinin oransal bazda çok büyük etkisinin olmadığı belirlenmiş olup, bu konuda herhangi tavsiyede bulunmak bu aşamada çok önemli olmadığı kanaatine varılmıştır.

Gelişmekte olan ülkelerde en yüksek enerji girdisi olan gübre, bu çalışmada da bütün yöntemlerde en yüksek girdiyi oluşturmuştur. Yukarda bahsedilen (imalat enerjisi) sebeplerden dolayı anıza doğrudan ekim yöntemi diğer yöntemlerden daha yüksek enerji girdisini oluşturmuştur. Büyük oranda dışa bağımlı olduğumuz gübrenin enerji girdisini azaltmak, ülke tarımının en önemli sorunudur. Bunun yanında çevreyi kirletici olarak büyük sorun teşkil eden kimyasal gübre tüm evrenin ortak bir sorunudur. Bu yılın sonunda 7 milyar 391 milyona ulaşması beklenen insanların beslenmesi de dünya devletlerinin çözmesi gereken çok önemli sorundur. Kaldırılması ya da kullanılmaması mümkün olmayan bu girdinin çok rantabil kullanılması ve en az beslenme kadar önemli olan çevreninde olabildiğince korunması gerekmektedir. Bu yüzden tarım alanlarından optimum ürünün alınması için kimyasal gübrelerin kullanılması kaçınılmazdır. Bunun içinde toprak analizleri sonuçlarına göre gübreleme yapılmalıdır. Özellikle çok tüketilen azotun kullanımının azaltılması için önlemler alınmalı, doğal gübrelerin kullanılması özellikle dünyada kullanılması yeni olan bakterilerin kullanımı artırılmalı, gerekirse teşvik kapsamına alınmalıdır.

Gübre enerji girdisinden sonra ikinci sırada gelen tohum, önemli bir enerji girdisi olarak da tarımsal üretimin ana materyalini oluşturmaktadır. Tohumluk enerji girdisinin toprak işleme–ekim ve münavebe uygulamalarıyla da doğrudan ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Tohumun enerji girdi değerinin yüksek olması tamamen ülke tarımının uygulanış biçiminden, düşük imalat ve işgücü enerji girdisinden kaynaklanmaktadır. İleri tarım teknolojilerinin kullanıldığı büyük alanlarda tohumluk enerji girdi oranı çok daha düşük olmuştur.

Erzurum yöresinde hububat üretiminde genelde tarımsal ilaç yabancı otlar için kullanılmaktadır. Yem bitkilerinde özellikle fiğ bitkisinde yabancı otlara karşı herbisit ilaçları geliştirilmemiştir. Bunun yanında son yıllarda hububatlarda yörede sarı ve kara pas hastalığı görülmesine rağmen bu çalışmada bu hastalıklar tespit edilmemiştir. Toprağın 25–30 cm alt üst edildiği geleneksel uygulamada ilaç kullanılacak düzeyde yabancı ot gelişimi meydana gelmemiştir. Yabancı ota mücadele koruyucu toprak işleme–ekim yöntemlerinin en büyük sorununu teşkil etmektedir. Koruyucu toprak işlemeye geçiş döneminde sorun teşkil etsede daha sonraki yıllarda iyi bir yabancı ot yönetimiyle bu sorun çözülebilir.

Erzurum yöresi yağışa dayalı tarım koşullarında buğday–nadas münavebesine ve geleneksel toprak işleme–ekim yöntemlerine alternatif olabilecek buğday–fiğ ve koruyucu toprak işleme–ekim çalışmalarından elde edilen veriler değerlendirilmiş, toprak işleme ve münavebe uygulamalarının enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Buna göre; münavebe uygulamalarının enerji tüketimleri incelendiğinde buğday–fiğ münavebesi birim alanda 8684 MJ enerji girdisi oluştururken, tek ürünün yer aldığı buğday–nadas münavebesi ise 5890 MJ ha⁻¹ girdi enerjisi oluşturmuştur. Toprak işleme uygulamalarının enerji girdilerinde geleneksel toprak işleme–ekim yönteminin, koruyucu toprak işleme–ekim yöntemlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buğday üretiminin fiğ üretimine göre daha yüksek bir enerji girdisine ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada toprak işleme ve münavebe uygulamalarında doğrudan (insan işgücü+yakıt–yağ) enerji kullanımının, dolaylı (makine imalat+tohum+kimyasal gübre+tarımsal ilaç)

enerji kullanımından oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Doğrudan enerji girdisi, her ne kadar miktar olarak koruyucu toprak işleme uygulamalarında düşük, geleneksel toprak işleme yönteminde yüksek olsada oransal olarak tüm uygulamalarda olmasını arzu ettiğimiz seviyede değildir. Dolaylı enerji girdilerinin yüksek olması maliyeti artırmaktadır. Dolaylı enerji girdilerin azaltılmasıyla bu oran daha makul seviyelere çekilebilir.

Yenilenebilir enerji kaynağı; kaynağından alınan enerjiye, eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanır. Bu çalışmada toprak işleme ve münavebe uygulamalarında yenilenebilir (insan işgücü+ tohum) enerji girdisinin yenilenemez (makine imalat+yakıt+yağ+kimyasal gübre+ tarımsal ilaç) enerji kullanımından düşük olduğu belirlenmiştir. Doğrudan–dolaylı enerji girdisi kadar olmasada, sonuçta yenilenemeyen enerji girdisi oransal olarak toprak işleme uygulamalarında TS1 % 73.53, TS2 % 70.63, TS3 % 70.56 ve TS4 % 68.92 arasında olduğu belirlenmiştir. Hem geleneksel uygulamada hemde koruyucu toprak işleme uygulamalarında yenilenebilir enerji kullanımı oldukça düşüktür.

Hammadde ve enerji kaynakları sınırlı olmasına karşın, hammadde ve enerji kullanımının sürekli ve hızlı bir biçimde artış göstermesi, insanlığı yeni kaynaklar bulmaya zorlamaktadır. Var olan petrol, doğalgaz, kömür vb. fosil kaynakların gelecekte hızlı bir şekilde azalması beklenmektedir. Bu nedenle, yerel ve yenilenebilir doğal zenginlikler konumunda olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hem ülkemizde hem de diğer dünya ülkelerinde enerji ihtiyacının karşılanması bakımından büyük önem taşımaktadır. Bu yüzden tüm dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya yönelme baş göstermiştir. Bunun yanında enerji kaynaklarının yenilenebilir olması yeterli değildir. Bazı kaynaklar yenilenebilir bile olsalar etkileri yaşamın sürdürülebilir olmasını engellemektedir. Ekolojik denge için kaynakların sadece yenilenebilir değil aynı zamanda sürdürülebilir olması gerekir. Günümüzde tüm ülkeler küresel ısınmayla mücadele etmekte; enerji açıklarını kapatmak, çevre problemlerini çözmek ve sürdürülebilir kalkınma sağlamak için yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yönelmeye başlamışlardır. Bunun için ithal edilen yakıtlara olan bağımlılık azaltılmalı, yerli öz kaynaklara öncelik verilmelidir.

Üretimin sürdürülmesi için harcanan bütün girdilerden en yüksek değerde verim almak, ülke tarımının geleceği açısından son derece önemlidir. Üretim sonucunda elde edilen ürün değerlerinden hesaplamalar sonucu enerji çıktısı değerleri belirlenmiştir. Enerji çıktıların artırılması ancak verimin artırılmasıyla mümkündür. Verim uygulanan tarım şekline ve kullanılan tohumluk kalitesine bağlı olarak belirli sınırlara kadar artırılabilir. Yağışa dayalı koşullarda gerçekleştirilen bu tarla çalışmasında geleneksel ve koruyucu toprak işleme–ekim uygulamalarından elde edilen verim değerlerinden hesaplanarak enerji çıktıları belirlenmiştir.

Geleneksel münavebenin alternatifi olan buğday–fiğ münavebesinde en yüksek enerji çıktısı, verimi (buğday+buğday sapı+fiğ) en yüksek olan anıza doğrudan ekim (TS4) yönteminden elde edilmiş, bunu kültivatörün kullanıldığı azaltılmış toprak işleme–1 (TS2), pulluğun kullanıldığı geleneksel toprak işleme–ekim (TS1) ve rototillerin kullanıldığı azaltılmış toprak işleme–2 (TS3) yöntemi takip etmiştir. Geleneksel münavebede ise (buğday–nadas) anıza doğrudan ekim yöntemi yine ilk sırada yer almış bunu TS1, TS2 ve TS3 yöntemleri takip etmiştir. Enerji çıktıları açısından verimi en yüksek olan yöntem en yüksek çıktıyı oluşturacağından anıza doğrudan ekim veya azaltılmış toprak işleme–2 yöntemleri önerilmiştir.

Günümüzde tarımsal üretim sadece verim ve kalite boyutunda değil çevresel ve enerji etkinliği açısından da değerlendirilmektedir. Üretim maliyetleri içerisinde enerji çok önemli bir pay tutmakta ve enerjinin etkin kullanımı önemli olmaktadır. Türkiye’de buğday üretim maliyetinin dünya piyasalarına göre yüksek olmasında önemli payı olan enerjinin, çok daha etkin kullanılması gerekmektedir.

Enerji kullanım etkinliğini arttırmak için ya verimin artırılması ya da girdilerin azaltılması gerekmektedir. Özellikle toplam enerji girdileri içerisinde büyük yer tutan kimyasal gübreler, yakıt ve tarımsal ilaçlar girdilerinin azaltılması gerekmektedir. Verimin artırılması belirli sınırlar içerisinde sağlanabilir. Ancak enerji kullanım etkinlik değeri girdilerin bilinçli bir şekilde uygulanmasıyla (gübreleme, ilaçlama ve yakıt) azaltılabilir. Uygun traktör ve ekipman seçimi, bilinçli gübreleme ve koruyucu toprak

işleme–ekim yöntemleri ile verimi azaltmadan yenilenemeyen enerji kaynaklarını korumak ve enerji etkinlik değerini artırmak mümkündür.

Bu çalışmada koruyucu toprak işleme–ekim yöntemleri ile yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımının azaltılmasına çalışılmıştır. Buna göre toprak işleme–ekim uygulamalarında kullanılan enerji kaynaklarının sırasıyla (TS1, TS2, TS3 ve TS4) % 73.53, 70.63, 70.56 ve 68.92’ni yenilenemez enerji kaynakları oluştururken, % 26.47, 29.37, 29.44 ve 31.08’ni yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmaktadır. Bunun nedeni olarak, geleneksel üretimde, üretimi artırmak için yoğun alet makine kullanımı ile birlikte yenilenemez enerji kaynaklarına bağımlı olan enerji tüketiminin artması olurken, koruyucu toprak işleme–ekim uygulamalarıyla bu oran 3 ile 5 puan arasında azaltılabilir. Kaynakların korunması, fosil yakıtların kullanımıyla ortaya çıkan çevresel sorunların etkin olarak önlenmesi açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımda kullanımının yaygınlaştırılması gerektirmektedir.

Üretim sonucunda elde edilen toplam eşdeğer enerji miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam eş değer enerji miktarına oranı olan enerji oranı, en sık kullanılan enerji kullanım etkinlik ölçütü değeridir. Bu değer yüksek olması enerjinin etkin kullanıldığını ifade eder. Bu çalışmada toprak işleme uygulamaları arasında enerjiyi en etkin kullanan anıza doğrudan ekim yöntemi, münavebe uygulamaları arasında ise geleneksel münavebeyle alternatif buğday–fiğ uygulaması önerilmiştir.

Birim miktar (kg) ürün üretmek için tüketilen enerji miktarını (MJ) belirtir. Özgül enerji (MJ kg^{-1}) değerinin düşük olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. Bu çalışmada buğday–nadas münavebesinden en düşük özgül enerji değeri elde edilmiştir. Bunun sebebi bu uygulamada iki yılda tek ürünün alınması ve bu tek ürünün kg maliyetinde buğday–fiğ göre düşük olmasıdır. Her ne kadar özgül enerjinin düşük olması arzu edilsede buğday–nadas uygulamasının enerjiyi etkin kullandığı anlamına gelmez. Zira bu uygulama iki yılda tek ürün, her bir yıla düşen düşük verim ve düşük kar, sonuçta arzulanan bir durum değildir. Bu yüzden diğer enerji etkinliği parametrelerinde irdelenmesi gerekmektedir. Geleneksel münavebe en iyi

sonucu versede toprak işleme uygulamaları arasından anıza doğrudan ekim uygulamasından yine en iyi sonuç elde edilmiştir.

Tüketilen birim enerji (MJ) miktarına karşılık üretilen ürün miktarı (kg) olan, diğer bir ifadeyle üretime giren enerjinin birim miktarı ile elde edilen ürün anlamına gelen enerji verimliliği (kg MJ^{-1}) ile ilgili olarak toprak işleme ve münavebe uygulamalarından anıza doğrudan ekim ve buğday–fiğden en iyi sonuç elde edilmiştir.

Üretim sonucunda birim alandan elde edilen enerji miktarı ile üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarı arasındaki fark olarak tanımlanan net enerji veriminde (MJ ha^{-1}) en iyi sonuçlar anıza doğrudan ekim yönteminden ve buğday–fiğ münavebesinden elde edilmiştir. Bunu azaltılmış toprak işlem–1 (kültivatör+kombikürüm+ekim makinası), geleneksel toprak işleme–ekim (pulluk+kültivatör+kombikürüm+ekim makinası) yöntemi ve azaltılmış toprak işlem–2 (rototiller+ekim makinası) yöntemi takip etmiştir.

Ülkemizde nadas yoğun bir şekilde uygulanmakta olup, toplam nadas tarım alanının ekilen toplam tarım alanına oranı % 17.18'dir. Bu oran Doğu Anadolu Bölgesinde % 23.39, çalışma alanının yapıldığı Erzurum'da ise tarla tarımı yapılan (tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin) alanının %43.81'i neredeyse yarısı kadar alan nadasa bırakılmaktadır. Bu durum işletme ve yöre genelinde büyük bir ekonomik kaybı oluşturmaktadır.

Toprak işlesiz tarımı sınırlayan faktörler olarak, daha fazla bilgi gerektirmesi, ağır ve drenajı iyi olmayan alanlarda uygulama imkânının zor olması, daha çok kimyasal kullanılması nedeniyle maliyetlerin artacağı ve çevre kirliliği oluşturacağı, verimin geleneksel sisteme göre düşük olacağı gibi endişeler sıralanabilir. Değişik toprak işleme–ekim yöntemlerinin uygulanmasıyla, zaman içerisinde toprakta organik madde miktarındaki artış, toprak strüktüründe iyileştirilme sağlayacağı dolayısıyla toprak verimliliğini artıracığı, toprak işlesiz tarım tekniğinde toprak işleme masraflarından yapılacak ekonomik kazancın, herbisit kullanımının getireceği ek maliyetten çok daha fazla olacağı belirtilmektedir. Bu yöntemlerin uygulanması ile ilk yıllarda verimde düşümlere rastlanmakla birlikte, yüksek verimin bütün tarım yöntemleri için geçerli olan

işletmenin yönetim biçimi ile çok yakından ilişkili olduğu, toprak işlemesiz tarımı sınırlayan faktörlerin aşılabileceği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Ayrıca soğuk ve yarı kurak bölgeler için doğrudan ekim yöntemi toprak özelliklerindeki iyileşmeyi sağlaması sebebiyle uygulanabilir ve tutarlı bir yönetim yöntemi olduğunu göstermiştir.

Yapılan bu çalışmayla, bölgemizde yağışa dayalı tarım koşullarında alternatif toprak işleme sistemlerinin uygulanabilir olduğu ve nadasın azaltılmasının hatta tamamen terkedilebileceğinin mümkün olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.



KAYNAKLAR

- Aase, J.K. ve Schaefer, G.M., 1996. Economics of Tillage Practices and Spring Wheat and Barley Crop Sequence in Northern Great Plains. *J. Soil Water Conserv.* 51:167–170.
- Alpkent, N., 1984. Tarımda Enerji Kullanımı ve Enerji Tasarrufu. Milli Produktivite Merkezi Yayınları No: 296. Ankara.
- Altıkat, S., 2011. Doğrudan Ekim Makinalarında Farklı Gömücü Ayak ve İlerleme Hızlarının; Güç ve Yakıt Tüketimi, Toprak Fiziksel Özellikleri Anız Dağılımı ve Ekim Performansına Etkileri. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Doktora tezi.
- Amanloo, A. ve Mobtaker, H.G., 2013. Energy Balance and Sensitivity Analysis of Inputs for Forage Maize Production in Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. Available online at www.ijagcs.com IJACS/2013/5-4/377-384.
- Ambika, S., Bhan, V.M., Singh, K. N. ve Singh, A., 1971. Possibilities of Minimum Tillage Practices in Vetch-Wheat Rotation. *Indian J. Agric. Sci.*, 41, (6), 539-543.
- Anonim, 1971. Pasinler Ovası Hidrojeolojik Etüt Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü Yayını. Ankara.
- Anonim, 1983. Fundamentals of No-Till Farming. American Associations for Vocational Instructional Materials. Driftmier Engineering Center Athens. GA 30602.
- Anonim, 1989. Energy Consumption and Input-Output Relation of Field Operation, FAO.Rome.
- Anonim, 2011. Ulusal Hububat Konseyi Buğday Raporu. Mayıs,2011. <http://uhk.org.tr/dosyalar/bugdayraporumayis2011.pdf> (23.10.2016).
- Anonim, 2012a. Yenilenebilir Enerji Teknolojileri, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Önemi. 522EE0421, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı yayınları. Ankara.
- Anonim, 2012b. Conservation Agriculture: Economic Benefits. <http://www.ecaf.org/>. (01.03.2012).
- Anonim, 2014. <http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ERZURUM#sfB>. (09.06.2014).
- Anonim, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (09.06.2014).
- Arıkan, M., 2011. Adana İlinde Kolza Üretiminde Enerji Kullanımı. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Adana.
- Arshad, M.A., Franzluebbbers, A.J. ve Azooz, R.H., 1999. Componentes of Surface Soil Structure Under Conventional and No-Tillage in Northwestern Canada. *Soil & Tillage Research* 53: 41–47.
- ASAE, 1995. Agricultural Machinery Management Data. ASAE Standarts. ASAE Data: ASAE D 497.2 Mar 94. S:335–342.

- Awal, M.A., ve Ikeda, T., 2002. Effects of Changes in Soil Temperature on Seedling Emergence and Phenological Development in Field-Grown Stands of Peanut (*Arachis hypogaea*). *Environmental-and-Experimental-Botany*. 2002, 47: 2, 101–113.
- Aykas, E., Yalçın. H. ve Çakır. E., 2005. Koruyucu Toprak İşleme Yöntemleri ve Doğrudan Ekim. *Ege Üniv. Ziraat. Fak Dergisi*. 2005. 42(3):195–205 ISSN 1018–885.
- Banaeian, N., Omid, M. ve Ahmadi, H., 2011. Energy and Economic Analysis Of Greenhouse Strawberry Production in Tehran Province Of Iran. *Energy Conversion & Management* 52 (2011) 1020–1025.
- Baran, M. F. ve Gökdoğan, O., 2014. Karpuz ve Kavun Yetiştiriciliğinde Enerji Girdi-Çıktı Analizi: Kırklareli İli Örneği. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 2014,29(3):217–224.
- Baran, M. F., Gökdoğan, O. ve Karaağaç, H. A., 2014. Kanola Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi (Kırklareli İli Örneği) *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(3): 331–337.
- Baver, L.D., Gardner, W.H. ve Gardner, W.R., 1972. *Soil Physics*. John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Bayhan, Y., 2016. İkinci Ürün Ayçiçeği Üretiminde Farklı Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Yöntemlerinin Enerji Kullanım Etkinliğinin Karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*.13 (02).
- Beare, M.H.,Cabrera. M.L., Hendrix. P.F. ve Coleman, D.C., 1994. Aggregate-Protected and Unprotected Organic Matter Pools in Conventional and No-Tillage Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58. 787–795.
- Bell, M.J. ve Wright, G.C., 1998. Effect of Wet Soil During Early Season Ratoon Establishment on Sugarcane Grown Under Different Trash Management Systems in Southern Canelands. *Experimental-Agriculture*. 1998, 34: 1, 113–124.
- Berkman, N., 1969. Ankara Zirai Araştırma Enstitüsü 1931–1961 Çalışmaları. Tarım Bakanlığı Ankara Zirai Araştırma Enstitüsü Yayınları. 4. Ankara.
- Black, A. L. ve Bauer, A., 1990. Stubble Height Effect on Winter Wheat in The Northern Great Plains: II Plant Population and Yield Relation. *Agron. J.*, 82, 200–205.
- Bölükoğlu, H. ve Girgin, İ., 1984. Tarımsal Mekanizasyon İş Etüdü, Tarımsal Mekanizasyonda Zaman Etüdü Seminer Notları, Topraksu Genel Müdürlüğü Dairesi Başkanlığı, yayın No : 45 Ankara.
- Bradford, J.M., 1986. Penetrability Methods of Soil Analysis, Physical and Mineralogical Methods, Second Editions, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America Inc.,9(1) 463–478. Publisher Madison Wisconsin. USA.
- Campbell, G.S., ve Norman, J.M., 1998. *An Introduction to Environmental Biophysics*. 2nd ed., Spinger-Verlag, New York, Pp:286.
- Crowell, G. ve Bowers, J.R., 1986. Tillage Energy Requirements. ASAE Paper No:86–1254. For Presentation at the 1986 Winter Meeting, Chicago.

- Çakır, R. ve Keçecioğlu, G., 1988. Buğday ve Mısır Bitkilerinde Çizel ve Pullukla Toprak İşlemede Enerji Gereksinimi. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi. 164–171. Erzurum.
- Çanakçı, M., Topakçı M., Akıncı İ. ve Özmerzi, 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.
- Çapar, F. ve Uçan, K., 2015. Kışlık Buğdayda Farklı Toprak İşleme Tekniklerinin Toprak Nem İçeriği ve Verim Parametreleri Üzerine Etkisi. KSÜ Doğa Bil. Dergisi, 18(2).
- Çarman, K. ve Marakoğlu, T., 2008. Buğday Üretiminde Azaltılmış Toprak İşleme ve Direk Ekim Uygulamaları ", Anıza Doğrudan Ekim Çalıştayı, 19–29.
- Çarman, K., 1994. Tractor forward velocity and tine load effects on soil compaction. J. of Terramechanics. 31 (1). 11–20.
- Çomaklı, B., Kantar. F., Taş. N, ve Elkoca, E., 1996. Fosforla Gübrelenen Bazı Fiğ Türlerinde Kök, Gövde ve Nodül Gelişimi ile Bu Karakterler Arasındaki İlişkiler. Türkiye 3. Çayır–Mer'a ve Yem Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı. 17–19 Haziran. Erzurum. 648–655.
- Davoodi, M.J.Ş. ve Houshyar, 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.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 143. Erzurum.
- Deriux, M., ve Bonhomme, R., 1982a. Heat Unit Requirements for maize hybrids in Europa: Results of the European FAO sub–network. I: Sowing Silking Period. Maydica XXVII, 59–77.
- Deriux, M., ve Bonhomme, R., 1982b, Heat Unit Requirements for Maize Hybrids in Europa: Results of the European FAO sub–network. II: Period from Silking to Maturity. Maydica XXVII, 79–96.
- Derpsch, R. And Friedrich, T., 2009. Global Overview of Conservation Agriculture No–Till Adoption, 4th World Congress on Conservation Agriculture New Delhi. India. 4 – 7 Feb.
- Diez, J. A., 1983. Nutrient Balance in The Soil in Two Types of Rotation, W–B–F and W–B–V. II. Phosphorus. Andles De Edafologia Y Agrobiologia, 42 (9/10), 1591–1598.
- Dinçer, H., 1980. Tarımsal Üretim Enerji Esaslarına Göre Değerlendirilmesi, 5. Tarımsal Mekanizasyon Semineri, İzmir.
- Doğan, H. ve Çarman, K., 1997. Konya Bölgesinde Hububat Tarımında Tohum Yatağı Hazırlama Uygulamalarının Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri ve Yakıt Tüketimine Etkileri. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, cilt 1, S: 337–347, Tokat.
- EIA, 2012. Dünya ve Türkiye Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Kaynakları Üretimi

- Ejilah, I.R., Asere. A.A., 2008. A Comparative Performance and Emission Analysis of Blended Groundnut Oil and Mineral Oil Based Lubricants Using a Spark Ignition Engine, Agricultural Engineering International: The CIGR E journal Manuscript EE07017, Vol, X.
- Eker, B., Ülger, P., 1988. Ayçiçeği Tarımında Kullanılan Toprak İşleme Aletlerinin Toprak ve Bitki Karakteristiklerine Etkilerinin Araştırılması, Tarımsal Mekanizasyon 11, Ulusal Kongresi, 10–12 Ekim 1988, Erzurum, Türkiye.
- Ekinci, K., Akbolat, D., Demircan, V., Ekinci, Ç., 2005. Determination of Energy Use Efficiency Apple Production in Isparta Province, Turkey. 3. Renewable Energy Sources Symposium, Mersin, 19–21 October.
- Eren, Ö., 2011. Çukurova Bölgesinde Tatlı Sorgum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) Üretiminde Yaşam Döngüsü Enerji ve Çevresel Etki Analizi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Anabilim Dalı Doktora Tezi. Adana.
- Faroogi, M. A. R., (1983), Moisture and Nitrogen Management in Dryland Wheat. Dissertation Abstracts International, 44, (4), 972.
- Farsaie, A., Debarthe, J.V., Kenworthy, W.J., Lessley, B.V. ve Wiebold, W.J., 1985. Analysis of Producing Vegetable Oil as an Alternate fuel, Energy in Agriculture 4: 189–205.
- Faulkner, E. H., 1943. Plowman's Folly. The University of Oklahoma Press: Norman. Ninth Printing 1963, 156 pp.
- Gee, G.W., Bauder, J.V., 1986. Particle Size Analysis. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition, Agronomy No:9. 383–411. 1188 p. Madison. Wisconsin USA.
- Gökkuş, A., Kantar, F., Karadoğan, T. ve Koç, A., 1996. Tarla Bitkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, No, 188, Erzurum, s 189.
- Göktolga, Z. G., Gözener, B. ve Karkacier, O., 2006. Şeftali Üretiminde Enerji Kullanımı: Tokat İli Örneği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi . 23 (2). 39–44.
- Gözübüyük, Z., Öztürk, İ., Çelik, A., Ören, E., Kara, M., 2001. Erzurum Kuru ve Sulu Tarım Koşullarında Değişik Toprak İşleme–Ekim Yöntemlerinin Tarla Filizi Çıkışı ve Verim Yönünden Karşılaştırılması. Trakya Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu. 24–27 Mayıs 2001 Kırklareli. 470–475.
- Gözübüyük, Z., Öztürk, İ., Demir, O., Çelik, A., (2010). Ayçiçeğinde Farklı Toprak İşleme – Ekim Sistemlerinin Bazı İşletme Parametreleri Yönünden Karşılaştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2010, 6 (4) 253–259.
- Gözübüyük, Z., Çelik, A., Öztürk, İ., Demir, O. ve Adıgüzel, M.C., 2012. Buğday Üretiminde Farklı Toprak İşleme–Ekim Yöntemlerinin Enerji Kullanım Etkinliği Yönünden Karşılaştırılması Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2012, 8 (1) 25–34.
- Gözübüyük, Z., Öztürk, İ., Çelik, A., Evren, S., Daşçı, E., Adıgüzel, M.C., 2015. Ayçiçeğinde Ayçiçeği Üretimine Geleneksel Toprak İşleme–Ekim Yöntemine Alternatif Olabilecek, Farklı Toprak İşleme–Ekim Yöntemlerinin Enerji Kullanım Etkinliği Yönünden Karşılaştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2015, 11 (2) 113–119.

- Green, T.R., Ahuja, L.R. ve Benjamin, J.G., 2003. Advances and Challenges in Predicting Agricultural Management Effects on Soil Hydraulic Properties. *Geoderma* 116, 3–27.
- Griffith, D.R., Parsons, S.D., 1981. Energy Requirments for Various Tillage – Planthing Systems. (Tillage) Id – 141. Coop Ext. Ser. Purdue Uni. Indiana.
- Güngör, O., 1990. Konya Yöresinde Nadas Alanlarını Azaltılmasında Mercimek Tarımından Yararlanma. Köy Hizmetleri Konya Araştırma Enstitüsü Yayınları. Yayın No:146. Konya 1991.
- Haskök, A.Ş., 2005. Türkiye'nin Mevcut Enerji Kaynaklarının Durum Değerlendirilmesi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Haşimoğlu, S. ve Aksoy, A., 1977. Rasyon Hazırlama Metodları ve Yemleme Prensipleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak ültesi Yayın No :224. Erzurum.
- Hernanz, J. L., Fernandez, Q. C., Sanchez, G. V. ve Navarrete, L., 1986. Results Obtained in Experiments With Direct Drilling and Minimum Cultivation in The Central Zone. Conservar El Suelo. I.Simposium Sobre Minimo Laboreo En Cultivos Herbaceos. Universidad Politecnica De Madrid, 145–158.
- Hernanz, J. L., Giron, V.S., Cerisola, C., Navarrete, L. ve Quintanilla, C.F., 1992. Long Term Tillage System Experiments in Central Spain: Evaluation of Energy Inputs and Production Costs. *Investigacion Agraria Produccion y Proteccion Vegetales (España)*, V. 7(2) P. 209–225.
- Hoogmoed, W. ve Rawitz, E., 1979. Soil Tillage in Dry Tropical Regions. *Proceedings of The International Soil Tillage Research Organization, ISTRO (8th Conference)*, Volume, 1, 21–26.
- Horn, R., Domzal H., Jurkiewicz, A.S. ve Ouwerkerk, C., 1995. Soil Compaction Processes and Their Effects on the Structure of Arable Soils and Environment. *Soil and Tillage Research*, 35 (1), 23-36.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları 453. Uygulama K ılavuzu15:55–390. Ankara.
- Kamburoğlu, İ., 2001. Kırklareli Kuru Tarım Koşullarında Buğday Tarımında Toprak İşlemesiz, Azaltılmış Toprak İşlemeli ve Geleneksel Toprak İşlemeli Yöntemlerin Toprağın Rutubet Değişimine ve Ürün Verimine Etkisi. *Trakya Toprak ve Su Kaynakları Sempozyumu*. 24–27 Mayıs 2001, Kırklareli.
- 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., Aykanat, S. Coşkun, M. A., Şimşek, M., 2012. Buğday Tarımında Farklı Ekim Tekniklerinin Enerji Bilançosu. 169–173. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 5–7 Eylül 2012, Samsun.
- 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.

- Kasap, A., 2001. Buğday Tarımında Geleneksel Toprak İşlemeli Ekim ile Direk Ekimin Toprak Özellikleri, Zaman, Yakıt Tüketimi ve Verime Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi 91–95, Urfa.
- Keener, H.M. ve Roller, W.L., 1975. Energy Production by Field Crops, Asea Paper No :75 – 3021. St Joseph, Michigan 49085.
- Ketring, D.L., ve Wheless, T.G., 1989. The Thermal Time Requirements for Phenological Development of Peanut. *Agronomy–Journal*, 81: 6, 910–917.
- Khaledian, M.R., Mailhol, J.C., Ruelle, P., Mubarak, I. ve Perret, S., 2010. The impacts of direct seeding into mulch on the energybalance 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.
- Kirkegaard, J.A., So, H.B., Troedson, R.J. ve Wallis, E.S., 1992. The Effect of Compaction on the Growth of Pigeonpea on Clay Soils. I. Mechanisms of Crop Response and Seasonal Effects on a Vertisol in a Sub–Humid Environment. *Soil Tillage Res.* 24, 107–127.
- Kladivko, E. J., Griffith, D. R. ve Mannering, J. V., 1982. Conservation Tillage Studies on a Clermont Silt Loam Soil. *Proceedings, Indian Academy of Science.* 1982, 92, 441–445.
- Knudsen, K., Peterson, G.A. ve Pratt, P.F., 1982. Lithium, Sodium and Potassium, Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd Edition, *Agronomy No: 9.* 225–245. Madison, Wisconsin USA.
- Koçtürk, O.M. ve Engindeniz, 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., Marakoğlu, T. ve Özbek, O., 2004 . Mısır üretiminde enerji bilançosu, S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 18(34): (2004) 28–30.
- Kosutic, S., Filipovic, D., Gospodaric, Z., Husnjak, S., Kovacev, I., ve Copeck, K., 2005. Effects of Different Soil Tillage Systems on Yield of Maize, Winter Wheat and Soybean on Albic Luvisol in North–West Slovenia. *Journal of Central European Agriculture*, Volume 6, No. 3, 241–248.
- Krall, J., Dubbs , A. ve Larsen, W., 1979. No–Till Drills for Recropping. *Bulletin: 716.* Montana Agric. Exp. Station, Montana state Uni., Bozaman.
- Kribaa, M., Hallaise, V., Curmi, P. ve Lahmar, R., 2001. Effect of Verious Cultivation Methods on The Structure and Hydraulic Properties of a Soil in Semi–Arid Climate. *Soil Tillage Res.* 60:60–70.
- Kumar, V., Saharawat, Y.S., Gathala, M. K., Jat, A. S., Singh, S. K., Chaudhary, N. ve Jat, M.L., 2013. Effect of Different Tillage and Seeding Methods on Energy Use Efficiency and Productivity of Wheat in the Indo–Gangetic Plains. *Field Crops Research* 142 (2013) 1–8.

- Lazic, V. ve Turan, J., 1995. Factors of Fuel Consumption in Ploughing. *Contemporary Agricultural Engineering*. 21(1) 54–60.
- Lindwall, C. W. ve Anderson, D. T., 1981. Agronomic Evaluation of Minimum Tillage Systems for Summer Fallow in Southern Alberta. *Canadian J. Plant Sci.*, 61, (2), 247–253.
- Liu, D.L., Kingston, G. ve Bull, T.A., 1998. A new Technique for Determining the Thermal Parameters of Phenological Development in Sugarcane, Including Suboptimum and Temperature Regimes. *Agricultural–and–Forest–Meteorology*.1998,90: 1–2, 119–139.
- Lo’Pez–Bellido, L., Fuentes, M., Castillo, J.E., Lo’pez–Garrido, F.J. ve Ferná’ndez, E.J., 1996. Long–Term Tillage, Crop Rotation, and Nitrogen Fertilizer Effects on Wheat Yield Under Rainfed Mediterranean Conditions. *Agron.J*.88, 783–791.
- Mandal, K.G., Saha, K.P. Ghosh, P.K. Hati, K.M. ve Bandyopadhyay, K.K., 2002. Bioenergy and Economic Analysis of Soybean Based Crop Production Systems in Central India. *Biomass and Bioenergy*, 23: 337–45.
- Manrique, L.A. ve Hodges, T., 1989. Estimation of Tuber Initiation in Potatoes Grown in Tropical Environments Based on Different Methods of Computing Thermal Time. *American–Potato–Journal*. 1989, 66: 7, 425–436.
- Manrique, L.A. ve Hodges, T.,1991. Development and Growth of Tropical Maize at Two Elevations in Hawaii. *Agronomy–Journal*. 1991, 83: 2, 305–310.
- Marakoğlu, T., Özbek, O. ve Çarman, K., 2010. Nohut Üretiminde Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Enerji Bilançosu. *Tarım Makinaları Bilim Dergisi*. Cilt 6,Sayı 4, s:229-235.
- Mayers, J.D., Lawn, R.J., ve Byth, D.E., 1991. Adaptation of Soybean (*Glycine max*(L.) Merrill) to the Dry Season of The Tropics. II. Effects of Genotype and Environment on Biomass and Seed Yield. *Australian–Journal–of–Agricultural–Research*. 1991, 42: 3, 517–530.
- Mclean, E.O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. *Methods of Soil Analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. *Agronomy No: 9*. 199–224. 1159 p. Madison. Wisconsin USA.
- McNabb, D.H., Startsev, A. ve Nguyen, H., 2001. Soil Wetness and Traffic Level Effects on Bulk Density and Air-Filled Porosity of Compacted Boreal Forest Soils. *Soil. Sci. Soc. Amer. J.*, 65 (4), 1238-1247.
- Miller, C.J., Asce, M., Yesiller, N., Asce, A.M., Yaldo, K. ve Merayyan, S., 2002. Impact of Soil Type and Compaction Conditions on Soil Water Characteristic. *J. Geotech. Geoenviron. Eng.* 128, 733–742.
- Modestus, W. K., Tanner, D. G. ve Mwangi, W., 1992. The Effect of Zero and Conventional Tillage on Wheat Yield in Northern Tanzania. *Seventh Regional Wheat Workshop for Eastern, Central and Southern Africa*, 489–493.
- Mohammadi, A., Tabatabaeefar, A., Shahin, S., Rafiee, S. ve Keyhani, A., 2008. Energy Use Economical Analysis of Potato Production in Iran A case Study; Ardabil Province. *Energy Conversion & Management* 49 (2008) 3566–3570.

- Mohanty, M. ve Painuli. D. K., 2004. Modelin Grice Seedling Emergence and Growth Under Tillage and Residue Management in Rice–Wheat System on A Vertisol in Central India. *Soil and Tillage Research*. 76. 167–174.
- Nelson, D.W. ve Sommers, L.E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter, *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd Edition. Agronomy no:9. 539–579. 1159 p. Madison. Wisconsin USA.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 181–197. 1159 p. Madison. Wisconsin USA.
- Norwood, C.A. ve Currie, R.S., 1998. An Agronomic And Economic Comparison of The Wheat–Corn–Fallow and Wheat–Sorghum–Fallow Rotations. *J. Production Agric.*, 11, (1), 67–73.
- Önen, H., Özgöz, E. ve Özer, Z., 2012. Toprak İşleme Yöntemlerinin Buğdayda Yabancı Otlanmaya ve Verime Etkileri. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 99–104.
- Ören, M.N. ve Öztürk, H.H., 2006. An Input–Output Energy Analysis in Field Crop Production in Southeastern Anatolia Region of Turkey, *Journal of Sustainable Agriculture*, no.1, pp.119–130.
- Özcan, M.T., 1985. Mercimek Hasat ve Harman Yöntemlerinin İş Verimi Kalitesi. Enerji Tüketimi ve Maliyet Yönünden Karşılaştırılması ve Uygun Bir Hasat Makinası Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü. Adana.
- Özden, D.M., 1995. Tarımsal Mekanizasyonda Zaman Etüdü Çözümleme (ZET) ve Veri Tabanı Oluşturma Bilgisayar Programı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü A.P.K Dairesi Başkanlığı. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın No:82.
- Özmerzi, 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, S: 472–481, Ankara.
- Özsert, İ. ve Kara, M., 1987. Kuru Tarım Tahıl Üretiminde Değişik Toprak İşleme–Ekim Yöntemleri ve Enerji Gereksinimleri. 3. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Simpozyumu. İzmir.
- Özsert, İ. ve Kara, M., 1998. Yeni Toprak İşleme–Ekim Yöntemleri. Doğu Anadolu Tarım Kongresi. 14–18 Eylül. 1357–1368 Erzurum.
- Öztürk, H.H., Barut, Z.B. ve Ekinçi, K., 2006. Energy Analysis of the Tillage Systems in Se–38.
- Öztürk, H.H., 2010. Tarımsal Üretimde Enerji Yönetimi, Hasad Yayınevi.
- 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> (1.08.2016).
- Öztürk, H.H., 2013. Türkiye Tarımında Enerji Tüketimi. 28. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi 4–6 Eylül Konya.

- Phillips, E.R. ve Phillips, S.H., 1984. Ed., No-tillage Agriculture, Principles and Practices. Van Nostrand Reinhold Co., New York, 306 pp (p 2).
- Pimentel, D., 1980. Handbook of Energy Utilization in Agriculture. CRC Press, Inc., Florida.
- Rasmussen, V. P., Newhall, R. L. ve Cartee, R. L., 1986. Dryland Conservation Tillage Systems. Utah Science, 47, (2), 46-51.
- Rhoades, J.D., 1982. Soluble Salts, Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition, Agronomy No: 9. 167-179. Madison, Wisconsin USA.
- Royo, C. ve Tribo, F., 1997. Tricale and Barley for Grain and for Dual-Purpose (forage+grain) in a Mediterraneantype Environment II. Yield, Yield Components and Quality. Australian-Journal-of-Agricultural-Research. 1997, 48: 4, 423-432; 38 ref.
- Safa, M., Samarasinghe, S. ve Mohssen, M., 2011. A field Study of Energy Consumption in Wheat Production in Canterbury, New Zealand. Energy Conversion & Management 52 (2011) 2526-2532.
- Shinners, K.J., Wilkes, J.M. ve England, T.D., 1993. Performance Characteristics of a Tillage Machine With Active-Passive Components, J.Agrich, Engineering Res.55.277-297.
- Shrestha, D.S., 2002. Energy Use Efficiency Indicator For Agriculture. s.28-30.
- Sillon, J.F., Richard, G. ve Cousin, I., 2003. Tillage and Traffic Effects on Soil Hydraulic Properties and Evaporation. Geoderma 116, 29-46.
- Singh, A.K., Padmakar, T., Mishra, S.R. ve Tripathi, P., 2001. Phenology, Growing Degree days and Phasic Development Model of Wheat (Triticum aestivum under rice (Oryza sativa))Wheat Cropping System. Indian-Journal-of-Agricultural-Sciences. 2001,71: 6,363-366.
- Singh, H., Mishra, D., Nahar N.M. ve 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.
- Sungur, N., Ulusoy, E., Yalçın, H., 1994. Ege Bölgesi Koşullarında Buğday ve İkinci Ürün Mısır Elde Etmede Mekanizasyon Olanakları. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, S:582-591, Antalya.
- Sürek, D., 2004. Kuru Tarımda Farklı Ekim Nöbeti Uygulama Etkinliklerinin Karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Toprak Anabilim Dalı.
- Şehri, M., 2012. Adana Yöresi Pamuk Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliği ve Maliyet Analizi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Adana.
- Tabatabaeefar, A., Emamzadeh, H., M., Varnamkhasi, G., Rahimizadeh R., ve Karimi, M., 2009. Comparison of Energy of Tillage Systems in Wheat Production. Energy,34,41-45.
- Tarawally, M.A., Medina, H., Frometa, M.E. ve Itza, C.A., 2004. Field Compaction at Different Soil-Water Status: Effects on Pore Size Distribution and Soil Water Characteristics of a Rhodic Ferrasol in Western Cuba. Soil Till. Res. 76, 95-103.

- 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 Köyşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. No: 164. Tarsus.
- Torun, M., Ergüneş, G. ve Özgöz, E., 2001. Gökhöyük Tarım İşletmesinde Bitkisel Üretimde Tarımsal Mekanizasyon Özelliklerinin ve Enerji Bilançosunun Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi 13–15 Eylül 2001 Şanlıurfa.
- Türkmen, E., Ergüneş, G., 2003. Değişik Toprak İşleme Yöntemlerinin Toprağın Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 20 (2), Sayfa 109-113.
- Vepraskas, M.J. ve Wagger, M.G., 1989. Cone Index Values Diagnostic of Where Subsoiling can Increase Corn Root Rowth, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 53, 1499–1505.
- Whalley, W.R., Dumitru, E. ve Dexter, A.R., 1995. Biological Effects of Soil Compaction. Soil and Tillage Research, 35 (1), 53-68.
- Wicks, G. A. ve Smika, D. E., 1973. Chemical Fallow in a Winter Wheat–Fallow Rotation. Weed Sci., 21, (2), 97–102.
- Yalçın, H., Demir, V., Yürdem, H. ve Sungur, N., 1997. Buğday Tarımında Azaltılmış Toprak İşleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, 415–423, Tokat.
- Yaldız, O., Öztürk, H.H., Zeren, Y. ve Başçetinçelik, A., 1990. Türkiye Tarla Bitkileri Üretiminde Enerji Kullanımı. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 3 (1–2), 51–62, Antalya.
- Yaldız, O., Öztürk, H.H., Zeren, Y. ve Başçetinçelik, A., 1993. Türkiye Tarla Bitkileri Üretiminde Enerji Kullanımı. 5th. International Congress on Agricultural Mechanization and Energy, pp.527–537. 12–14 Ekim, Kuşadası.
- Yılmaz, İ., Özalp, A. ve Aydoğmuş, F., 2010. Antalya İli Bodur Elma Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi: Elmalı ilçesi örneği. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (2010) 23(2): 93–97.
- Yoldaş, F. ve Eşiyok, D., 2005. Termal Zamanın (°C-gün) Bitkisel Üretimde Kullanımı. Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg., 2005, 42(3):207–218.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları, Köy Hizmetleri Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No:121, Teknik Yayın No:36, Ankara.
- Zeren, Y., Işık, A. ve Özgüven, F., 1993. GAP Bölgesinde İkinci Ürün Tane Mısır Yetiştirmede Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, 5. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, Kuşadası.
- Zhang, M.K. ve Fang, L.P., 2007. Effect of Tillage, Fertilizer and Green Manure Cropping on Soil Quality at an Abandoned Brick Making Site. Soil and Tillage Research, 93: 87–93.

7. ÖZGEÇMİŞ

08.03.1965 yılında Erzurum'da doğdu. İlkokul, Ortaokul ve Lise'yi Erzurum'da tamamladı. 1985 yılında başladığı Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü'nden 1989 yılında mezun oldu. 1990 yılında askerlik vazifesini yaptı. 1991'de Erzurum Belediye'sinde Ziraat Mühendisi olarak göreve başladı. 1995 yılında Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Erzurum Araştırma Enstitüsü'ne atandı. Yüksek Lisans eğitimini Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında (1998–2000) tamamladı. Halen Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Erzurum Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü'nde çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.