



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇELTİK ÜRETİMİNDE ENERJİ BİLANÇOSUNUN
BELİRLENMESİ (ÇORUM İLİ OSMANCIK İLÇESİ ÖRNEĞİ)

HARUN HACIOĞLU

TOKAT

Mart-2023

Her hakkı saklıdır.

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ danışmanlığında hazırlamış olduğum “Çeltik Üretiminde Enerji Bilançosunun Belirlenmesi (Çorum İli Osmancık İlçesi Örneği)” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

.../.../...

Harun HACIOĞLU

JÜRİ KABUL VE ONAY



ÖZET

ÇELTİK ÜRETİMİNDE ENERJİ BİLANÇOSUNUN BELİRLENMESİ (ÇORUM İLİ OSMANCIK İLÇESİ ÖRNEĞİ)

Hacıoğlu, Harun

Yüksek Lisans, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ

İkinci Danışman: Doç. Dr. M. Fırat BARAN

Mart 2023, xii + 73 sayfa

Bu çalışmada, 2020-2021 yılı üretim sezonunda Çorum ili Osmancık ilçesi örneği için çeltik üretimi yapan işletmelerin üretimdeki enerji parametrelerini belirlemek amacıyla anket yöntemi ile 8 köyden 166 işletmeyle yüz yüze görüşülmüştür. Bu işletmeler büyüklüklerine göre 5.00-30.00, 30.01-60.00, 60.01-90.00 ve 90.01-110.00 da olarak sınıflandırılmıştır. Çeltik üretiminde enerji kullanımının hesaplanmasındaki girdiler arasında insan işgücü, tarım makineleri imalatı, elektrik, yakıt-yakıt, kimyasal gübre, kimyasal ilaç, sulama ve tohum girdisi yer almıştır. Sonuçlarda Osmancık ilçesi için toplam girdi ve çıktı enerjisi çeltik tarımında sırasıyla 275 729.24 MJ/ha ve 534 472.11 MJ/ha olarak belirlenmiştir. En yüksek enerji girdileri sırasıyla sulama (%31.56), yakıt-yakıt (%30.55), elektrik (%18.73) ve kimyasal ilaç enerji (%6.84) girdileri olarak belirlenmiştir. Çeltik tarımında enerji oranı ve enerji üretkenliği sırasıyla 2.17 ve 0.13 kg/MJ olarak belirlenmiştir. Sonuçlar açısından çeltik tarımında sulama sulama uygulaması ve elektrikli pompa kullanımıyla sulama girdiler içinde önemli bir yer tutmaktadır. Ayrıca, teknolojik bir kullanım olan Drone ile ilaçlamanın girdi olarak hesaplamalara katılması da enerji hesaplamalarında önemli bir adımdır. Girdiler içerisinde en yüksek tüketim girdisi olan sulamada etkin sulama ile kaynakların korunmasına yönelik girdi miktarlarının azaltılmasıyla enerji etkinliğinin artırılması sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Çeltik, İşletme Büyüklüğü, Enerji Oranı, Enerji Üretkenliği

ABSTRACT

DETERMINATION OF ENERGY BALANCE IN PADDY PRODUCTION (A CASE STUDY FOR OSMANCIK DISTRICT OF ÇORUM PROVINCE)

Hacıoğlu, Harun

Master's Thesis, Department of Biosystems Engineering

Advisor: Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ

Co-Advisor: Assoc. Prof. Dr. M. Fırat BARAN

March 2023, xii + 73 pages

In this study, 166 enterprises from 8 villages were interviewed face-to-face with the survey method in order to determine the energy parameters of the enterprises producing paddy for the example of Osmancık District of Çorum province in the production season of 2020-2021. These enterprises were evaluated by classifying them as 5.00-30.00, 30.01-60.00, 60.01-90.00 and 90.01-110.00 da according to their size. Inputs in the calculation of energy use in paddy production include human labor, agricultural machinery manufacturing, electricity, fuel-oil, chemical fertilizers, chemical pesticides, irrigation and seed inputs. In the results, the total input and output energy for Osmancık district were determined as 275 729.24 MJ/ha and 534 472.11 MJ/ha, respectively, in paddy agriculture. The highest energy inputs were determined as irrigation (31.56%), fuel-oil (30.55%), electricity (18.73%) and chemical pesticide energy (6.84%), respectively. The energy ratio and energy productivity in paddy farming were determined as 2.17 and 0.13 kg/MJ, respectively. In terms of results, irrigation with the application of flood irrigation and the use of electric pumps in paddy agriculture has an important place in the inputs. In addition, adding spraying with drone, which is a technological use, to the calculations as an input is an important step in energy calculations. In irrigation, which is the highest consumption input among inputs, energy efficiency can be increased by reducing the amount of inputs for the protection of resources with effective irrigation.

Keywords: Paddy, Enterprise size, Energy Ratio, Energy Productivity

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında, akademik olarak gösterdiği yol ve içten katkıları ile yardımlarını esirgemeyen, tez çalışmam sırasında performansına yetişmeye çalıştığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ ve ikinci danışman hocam Doç. Dr. M. Fırat BARAN’a, Prof. Dr. ESEN ORUÇ ve tüm bölüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans sürecimde desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen eşim Ekin HACIOĞLU, babam Haşim HACIOĞLU, annem Şaziye HACIOĞLU ve kardeşim Emre HACIOĞLU’na minnet ve şükranlarımı sunarım.

HARUN HACIOĞLU

6 Mart 2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Yöntem	16
3.2.1. Anketlerle toplanan veriler ve değerlendirmeler.....	18
3.2.2. Enerji analizi	19
3.2.3. Doğrudan enerji girdileri	20
3.2.4. Dolaylı enerji girdileri	22
3.2.5. Enerji etkinliği analizi	26
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	28
4.1. Çorum ili Osmancık ilçesindeki çeltik üretimi aşamaları.....	28
4.2. Çorum ili Osmancık ilçesi çeltik üretiminde kullanılan girdiler.....	29
4.3. Çeltik Üretimindeki kullanılan girdilerin enerji eşdeğerleri.....	30
4.3.1. Doğrudan enerji girdileri	36
4.3.2. Dolaylı enerji girdileri	40
4.4. Toplam enerji çıktısı.....	49
4.5. Enerji etkinliğinin değerlendirilmesi	50
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	55
7. KAYNAKÇA.....	58
8. EKLER	70
8.1. Anket Formu	70
8.2. Özgeçmiş.....	73

SİMGELER ve KISALTMALAR

Kısaltma	Açıklama
EO	: Enerji oranı
EÜ	: Enerji üretkenliği
ÖE	: Özgül enerji
ÜV	: Ürün verimi
YYE	: Yakıt-Yağ Enerjisi
MİE	: Makine İmalat Enerjisi
İİGE	: İnsan İşgücü Enerjisi
NE	: Net enerji
TEÇ	: Toplam Enerji Çıktısı
TEG	: Toplam Enerji Girdisi
S	: Standart Sapma
n	: Örnek hacmi
N	: Örneklem çerçevesine ait toplam birim sayısı
p	: Oranın varyansı
r	: Ortalamadan sapma
t	: Güven sınırı
R(i)	: i girdisinin uygulama miktarı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
DAP	: Di Amonyum Fosfat
VZA	: Veri Zarflama Analizi

Simge Açıklama

m ³	: Metreküp
m ²	: Metrekare
m	: Metre

Simge	Açıklama
kg	: Kilogram
Mt	: Milyon ton
ha	: Hektar
da	: Dekar
cm	: Santimetre
%	: Yüzde
L	: Litre
MJ	: Megajoule
GJ	: Gigajoule
TL	: Türk Lirası

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No	Sayfa
Şekil 1. Osmancık ilçesi uydu haritası.....	16
Şekil 2. Lazerli tesviye makinesi.....	34
Şekil 3. Drone.....	35



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1 Dünya çeltik verilerinin değişimi (hasat edilen alan, üretim miktarı ve verim).....	7
Çizelge 1.2. Türkiye çeltik verilerinin değişimi (hasat edilen alan, üretim miktarı ve verim)	7
Çizelge 3.1. Çeltik üretimi için anket uygulanan köyler ve işletme sayıları.....	18
Çizelge 3.2. Çeltik üretimi yapan işletmelerin büyüklüklerine göre dağılımı.....	19
Çizelge 3.3. Çeltik yetiştiriciliğinde girdilerin hesaplanmasında kullanılan enerji eşdeğerleri.....	20
Çizelge 4.1. Çeltik üretiminde girdi miktarları ve verim değeri.....	29
Çizelge 4.2. Çeltik üretimi yapan işletmelerin üretimdeki işlemler, kullandıkları tarımsal alet ve makinaların ömürleri ve çalışma hızları.....	30
Çizelge 4.3. Çeltik üretimi yapan işletmelerin üretimdeki işlemler, kullandıkları tarımsal makine ve ekipmanların tip, ağırlık, teorik iş genişliği ve iş derinliği.....	31
Çizelge 4.4. Çeltik üretimi yapan işletmelerin çoğunlukta kullandıkları traktörlere ait veriler.....	32
Çizelge 4.5. Çeltik üretimi yapan işletmelerin çoğunlukta kullandıkları biçerdöverlere ait veriler.....	32
Çizelge 4.6. Çeltik üretimi yapan işletmelerin üretimdeki işlemler, kullandıkları tarımsal makine ve ekipmanların yatık tüketimi, iş başarısı ve çalışma süresi.....	33
Çizelge 4.7. Çeltik üretimde kullanılan Drone'a ait teknik özellikler.....	35
Çizelge 4.8. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki yakıt-yag enerji girdileri.....	36
Çizelge 4.9. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki elektrik enerjisi girdileri.....	37

Çizelge 4.10. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki doğrudan enerji girdileri toplamı (MJ/ha).....	39
Çizelge 4.11. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki makine imalat enerji girdileri	40
Çizelge 4.12. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki dolaylı enerji girdilerinden insan işgücü enerji değişimleri.....	41
Çizelge 4.13. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki kimyasal gübre enerjisi girdileri	43
Çizelge 4.14. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki kimyasal ilaç enerjisi girdileri	44
Çizelge 4.15. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki tohum enerjisi girdileri.....	45
Çizelge 4.16. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki sulama enerjisi girdileri	47
Çizelge 4.17. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki dolaylı enerji girdileri toplamı.....	47
Çizelge 4.18. Çeltik üretimi yapan işletmelerin toplam enerji girdileri	49
Çizelge 4.19. Çeltik üretimi yapan işletmelerin toplam enerji girdisi, toplam enerji çıktısı ve ürün verim değerleri	50
Çizelge 4.20. Osmancık ilçesi genelinde tüm ankete dahil işletmelerin toplam girdi ve toplam çıktı enerjileri ve yüzdeleri.....	51
Çizelge 4.21. Çeltik üreticisi işletmelerin enerji hesaplamalarında yer alan enerji oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği, net enerji ve enerji kârlılığı parametrelerinin göstergeleri.....	53

1. GİRİŞ

Tarımsal faaliyetlerdeki kullanılan tüm girdilerin etkin şekilde kullanımını arttırmaya yönelik planlamaların yapılmasıyla üretimdeki sürdürülebilirliğin sağlanmasının yanında, tarımda verimlilik artmaktadır. Sürdürülebilir bir tarımda enerji ve ekonomik boyut yanında çevrenin korunması da önemlidir. Genellikle enerji etkinliğini ve çevre boyutunu ölçmek için yapılan çalışmalarda üretimde kullanılan enerji analizleri içerisinde girdi ve çıktı değerleri dikkate alınmaktadır (Göktolga ve ark., 2006). Tarımsal verimliliği ortaya koymada ana değişkenler girdi ve çıktı ilişkisidir. Tarımsal üretimdeki girdi ve çıktı değerlerini bilimsel ve güncel rakamlarla hesaplamak yöntemsel olarak ele alınması gerekli temel konulardır (Işıklı ve Işın, 1991). Hem kârlı ve hem de başarılı bir tarımsal üretimde, birim alandan elde edilen çıktı ürünün enerjisi ile tüketilen toplam girdi enerjisinin oranlanmasıyla elde edilen enerji oranı hesaplanması önemli bir kıstas olarak değerlendirilir. Farklı üretim metodlarını karşılaştırırken enerji oranının yanında birim alan başına hesaplanan ekonomik maliyet analizi de dikkate alınmaktadır (Erdoğan, 2009).

Tarımsal faaliyetlerde tüketilen enerji parametrelerinin hesaplanması, üretim sistemlerindeki kayıpların belirlenmesi, kullanılan enerji kaynaklarının daha etkin ve sürdürülebilir olarak kullanılması önemlidir. Tarımsal faaliyetlerde enerji kullanımları; doğrudan enerji (elektrik, yakıt-yag, biyokütle, doğal gaz, vb.) ile dolaylı enerji (kimyasal gübre, insan iş gücü, tarım makineleri, tohumluk, kimyasal ilaçlar, sulama) birlikte değerlendirilmelidir (Arıkan, 2011).

Enerji oranını artırmada verimin artırılması yanında tüketilen girdilerin de azaltılması gereklidir. Enerji girdileri toplamı içinde önemli bir pay olan kimyasal gübre, kimyasal ilaç, yakıt-yag, traktör ve tarım makineleri girdilerinin de azaltılması önemlidir. Verimi arttırmak belli sınırlar dahilinde sağlansa da enerji etkinlik değerini artırabilmek için üretimde tüketilen kimyasal ilaç, makine ve kimyasal gübre kullanımını belirli oranda ve bilinçli düzeyde azaltmak gerekmektedir (Gözübüyük ve ark., 2012).

Ekonomik açıdan büyümenin ve gelişmenin sağlanması için kullanılmayan kaynakları üretime kazandırmak ve kullanılan kaynakları da daha verimli alanlara kaydırmak gereklidir (Talim ve Çıkın, 1975; Pirinçcioğlu, 1988).

Tarımsal üretim sektöründe verimlilik için önemli üretim unsurları; toprak, tohumluk kullanımı, alet-makine kullanımı, işgücü kullanımı, sulama, gübreleme, ilaçlama, ürünlerin taşınması ve depolanması, girdi fiyatları, ürün fiyatı ve ürün pazarlaması, işletme büyüklüğü, arazi parçalılığı, arazideki mülkiyet durumu, vergiler, destekleme alımları, teşvikler, üreticilerin sosyal yapı ve örgütlenme durumu, eğitim araştırma olanakları, iklim ve toprak yapısı bir dizi faktörün etkisi altında bulunmaktadır (Çelik, 2000).

Günümüzde tarımsal üretimden amaç; yüksek getirili bir şekilde üretim yapmak, üretimin sürdürülebilirliğini sağlamanın yanında kaliteli, çevreye ve insan sağlığına duyarlı bir üretim planlamaktır. Tarımsal üretim hem ülkenin genel ekonomik yapısı içerisindeki yeri ve önemi hem de taşıdığı riskler nedeniyle gelecekte de ülkelerin ekonomik gelişiminde önemi korumaktadır. Tarımsal üretim için gerekli kaynakların etkin kullanımının planlanmasının yapıldığı, gerektiğinde bu yönde önlemler alınmasının söz konusu olduğu çok önemli bir üretim şeklidir.

Tarımsal üretimde yalnızca kârlılık değil, aynı zamanda sosyal, çevresel ve üretimdeki enerji kullanım etkinlikleri de dikkate alınmalıdır. Bu nedenle yenilenmesi için oldukça uzun zaman gerektiren kaynakların korunması yanında çevre kirliliğinin de azaltılması, sürdürülebilirlik açısından dikkate alınmalıdır (Berkman, 1996).

Bir tarımsal üretim projesinin sürdürülebilir tarım ilkeleri kapsamında değerlendirilmesi için enerji, ekonomi ve çevre üçlüsünün beraber incelenmesi gerekir. Yani, herhangi bir tarımsal üretimde, birim alanda ürüne ait enerji eşdeğeri ile üretimde harcanan enerji eşdeğeri arasında bulunan oranın kârlı ve başarılı bir üretim için bir karşılaştırma ve bir gösterge değeri olarak kullanılabilmesinin, çevreye olan duyarlılığın artış gösterdiği son yıllarda enerjinin etkin kullanımı açısından da önemli olduğu söylenebilir (Erdoğan, 2009).

Enerjinin ne kadar verimli kullanılıp kullanılmadığı, üretimdeki enerji girdi ve çıktı analizleri ile görülebilecektir. Enerji girdi ve çıktı analizleri, çoğunlukla enerji etkinliğini ve çevre boyutunu ölçmek için uygulanan çalışmalardır. Çıktı miktarlarının düşük çıkması, kullanılan girdilerin verimli halde kullanılmadığını göstermektedir. Girdilerin verimli halde kullanılmaması bazı olumsuzluklara neden olabilmektedir. Üretimde, bilinçli kullanılmayan gübre ve ilaç, hem girdilerin israfına ve hem de çevrenin zarar görmesine neden olmaktadır (Göktolga ve ark., 2006).

Tarımsal üretimde verimlilik artışına neden olan tohum, gübre ve ilaç vb. girdi materyallerinin uyumlu kullanılması için tarımsal mekanizasyon uygulamaları, üretimin en önemli araçlarından birisidir (Özgüven ve ark., 2010). Tarımsal üretim içerisinde, ekonomik ve verimlilik programlarının zamanında gerçekleşmesinde tarımsal mekanizasyon uygulamalarının özellikle dikkate alınması gereklidir. Tarımda verimliliği arttırabilmek için tarımsal kuvvet makinelerinin en optimal tarım alet ve makineleriyle donatılması ve ayrıca optimal işletmecilik prensipleri ile enerji kullanım etkinliklerinin birlikte dikkate alınması söz konusudur (Akar, 2015). Tarım sektöründe başlıca üretim girdi kalemleri; tohumluk kullanımı, sulama, alet-makine kullanımı, ilaçlama, gübreleme, işgücü kullanımı vb.'dir (Çelik, 2000).

Gelişmekte olan ülkelerde üretimdeki gider kalemleri içerisinde kimyasal gübre kullanımından sonra ikinci sırayı tarımsal mekanizasyona ayrılan pay almaktadır. Gelişmiş ülkelerde ise bu oran tüm üretim giderleri ve sermayenin %50'si ile en yüksek paya sahiptir (Gifford, 1986). Bitkisel üretimde kimyasal gübre, ilaç ve tohum girdisinin yanında makine ve özellikle yakıt ve yağ girdisi önemli giderler olarak dikkat çekmektedir.

Enerji etkinliğini arttırmada, verimi etkilemeden enerji girdisini korumaya yönelik adımlar atmak gereklidir (Singh et al., 2004). Enerji girdilerindeki fazla yükselme, mali açıdan birçok zarara yol açabilmektedir (Alikhani ve Nezhad, 2004). Enerji etkinliğinde ya verimi artırmalıyız ya da girdileri azaltmalıyız. Verimi artırmak bazı imkanlar içerisinde sağlanabilir.

Ancak enerji kullanım etkinliği, girdilerin daha düzenli şekilde planlanması ile azaltılabileceğinden dolayı üretim esnasında kullanılan sistemlerin enerji bilançosunu belirlemek çok önemlidir (Gözübüyük ve ark., 2012).

Dünya  l eğindeki tarımsal alanları yaklaşık olarak %10'unda  eltik tarımı yapılmaktadır,  eltik ekili alanlar daha çok Asya kıtasındadır. Dünya  eltik ekim alanlarının %50'sinden daha fazlasının üretimine Hindistan,  in ve Endonezya sahip durumdadır (Anonim, 2016).

Türkiye'de tarımsal politikalar, desteklemeler, yüksek verimli ve kaliteli çeşit kullanımı ve  eltik üretimi yapan işletmelerin modern tarım ve yetiştirme tekniklerini uygulanmasının sonucu olarak  eltik üretimi ciddi oranda artışlar göstermiştir.

Çeltik  retimi bakımından  orum ili Karadeniz bölgesinde yer alan önemli bir ildir. Tarımsal  retimi arttırmak için yeni tarım alet ve makine kullanımları da önemli bir etkiye sahiptir. Üretimde kullanılan traktör ve tarım alet-makinelerine ait durumun bilinmesi, üretimdeki kullanılan diğer girdilerin etkin kullanımı ve  eltik üretiminin enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi de bu anlamda çok önemlidir.

Türkiye'de bölgeler bazında yetiştirilen farklı ürünler için enerji kullanım etkinliğine yönelik birçok çalışma yapılmıştır.  rnek olarak; İç Anadolu Bölgesi - Konya'da mısır üretimi için Konak ve ark. (2004), Nevşehir'de patates üretimi için  zg z ve ark. (2017), Akdeniz Bölgesi - Adana'da birincil ürün mısır üretimi için Karaağaç ve ark. (2014), Adana'da kolza üretimi için Arıkan (2011), Çukurova'da sorgum üretimi için Eren ve  zt rk (2011), Adana'da pamuk üretimi için şehri (2012), Trakya Bölgesi - Kırklareli'nde kanola üretimi için Baran ve Gökdoğan (2014), Kırklareli'nde ikinci ürün ayçiçeği üretimi için Baran ve Karaağaç (2014), Kırklareli'nde şeker pancarı üretimi için Baran ve Gökdoğan (2016), Doğu Anadolu Bölgesi - Erzurum'da buğday üretimi için Gözübüyük ve ark. (2012), Orta Karadeniz Bölgesi - Tokat'ta silaj mısır üretimi için Altuntaş ve ark. (2018), İç Anadolu Bölgesi - Sivas'ta buğday ve aspir üretimleri için Altuntaş ve ark. (2019a); Altuntaş ve ark. (2019b) verilebilir.

Tarımsal üretimde etkin enerji kullanımı, tüm girdilerin etkin kullanımı, işletmelerin ekonomik kazanımı ve girdilerin çevreye olan etkisini en iyi hale getirmek açısından önemlidir. Enerji analizleri ile bulunan sonuçlar, işletmelerde enerjinin ne derece etkin kullanıldığı dolayısıyla kaynakların verimli yönetimi açısından oldukça önemlidir. Türkiye’de ve dolayısıyla Karadeniz Bölgesinde çeltik tarımında ve özellikle yoğun üretimin yapıldığı yerlerden olan Osmancık ilçesinde enerji kullanım etkinliklerinin belirlenmesine yönelik yapılmış bilimsel bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada Karadeniz Bölgesi, Çorum ili Osmancık ilçesindeki çeltik tarımındaki enerji kullanım etkinliği belirlenmiştir.

Çorum ili Osmancık ilçesindeki çiftçilerin çeltik üretiminde kullandıkları traktör ve tarım alet-makinelerinin yanında, bu makinelerin kullanım etkinliğinin belirlenmesi ile çeltik üretiminin genel olarak enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi, üretim planlaması açısından büyük önem arz etmektedir. Enerji bilançosunun belirlenmesiyle bulunan sonuçlar, işletmelerde enerjinin ne derece etkin kullanıldığını belirlemeye, dolayısıyla kaynakların verimli yönetimi açısından da büyük yararlar sağlayacaktır. Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesi, Çorum ili Osmancık ilçesindeki çeltik üreticisi işletmelerin uyguladıkları üretim sistemindeki enerji etkinliğinin belirlenmesiyle; çiftçi, yöre ve bölge bazında çeltik üretim planlamasına yönelik bazı önerilerin ortaya konulması ve bazı önemli verilerin oluşturulmasına katkı sunacağı da düşünülmektedir.

1.1. Çeltik Üretiminin Dünya ve Türkiye’deki Durumu

Dünyanın çeltik üretimi için iklim şartları açısından en uygun bölgesi, Doğu Asya olup, Türkiye toprak ve iklim yapısı itibarıyla çeltik yetiştiriciliğine elverişli imkanlara sahiptir. Dünya nüfusunun %21’inin ve Doğu Asya Bölgesi ülkeleri nüfusunun %76’sının kalori ihtiyacı çeltik ürününden karşılanmaktadır. Çeltik üretimi, genelde ılıman iklim kuşağında Güney ve Güneydoğu Asya’da ve özellikle Pakistan’dan Japonya’ya kadar bulunan ülkelerde yapılmaktadır. Dünya’da en fazla çeltik yetiştiren 25 ülkeden 17’si bu bölgede bulunmaktadır (Taşlıgil & Şahin, 2011). Çeltik üretimi, özellikle Asya kıtasında ve dünyadaki tarım alanlarının yaklaşık %10’unda yapılmaktadır (Bal ve Altuntaş, 2019).

Türkiye’de yağış yetersizliğinden dolayı daha çok akarsuların delta ovalarında ve vadi tabanlarında çeltik tarımı yapılmaktadır (Semerci, 2020; Abdioğlu ve Çakır, 2021). Çeltik üretimi, özel iklim koşullarında yetişmesi, yoğun işgücü ve gerekli su kaynağına olan ihtiyaçtan dolayı çok maliyetlidir (Sarıkaya, 2014).

Dünya’daki çeltik üretim değerlerinde yıllara göre dalgalanmalar görülse de ekim alanı, üretim ve verim değerlerinde artış söz konusudur. FAO’nun 2022 yılı verilerine göre, 2010 yılındaki 160 833 727 ha olan ekim alanı, 2020 yılında 164 192 164 ha olarak %2 oranında artış göstermiştir. Çeltik üretim miktarı 2010-2020 yılları arasında ise %9 artarak 2020 yılında 756 743 722 tona ulaşmıştır. Çeltik verimi ise belirtilen yıllarda %7 oranında artarak 2020 yılında 461 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1.1).

Türkiye’de çeltik üretimi yıllara göre dalgalansa da ekim alanı ve üretim miktarı değerlerinde önemli oranda artışlar söz konusudur. TÜİK 2022 yılı verilerine göre, 2010 yılında 990 000 ha olan ekim alanı, 2021 yılında 1 294 904 ha olup %31 oranında artış göstermiştir. Türkiye’de çeltik üretim miktarı 2010-2021 yılları arasında %16 oranında artarak 1 000 000 tona ulaşmıştır. Çeltik verimi ise ekim alanı ve üretim miktarının aksine belirtilen yıllarda %11 oranında azalarak 2021 yılında 772 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1.2). Çeltik ekim alanındaki artış, verimdeki azalıştan fazla olduğundan üretim miktarı artışını sürdürmüştür (Kaya ve Ateş, 2022).

Yüksek sıcaklık isteğinden dolayı çeltik genellikle Türkiye’de kıyı bölgelerinde yetiştirilmektedir (Ulukan, 2008). Türkiye’nin iklimi, Doğu Anadolu’nun büyük bir kısmı ile Ege Bölgesi’nin dışında çeltik yetiştirilmesine elverişli olsa da üretimin daha çok Marmara ve Karadeniz Bölgesi’nde yoğunlaştığı görülmektedir (Çelik ve Emeksiz, 2019). Türkiye’nin hemen tüm bölgelerinde çeltik bitkisinin yetiştiriciliği yapılan yerlerde fiziki koşullar, yasal ve ekonomik zorunluluklar üretimi sınırlandırmakta, bu nedenle, Türkiye’de çeltik ekim alanları yıllar itibariyle değişim gösterebilmektedir (Taşlıgil ve Şahin, 2011). Fakat Türkiye, artış gösteren tüketimin üretim miktarıyla karşılanamaması sebebiyle çeltik ve pirinçte dışa bağımlı durumdadır.

Çizelge 1.1. Dünya çeltik verilerinin değişimi (hasat edilen alan, üretim miktarı ve verim) (FAO, 2022)

Yıl	Ekim Alanı (ha)	İndeks (2010=100)	Üretim Miktarı (ton)	İndeks (2010=10)	Verim (kg/da)	İndeks (2010=100)
2010	160 833 727	100	694 471 884	100	432	100
2015	160 207 328	99	731 952 333	105	457	106
2016	161 773 361	101	734 073 708	106	454	105
2017	164 123 804	102	747 410 272	108	455	105
2018	165 751 531	103	759 066 702	109	458	106
2019	161 771 753	100	749 189 908	108	463	107
2020	161 192 164	102	756 743 722	109	461	107

Türkiye çeltik üretimindeki verim, dünya ortalamasının yaklaşık iki katı kadardır (Çelik ve Emeksiz, 2019). Günümüzün su ve çevre kirliliği, tarımsal üretimi olumsuz etkileyen en önemli bir sorundur. Tarımsal üretim açısından, su kirliliği özellikle çeltik üretiminde çok önemli kayıplara yol açabilmektedir (Oğuzhan ve Özalp, 2005).

Çizelge 1.2. Türkiye çeltik verilerinin değişimi (hasat edilen alan, üretim miktarı ve verim)

Yıl	Alan (ha)	İndeks (2010=100)	Üretim Miktarı (ton)	İndeks (2010=100)	Verim (kg/da)	İndeks (2010=100)
2010	990 000	100	860 000	100	868	100
2015	1 158 561	117	920 000	107	794	91
2016	1 160 563	117	920 000	107	793	91
2017	1 095 599	111	900 000	105	821	94
2018	1 201 424	121	940 000	109	782	90
2019	1 264 190	128	1 000 000	116	791	91
2020	1 253 980	127	980 000	114	782	90
2021	1 294 904	131	1 000 000	116	772	89

Tahıllar arasında buğdaydan sonra çeltik dünya genelinde en fazla yetiştirilen ikinci ürün olup, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2020 yılı verileri baz alındığında çeltik tarımının dünyada tahıl üretiminde payı %25'tir (Özçelebi ve Yılmaz,

2020). Çeltik, üretim hacmi bakımından Türkiye tahıl üretimi içerisinde buğday, arpa ve mısırdan sonra dördüncü sırada yer almaktadır (Bölükbaş ve Kaya, 2018).

2020 yılında Türkiye’de çeltik üretimi 116 bin hektar alandan 900 bin ton verim alınarak gerçekleşmiştir (Abdioğlu ve Baki, 2021). Uygun teknoloji ve üretim faktörlerinin kullanımı, çeltik tarımında verim ve kaliteyi önemli düzeyde etkilemektedir (Alamyar & Boz, 2019; Bal & Altuntaş, 2019). Çeltik yetiştiriciliğinde herbisitlerin kullanımı, anız yakma gibi sorunların giderilmesi, delta ekosisteminin korunması, yerel olarak bütünsel/önleyici çevre yönetim stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanmasına yol açmaktadır (Sirat ve ark., 2012).

Çorum ili ve özellikle Osmancık ilçesi, çeltik üretiminin yer aldığı önemli bir potansiyele sahiptir. Tarımsal üretimin arttırılmasında yeni teknolojiler kadar üretimdeki enerji dengelerinin korunması ve maliyetlerin azaltılması noktası önemlidir. Bu anlamda, işletmelerin üretimde kullandıkları traktör ve tarım alet-makinelerinin durumu, kullanım etkinliği ve yeterliliğinin bilinmesi de gereklidir.

Çorum ili için Osmancık ilçesinin çeltik üretimindeki enerji bilançosunu belirlenmesine ve çeltik üretiminde kullanılan girdi ve çıktıların kapsamlı olarak değerlendirilip enerji etkinliğinin belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışma, bu alanda yapılan ilk çalışma durumundadır. Çalışma, çeltik üretimi yapan işletmelerin üretimdeki enerji parametrelerini belirlemek açısından önemli olup işletmelerin büyüklüğüne göre enerji kullanım etkinliğini de ortaya koymaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çiçek ve Çelen (2000), Meriç havzasında çeltik tarımı yapan tarım işletmelerinin makineleşme düzeyiyle ilgili araştırmada anket yöntemi kullanarak değerlendirme yapmışlardır. Trakya Bölgesi ve Türkiye ortalamasına göre Meriç havzası işletmelerinin daha yüksek makineleşmeye sahip olduğunu, fakat çeltik tarımı için makineleşmenin tam olarak sağlanamadığını, tam bir makineleşmeyle çeltik veriminde çok önemli düzeylerde artışların mümkün olabileceğini belirtmişlerdir.

Gezer ve ark. (2003), Malatya ilinde kayısı üretiminde enerji ve işgücü konulu araştırmalarında, toplam enerji içerisinde girdi enerjisinin 22 341 MJ/ha, çıktı enerjisinin 75 265 MJ/ha ve çıktı/girdi oranının da 3.37 şeklinde bulunduğunu açıklamışlardır. Enerji girdileri arasında en fazla oranın yakıt enerjisinin olduğunu ve bunu kimyasal gübre enerjisinin takip ettiğini açıklamışlardır.

Özkan ve ark. (2004c), Antalya ilinde narenciye üretimine yönelik anket çalışmalarıyla verilerin elde edilmesi sonucu, çıktı/girdi enerjisi oranını portakal, mandalina ve limon için sırasıyla 1.25, 1.17 ve 1.06 olarak hesaplamışlardır. En fazla enerji girdisinin %49.68 ile kimyasal gübre enerjisi ve %30.79 ile dizel yakıt enerjisi olduğunu ifade etmişlerdir.

Ekinci ve ark. (2005), Isparta ili elma üretiminde anket yöntemini kullanarak enerji kullanım etkinliğinin hesaplanması amacıyla yaptıkları çalışmada, toplam enerji girdi miktarını 42 252.8 MJ/ha ve toplam enerji çıktısını ise 69 073.2 MJ/ha olarak belirlemişlerdir. Enerji kullanım etkinliğini 1.63, toplam enerji girdisi içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranının %16.45 ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının oranının ise %83.55 olduğunu tespit etmişlerdir.

Göktoğa ve ark. (2006), şeftali üretiminde enerji kullanımını belirlemek için Tokat ili örneğinde yaptıkları çalışmalarında; anket yöntemi kullanarak veriler elde etmişlerdir. Elde edilen verilere göre kullanılan girdiler arasında en yüksek enerji girdisinin %44.44 oranıyla kimyasal gübre enerji girdisi olduğunu, bu oranı %23.49 ile elektrik ve %20.92

ile de dizel yakıt enerjisinin izlediğini açıklamışlardır. Şeftali üretiminde çıktı/girdi oranının 0.93 olduğunu belirterek, girdilerin etkin olarak kullanılmadığı sonucuna varmışlardır.

Çanakcı ve Akıncı (2006), Antalya ilinde anket çalışması ile elde ettikleri verileri kullanarak serada yapılan sebze üretimiyle ilgili enerji kullanım etkinliğini belirledikleri çalışmada enerji oranının domatestede 0.32, biberde 0.19, salatalıkta 0.31 ve patlıcanda 0.23 olarak bulduklarını açıklamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre sebze üretimindeki gelir 595.6 – 2775.3 \$/m² olarak hesaplanırken, serada yapılan üretimde getirisi en yüksek olan ürünün domates olduğunu açıklamışlardır.

Mohammadi ve ark. (2008), İran'ın Ardabil bölgesinde patates ürünüyle ilgili anket yöntemi ile yaptıkları araştırmalarında, net enerjinin 20 808.03 MJ/ha, enerji veriminin 0.35 ve çıktı/girdi oranının ise 1.25 olduğunu tespit etmişlerdir. Toplam enerji girdisinin 81 624.96 MJ/ha olduğunu ve bu enerji içerisinde %40 oranının gübre enerjisi olduğunu belirtmişlerdir. Toplam girdilerin %82'sinin dolaylı ve %18'inin ise doğrudan enerji tüketimi olduğunu, patates ürünüde ortalama verimin 28.5 ton/ha olmasına karşılık gelir/gider oranının ise 1.88 olarak tespit edildiğini açıklamışlardır. Patates üretiminde maliyetin ise 3 267.17 \$/ha olduğunu açıklamışlardır.

Sabah (2010), Söke ilçesinde ikinci ürün ayçiçek üretimi üzerine gerçekleştirdiği bir araştırmada enerji girdi değerinin 7 408.4 MJ/ha, yalnız tohum verimi ele alındığında enerji çıktısının 49 181 MJ/ha olduğunu açıklamışlardır. Çalışmada en yüksek girdinin %55.5 ile kimyasal gübre enerji girdisi olduğunu ve bunu %23.2 ile yakıt enerji girdisinin takip ettiğini ifade etmişlerdir. Yalnız tohum verimi ele alındığında enerji çıktı/girdi oranının 6.63, özgül enerjinin 3.96 MJ kg, enerji üretkenliğinin 0.25 kg/MJ ve net enerjinin 41 772.53 MJ/ha olarak bulunduğunu açıklamışlardır.

Arıkan (2011), Adana ilinde gerçekleştirilen kışlık koza tarımında enerji girdi değerinin 7 662.4 MJ ha ve çıktı değerinin ise tohum verimi dikkate alındığında 68 332.1 MJ/ha olarak bulunduğunu açıklamıştır. Girdi değerleri göz önüne alındığında en fazla enerji girdisinin %38.2 ile kimyasal gübre enerjisi ve bunu takiben %35.7 ile yakıt enerjisi

olduğunu, enerji çıktı/girdi oranının 8.92, özgül enerjinin 2.97 MJ/kg, enerji üretkenliğinin 0.34 kg/MJ ve net enerjinin ise 60 669.7 MJ/ha olarak bulunduğunu açıklamıştır.

Cherati ve ark. (2012), İran'ın Mazandaran Eyaleti için yarı mekanik ve geleneksel çeltik üretim sistemini yüz yüze anket yöntemi kullanarak incelemişlerdir. Kullanılan toplam enerjinin her iki sistem için sırasıyla 67 217.95 MJ/ha ve 67 356.28 MJ/ha olduğunu, sulama suyu ve kimyasal gübre enerji girdilerinin sırasıyla 50 232 MJ/ha ve 7 610.32 MJ/ha değerleriyle en fazla girdi enerjileri olduklarını ifade etmişlerdir. Yarı mekanize sistemlerin enerji verimliliği açısından geleneksel sisteme göre daha iyi sonuçlar verdiğini de belirtmişlerdir.

Xu ve ark (2011), Çin'in güneyindeki çeltik üretiminin, toplam çeltik alanlarının %42.50'sini oluşturduğunu, bu yörede yapılan çift katlı çeltik üretim alanındaki tarla amenajman sistemlerinin daha karmaşık bir yapıya sahip olduğunu belirterek, her tarlada farklı teknolojilerin kullanılmasının gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Toprak hazırlığında pulluk ve diskli ekipman kullanımının yanında doğrudan ekim ve fide dikiminin de yapıldığını, çeltik hasadında da biçerdöver kullanıldığını belirtmişlerdir. Tarımsal işlemler için uygun teknolojinin kullanımının çeltik üretim mekanizasyonunun gelişimini de önemli miktarlarda etkilediğini açıklamışlardır.

Banaeian ve ark. (2011), İran-Tahran bölgesinde anket yöntemiyle elde ettikleri verilerle serada üretilen çilek ürününün enerji kullanım etkinliğini belirledikleri çalışmalarında, toplam enerji çıktısının 121 891.33 MJ/ha olarak hesaplandığını açıklamışlardır. Bu enerjilerin ortalama %78'inin yakıt, %10'unun gübre ve %4.5'inin elektrik enerjisi olduğunu açıklamışlardır. Üretimdeki enerji oranının 0.15, özgül enerjinin 12.55 MJ/kg, net enerjinin 683 488.37 MJ/ha ve maliyetin 8.18 MJ/\$ olarak bulunduğunu, gelir/ gider oranının 1.74 ve kârın 151 907.91 \$/ha olduğunu açıklamışlardır.

Şehri (2012), Adana bölgesinde pamuk üretiminin işletme büyüklüğüne göre (0.1-5) ha, (5.1-10) ha ve (10.1 +) ha olarak gruplandığı ve verilerin anket yoluyla alındığı

çalışmada, enerji tüketiminin işletme büyüklüğüne göre sırasıyla 35 882.22 MJ/ha, 33 950.25 MJ/ha ve 34 889.13 MJ/ha olduğu sonucuna ulaşmışlardır. En yüksek enerji girdisinin gübre enerjisi olduğunu, gübreleme enerjisinin işletme büyüklüklerine göre değişiminin sırasıyla 14 462.2 MJ/ha, 12 805.7 MJ/ha ve 13 905.3 MJ/ha olarak sonuçlandığını açıklamışlardır. Yapılan maliyet analizine göre 10.1+ ha arazi sahiplerinin mali getirisinin en fazla olduğunu belirterek bu miktarın 1 141.2 TL/ha olarak hesaplandığını açıklamıştır.

Bilgili (2012), limon üretiminde enerji kullanım etkinliğini Adana ili örneği için araştırdığı çalışmada, 2008-2010 yılları arasında 122 üreticiyle anket yapılarak, ulaşılan sonuca göre girdi enerjileri arasında en fazla oranın %47.96 ile gübre enerji girdisinin olduğunu ifade etmiştir. Bu girdiyi %25.53 dizel yakıt, %7.43 sulama suyu, %9.80 kimyasallar, %6.38 insan gücü ve %4.91 ile makine girdileri olduğunu hesaplamıştır. Enerji çıktı/girdi oranının 1.02 olduğunu, elde edilen bu rakamlara göre yenilenebilir enerji girdisinin düşük miktarlarda olduğunu ve limon üretimindeki girdilerin verimli olarak kullanılmadığını açıklamıştır.

Alipour ve ark. (2012), 2010 yılında İran-Guilan eyaletinin çeltik üretimi için tarımsal üretimdeki enerji verimliliği endekslerini belirlemek için anket yöntemi ile 127 çiftçiyle görüşmüşlerdir. Tarımsal üretimdeki enerji kullanımının hesaplanmasındaki girdiler arasında işgücü, makine, elektrik, dizel yakıt, kimyasal gübre ve tohum enerjisi yer almıştır. Sonuçlarda toplam girdi ve çıktı enerjisini bu tarımsal ekosistemlerde sırasıyla yaklaşık 47.604 MJ/ha ve 90.680.04 MJ/ha olarak belirlemişlerdir. En yüksek enerji girdilerini sırasıyla sulama suyu enerjisi (%38.84), elektrik enerji girdisi (%27.87) ve azotlu gübre (%17.50) enerji girdisi olarak belirlenmiştir. Bu tarımsal ekosistemlerde enerji etkinliği ve enerji üretkenliği sırasıyla 2.19 ve 0.064 kg/MJ olarak belirlenmiştir. Bu girdilerin, birim alanda artan enerji kullanımı ve aynı zamanda enerji etkinliği ve üretkenliğini azalttığını açıklamışlardır.

Pishgar-Komleh ve ark. (2011), İran'ın Guilan eyaletinde çeltik üretiminin enerji ihtiyacı ve enerji girdi-çıktı ilişkisi üzerine çalışma yapmışlardır. Yüz yüze anket yöntemi ile 105 çiftçiden veri toplandığı çalışmada çeltik üretiminin toplam 39 333

MJ/ha enerji tükettiğini ortaya çıkarmıştır. Toplam enerji girdisi içerisinde yakıt enerjisi ilk sırada yer alırken (%46), bunu sırasıyla kimyasal gübre (%36), tohum (%8) ve kimyasal ilaç enerjisi (%6.07) takip etmiştir. Doğrudan, dolaylı, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerjilerin payı sırasıyla %49, %51, %11 ve %89 olmuş, enerji kullanım etkinliği ve enerji üretkenliği sırasıyla 1.53, 0.09 kg/MJ olarak bulunmuştur. Ekonometrik model, CobbeDouglas tipi fonksiyon kullanılarak geliştirilmiştir ve sonuçta, yakıt ve makine enerji girdilerinin verime önemli ölçüde katkıda bulunduğunu göstermiştir.

Baran ve Karaağaç (2014), Kırklareli ili ikinci ürün ayçiçeği üretimindeki enerji etkinliğinin belirlendiği çalışmalarında verileri farklı kaynak ve çalışmalardan elde ederek, sonuçta enerji çıktı/girdi oranının 3.21, özgül enerji değerinin 8.19 MJ/kg ve net enerjinin 34 404.90 MJ/ha olarak bulunduğunu açıklamışlardır. Ayçiçek üretiminde en yüksek girdiye %30.36 oranıyla sulama suyu enerjisinin sahip olduğunu, diğer girdilerin sırasıyla %28.78 ile kimyasal gübre enerjisinin ve %24.74 oranıyla yakıt-yağ enerjisinin olduğunu hesaplamışlardır.

Baran ve ark. (2014), Kırklareli ilindeki 2012-2013 üretim sezonundaki kanola üretiminin enerji etkinliğini hesapladıkları çalışmalarında dolaylı ve doğrudan enerji girdilerini anket yöntemiyle belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan alet-makinelerin makine ağırlıkları, ekonomik ömürleri, yakıt-yağ tüketimleri, iş başarısı ile gübre ve tohum miktarlarını anket ve diğer çalışma, kaynak ve kataloglardan temin elde etmişlerdir. Sonuçta, kanola üretiminde enerji oranını 17.12, özgül enerji değerini 1.39 MJ/kg ve net enerjiyi 91 683.56 MJ/ha olarak hesaplamışlardır. Toplam enerji girdileri içerisindeki en yüksek kullanımın %52.34 oranıyla yakıt-yağ enerjisi olduğunu, bu girdiyi sırasıyla %21.32 ile tarım makineleri ve %13.55 oranıyla da kimyasal gübre enerjisinin izlediğini belirtmişlerdir.

Sabzevari ve ark. (2015), İran'da, 2013 yılı sezonu fındık üretiminde verimin 450 kg/ha olduğunu, enerji çıktısının 11 255 MJ/ha, enerji girdi tüketiminin 2 862 MJ/ha olduğunu ve çıktı/girdi oranının ise 3.93 olduğunu açıklamışlardır.

Baran ve ark. (2015), Trakya Bölgesi, Kırklareli ilinde çeltik üretiminin enerji girdi-çıktı analizini belirlemişlerdir. Kırklareli ilinde bulunan 123 çeltik işletmesiyle anket çalışması yapılmış, bu işletmeler Neyman yöntemine göre belirlenerek, anket verileri işletmelerle yüz yüze anket ve gözlemler yoluyla toplanarak, enerji girdi-çıktıları da 2012-2013 üretim sezonu için belirlenmiştir. Çeltik üretiminde enerji girdisi 50 412.21 MJ/ha, enerji çıktısı ise 148 750 MJ/ha olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre enerji girdilerini sırasıyla 19 293.75 MJ/ha (%38.27) ile sulama suyu, 12 050.34 MJ/ha (%23,90) ile dizel yakıt, 11 211 MJ/ha (%22.24) ile kimyasal gübre, 3 894.56 MJ/ha (%7,73) ile makine imalat, 3 420 MJ/ha (%6,78) ile tohum, 340.16 (%0.67) ile insan işgücü ve 202.40 MJ/ha (%0.40) ile kimyasal ilaç enerjisi olarak bulmuşlardır. Çeltik üretimindeki enerji kullanım etkinliğinin, enerji üretkenliğinin, özgül enerji ve net enerji değerlerinin sırasıyla 2.95, 0.17 kg/MJ, 5.76 MJ/kg ve 98 337.79 MJ/ha olduğunu belirlemişlerdir. Doğrudan, dolaylı, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji paylarının sırasıyla 31 684.25 MJ/ha (%62.85), 18 727.96 MJ/ha (%37.15), 23 053.91 MJ/ha (%45.73) ve 27 358.30 MJ/ha (%54.27) olarak belirlendiğini de açıklamışlardır.

Firouzi (2015), İran-Guilan Eyaleti için çeltik üretimindeki makineleşme düzeyini 2013 yılı için incelemişler, Merkez, Doğu ve Batı Guilan Bölgelerinde birim işlenen alana düşen ortalama traktör güçlerinin sırasıyla 3.09 BG, 2.22 BG ve 2.07 BG olduğunu ifade etmişlerdir. Toprak hazırlığı, dikim, yabancı ot mücadelesi ve hasat işlemi için mekanizasyon gereksiniminin sırasıyla %0, %73.39, %99.28 ve %52.47 olduğunu, çeltik tarımında kendi yürür makinelerle düşen tarımsal işlenen alanın, ekim makinesi, pülverizatör ve biçerdöver için sırasıyla 111.38, 3 777.97 ve 358.99 ha olduğunu ifade etmişlerdir. Sonuçta, çeltik tarımı için yeterince makineleşmenin sağlanmadığını, Guilan Eyaleti'nin çeltik tarımındaki işlemlerde mevcut makinelerin arttırılmasının gerekliliğini vurgulamışlardır.

Nabavi-Pelesaraei ve ark. (2017), İran'ın Guilan Eyaletinde çeltik üretiminde optimum enerji tüketim modelinin sağlanmasına yönelik araştırma yapmışlardır. Birincil hedefin çeltik tarlalarının enerji akışının, kümülatif ekserji talebinin ve yaşam döngüsünün değerlendirilmesi, ikincil hedefin ise, enerji üretkenliğinin artırılması (enerji tüketiminin azaltılması ve çeltik üretiminde performansın artırılması) ve olumsuz çevresel etkilerin

azaltılması için Veri Zarflama Analizi (DEA) ve Çok Amaçlı Genetik Algoritma (MOGA) kullanılarak enerji tüketiminin optimizasyonudur. Buna göre optimizasyon sonuçları, VZA ve MOGA kullanılarak enerji tasarrufunun sırasıyla %21.15 ve %71.63 olduğunu göstermektedir. Çeltik üretiminin etkinliğinin artırılmasının esas olarak toksinler ve kimyasal gübrelerin azaltılması yönünde olduğunu belirtmektedirler.

Baran ve ark. (2019), 2017 yılı üretim sezonu için Adana koşullarındaki nohut üretiminin enerji bilançosunun belirlenmesinde üretimdeki enerji çıktı/girdi oranının 1.82, özgül enerji değerinin 9.99 MJ/kg, enerji üretkenliğinin 0.10 kg/MJ ve net enerjinin 8 319.86 MJ/ha olarak hesaplandığını açıklamışlardır. Nohut üretiminde toplam enerji girdileri içerisinde en yüksek girdi kullanımının %35.59 ile yakıt-yağ enerjisi olduğunu, bunu %24.63 ile kimyasal gübre enerjisinin, %23.49 ile tohum enerjisinin, %8.43 ile makine enerjisinin, %7.61 ile ilaç enerjisinin ve %0.24 ile insan iş gücü enerjisinin takip ettiğini açıklamışlardır.

Altuntaş ver ark. (2019b), Sivas ili Gürün ilçesinin aspir üretiminin enerji bilançosunu 0-10 da, 10.01-20 da, 20.01-40 da ve >40 da işletme büyüklüklerine göre belirlemişlerdir. 82 işletmeyle yüz yüze anket çalışmasıyla en yüksek enerji çıktı ve enerji girdi değerleri ile enerji çıktı/girdi oranının >40 da işletme büyüklüğü için sırası ile 314 300 MJ/ha, 113 858 MJ/ha ve 2.78 olarak hesaplandığını açıklamışlardır. İşletme büyüklüklerine göre enerji girdileri dağılımı içinde en yüksek enerji girdisinin kimyasal gübre enerjisinin olduğunu ve en yüksek değerin >40 da işletme büyüklüğü için %72.78 olarak bulunduğunu, aspir üretiminin en yüksek net enerji değeri ve özgül enerji değerinin >40 da işletme büyüklüğü için sırasıyla 200 442.09 MJ/ha ve 14.75 MJ/kg olarak bulunduğunu açıklamışlardır.

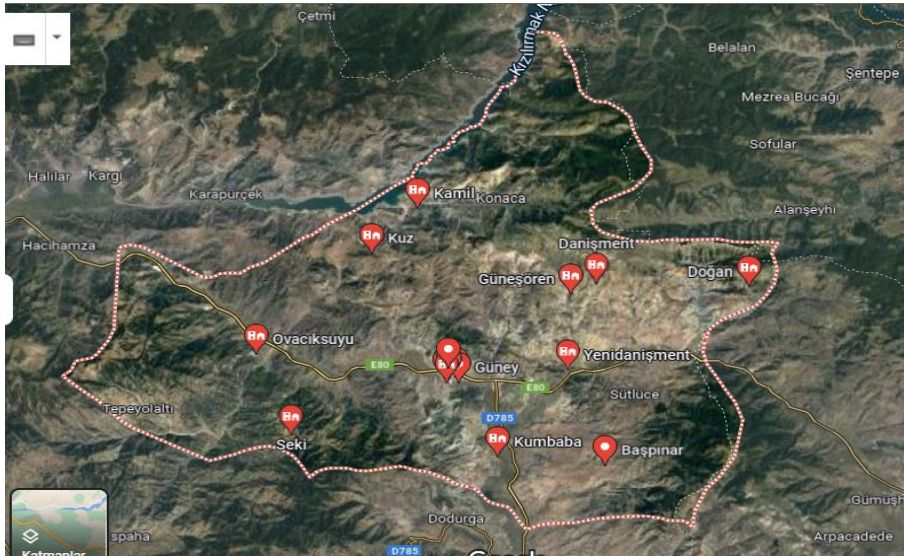
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan veriler, Çorum ili Osmancık ilçesinde çeltik üretimi yapan 8 köydeki 166 işletme sahibi ile bire bir görüşülüp anket çalışması yapılarak elde edilmiş ve gerçek bilgiler oluşturulmuştur. Bununla beraber araştırma konusuna benzer daha önce yapılan diğer çalışmalardan, mevcut istatistiki bilgilerden, araştırmanın yapıldığı bölgede faaliyet gösteren İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Osmancık İlçesi Ziraat Odasından ve ilgili diğer kurum ve kuruluşların verilerinden faydalanılmıştır.

3.2. Yöntem

Çorum ili Osmancık ilçesinin haritası Şekil 1’de verilmiştir. Çorum ili Osmancık ilçesinin toplam 55 köyü (bazıları mahalle statüsünde olmak üzere) bulunmakta olup, Çiftçi Kayıt Sistemine göre bu köylerin 43’ünde çeltik üretimi yapılmaktadır. Örneklem çalışması için öncelikle Çiftçi Kayıt Sisteminden, araştırma alanında bulunan ve çeltik üretimi yapılan bu 43 köyün tamamındaki tarım işletmelerine ait arazi büyüklüklerini içeren liste oluşturulmuştur.



Şekil 1. Osmancık ilçesi uydu haritası (Anonim, 2023).

Oluşturulan listeden, 5 da altında ve 110 da üzerindeki işletmeler hem örnekleme hem veri toplama aşamasında ortalama işletme değerlerini olumsuz etkilememesi nedeniyle dikkate alınmamıştır. Daha sonra köylerde bulunan işletme sayıları dikkate alınarak, üreticilerin en yoğun olduğu köyler (30 ve daha fazla üreticinin bulunduğu köyler) gayeli olarak seçilmiş ve örnekleme kapsamına dahil edilmiştir.

Çorum ili Osmancık ilçesine bağlı, 30 ve daha fazla işletmenin çeltik üretimi yaptığı köy sayısı sekizdir. Belirlenen sekiz köydeki toplam işletme sayısı (685 işletme) ikinci aşama örnekleme çalışmasının ana popülasyonunu oluşturmuştur.

Oluşturulmuş olan bu popülasyon ve bu popülasyondaki işletme büyüklükleri baz alınarak “Basit Tesadüfi Örnekleme Yöntemi”ne göre anket çalışmasına dahil edilerek Eşitlik 1 yardımıyla örnek hacmi belirlenmiştir.

$$n = \frac{N.S^2.t^2}{(N-1).d^2 + S^2.t^2}$$

(1)

Eşitlikte;

n : Örnek Hacmi

S : Standart Sapma

T : Güven sınırı

N : Örnekleme çerçevesine ait toplam birim sayısı (ana popülasyon)

D : Kabul edilebilir hata payı

Yukarıda verilen Eşitlik 1 esas alınarak, örnekleme çalışmasında %95 güven ve %10 hata payı ile belirlenen 166 işletme, araştırma kapsamına giren sekiz köye, çeltik üreten toplam işletme sayısına göre oranlama yapılarak dağıtılmıştır. Araştırma kapsamına giren köyler, köylerdeki toplam işletme sayıları ve örnekleme çalışması doğrultusunda anket görüşmesi yapılacak işletme sayıları Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Çeltik üretimi için anket uygulanan köyler ve işletme sayıları

İşletmelerin Bulunduğu Köyler	Köydeki Toplam İşletme Sayısı	Örnek Hacim İçindeki Sayı
Ardıç	36	5
Girinoğlan	87	22
Güvercinlik	107	27
Kumbaba	143	35
Çiftlikler	102	25
Koyunbaba	53	13
Yeşilçatma	122	30
Ovacıksuyu	35	9
TOPLAM	685	166

3.2.1. Anketlerle toplanan veriler ve değerlendirmeler

Osmancık ilçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden alınan verilere göre, Çorum ili Osmancık ilçesine bağlı 25 köyde 776 üretici toplamda 22 832 da, mahalle statüsünde olan 18 mahallede ise 346 üretici 11 447 da alanda çeltik üretimi yapmakta, toplamda ise 34 279 da alanda çeltik üretimi yapılmaktadır. Çalışmada 'Gayeli örnekleme' yöntemi metoduna göre 166 üretici ile yüz yüze görüşme sağlanmış olup anket uygulaması yapılmıştır.

Anketlerde, üretim alanı, yapılan işlemler ve sayısı, kullanılan alet-makine ve traktör özellikleri, iş gücü, kullanılan kimyasal gübre ve kimyasal ilacın miktarları, arazinin sulama şekli, hasat uygulaması, hasat verimi ve tüm uygulamalarda sarf edilmiş toplam yakıt miktarı ve araziye atılan tohum miktarı sorulmuştur (Ek-1). Elde edilen veriler 2021 üretim dönemine ait verilerdir. Anket çalışması ile ulaşılan veriler için daha önceki paragraflarda bahsedildiği gibi 5 da altında ve 110 da üzerindeki işletmeler ankete dahil edilmediğinden dolayı, işletmelerdeki enerji etkinlikleri hesaplamaları, üretim yapılan arazi büyüklüğüne göre işletmeler; **5.00-30.00 da**, **30.01-60.00 da**, **60.01-90.00 da** ve **90.01-110.00 da** olmak üzere dört farklı grupta sınıflandırılmış olup,

buna göre hesaplamalar yapılmıştır. Osmancık ilçesinde ankete dahil edilen köylerde yer alan işletmelerin büyüklüklerine göre dağılımları ve yüzdeleri Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çeltik üretimi yapan işletmelerin büyüklüklerine göre dağılımı

İşletme Büyüklükleri (da)	Toplam İşletme Sayısı	Yüzde
5.00-30.00	17	10.24
30.01-60.00	92	55.42
60.01-90.00	45	27.11
90.01-110.00	12	7.23
Toplam	166	100.00

Anket yöntemi ile elde edilen verilere göre, Osmancık ilçesinde yer alan 8 farklı köydeki 166 işletmeden; 92 işletme sayısı ve %55.42 oranı ile 30.01-60.00 da, 45 işletme sayısı ve %27.11 oranı ile 60.01-90.00 da, 17 işletme sayısı ve %10.24 oranı ile 5.00-30.00 da ve 12 işletme sayısı ve %7.23 oranı ile 90.01-110.00 da aralığında yer alan işletmeler oluşturmuştur.

3.2.2. Enerji analizi

Kullanılan enerji girdilerinin sınıflandırılmasında doğrudan, dolaylı, yenilenebilir ve yenilenemez enerji formları kullanılmaktadır (Koçtürk ve Engindeniz, 2009; Mandal ve ark., 2002; Singh ve ark., 2003).

- Doğrudan enerji kullanımı; yakıt-yag ve elektrik enerjisi girdileri değerleridir.
- Dolaylı enerji kullanımı; insan iş gücü, tarım alet ve makineleri imalatı, kimyasal gübre, kimyasal ilaçlar, sulama ve tohumluk üretimi için harcanan enerjilerdir.

Çeltik yetiştiriciliğinde girdilerin hesaplanmasında kullanılacak enerji eşdeğerleri Çizelge 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Çeltik yetiştiriciliğinde girdilerin hesaplanmasında kullanılan enerji eşdeğerleri

Girdiler ve Çıktılar	Birim	Değerler (MJ/birim)	Kaynaklar
<u>Girdiler</u>			
İnsan işgücü	h	1.96	Mani ve ark. (2007); Karaağaç ve ark. (2011); Baran ve Gökdoğan (2014)
Traktör		158.5	Barut ve ark. (2011)
Makine ve Ekipman		64.8	Gökdoğan ve Erdoğan (2018)
Kimyasal gübreler			
Azot	kg	66.14	Shrestha (2002).
Fosfor	kg	12.44	Shrestha (2002).
Potasyum	kg	11.15	Shrestha (2002).
Kükürt	kg	1.12	Mohammadi ve ark.(2010); Esengün ve ark. (2007)
İlaçlama	kg	101.2	Yaldız ve ark. (1993)
Yakıt-yağ	l	56.31	Demircan ve ark. (2006)
Su	m ³	0.63	Yaldız ve ark. (1993)
Elektrik	kWh	11.93	Özkan ve ark. (2004b); Zangeneh ve ark. (2010)
Tohum	kg	15.20	Yadav ve ark. (2013)
<u>Çıktılar</u>			
Çeltik	kg	17	Kitani (1999)

3.2.3. Doğrudan enerji girdileri

Elektrik, kömür, doğalgaz, petrol ürünleri ve biyokütle enerjisi doğrudan enerji kaynakları olarak sınıflandırılabilir. Üretim esnasında harcanan girdilerin en başında yakıt-yağ ve elektrik olmakla birlikte bu girdiler önemli ve büyük bir kısmını kapsamaktadır.

Yakıt-yag enerjisi

Çeltik üretiminde ekipmanlar ile yapılan işlemlerde kullanılan traktörün harcadığı yakıt değerleri anket yardımıyla işletme sahiplerinden elde edilen verilerle belirlenmiştir. Yağ tüketimi ise yakıt tüketiminin %4.5'i alınacak şekilde hesaplamaaya dahil edilmiştir (Özcan, 1985; Alpkent, 1984). Çeltik üretimi ile ilgili ele alınan enerji analizinde yağ-yakıt tüketimi değerleri Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (Demircan ve ark., 2006; Singh, 2002). Belirlenen bu değerlerde yakıt-yag enerji eşdeğeri 56.31 MJ/l olarak alınmıştır (Demircan ve ark., 2006; Singh, 2002).

$$YYE = YYT \times YED \quad (2)$$

YYE : Yakıt-yag Enerjisi (MJ/ha)

YYT : Yakıt-yag Tüketimi (l/ha)

YED : Yakıt-yag Enerji Eşdeğeri (MJ/l) (Çizelge 3.3)

Elektrik enerjisi

Sulama amaçlı olarak pompa kullanımında pompanın kullandığı elektrik enerjisi de hesaplamalara katılmıştır. İlaçlama ve gübreleme amaçlı da son yıllarda kullanılan Drone (insansız hava aracı), çeltik tarımında gittikçe yaygınlaşmaya başlamıştır. Drone bataryasının harcadığı elektrik de, elektrik enerjisi girdisine eklenerek hesaplamalar yapılmıştır. Dolayısıyla Drone'un bataryasının tükettiği elektrik enerjisi miktarı ile sulama amaçlı pompa ile harcanan elektrik enerji eşdeğeri için 11.93 MJ/m³ değeri dikkate alınmıştır (Zangeneh ve ark., 2010; Özkan ve ark., 2004a).

$$EE = (\text{₺} \times \text{ha}) / \text{kw₺} \times EED \quad (3)$$

EE : Elektrik Enerjisi

₺ : Üretim Sezonunda 1 ha alan için ödenen ücret

ha : İşletme Büyüklüğü

kw₺ : 2021 Yılı İçin 1 kw elektrik ücreti (0.8672)

EED : Elektrik Enerji Eşdeğeri (Çizelge 3.3)

Doğrudan enerji girdileri toplamının hesaplanması

Doğrudan enerji girdisi (MJ ha) toplamı Eşitlik 4 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$DEGT = YYE + EE$$

(4)

Burada;

DEGT: Doğrudan enerji girdisi (MJ/ha),

YYE: Yakıt-Yağ Enerjisi (MJ/ha)

EE: Elektrik Enerjisidir (MJ/ha).

3.2.4. Dolaylı enerji girdileri

Alet ve makine üretimi, tohum, insan işgücü, sulama, kimyasal ilaç ve kimyasal gübre enerjileri dolaylı enerji kaynakları içerisinde yer almaktadır.

Kimyasal gübre enerjisi

Osmanlı ilçesindeki çeltik üretiminde ankete dahil olan köylerdeki işletmelerde üretim boyunca, çeltik tohumunun ekiminden önce ilk gübre kullanımı olan DAP (Di Amonyum Fosfat) veya 15/15/15 kompoze toprak gübresi işlemi uygulaması sonrası, çeltik bitkisinin ekiminden 35-40 gün sonrasında üre gübresi uygulaması yapılır. Ekimden 65-70 gün sonra ise çeltik bitkisine son gübreleme işlemi olarak amonyum sülfat gübresi uygulanmaktadır.

Gübrelerin enerji değerleri, gübre üretimi sırasında gerçekleştirilen yöntemlerle orantılı olup, yapılan enerji değeri hesaplamalarında azot için 66.14 MJ/kg, fosfor için 12.44 MJ/kg, potasyum için 11.15 MJ/kg ve kükürt için 1.12 MJ/kg değerleri baz alınmıştır (Shrestha, 2002; Esengün ve ark., 2007; Mohammadi ve ark., 2010).

Kimyasal ilaç enerjisi

Osmancık ilçesindeki çeltik üretiminde ankete dahil olan köylerdeki işletmelerde, tohum ekiminden 15-17 gün sonra çeltiğe ilaçlama işlemi yapılır. Ekimden 30-35 gün sonra çeltiğe 2. ilaçlama işlemi yapılır. Çeltik ürününde ülkemizde sık görülen birtakım hastalıklar mevcuttur. Özellikle çeltik yanıklığı, kahverengi yaprak lekesi, kök boğaz çürüklüğü, beyaz uç nematodu gibi hastalıklarla mücadele edilebilmek için ilaçlamaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Üretimde kullanılan tüm ilaçların miktarı ile enerji eşdeğer oranının çarpılmasıyla enerji tüketimi hesaplanmıştır. Kimyasal ilaçların enerji eşdeğeri olarak ortalama bir değer olan 101,2 MJ/kg değeri kullanılmıştır (Yaldız ve ark., 1993).

Sulama suyu enerjisi

Çeltik tarımında tavalara uygulanan sulama, insan işgücü ile yapılan işlemler olmasına karşılık elektrik tahrikli motor ve pompa yardımıyla da sulama işlemlerinin yapıldığı anket çalışmaları esnasında çiftçiler tarafından belirtilmiştir. Bu tür sistemler doğrudan enerji tüketimini meydana getirmektedir. Elektrik motoru tahrikli pompa ile sulama amaçlı harcanan su ise dolaylı enerji tüketimini oluşturmaktadır. Yapılan hesaplamalarda sulama suyuna ait enerji eşdeğeri 0.63 MJ/m³ olarak alınmıştır (Yaldız ve ark., 1993).

Tohum enerjisi

Osmancık ilçesi genelinde ankete dahil köylere bağlı işletmelerde, çeltik tarımında çeltik tohumlarının ekimi genel olarak sırt pompası kullanılarak yapılmaktadır. Enerji hesaplamalarında dolaylı enerji girdisi olarak tohum enerjisini bulmak için anket ile elde edilen verilere göre dekara atılan tohum miktarı (ekim normu) dikkate alınmıştır. Tohum enerji eş değeri ise Çizelge 3.3'te yer alan 15.20 MJ/ha olarak alınmıştır (Yadav ve ark., 2013).

Makine/traktör imalat enerjisi (Agregat enerjisi)

Çeltik tarımında kullanılan tarımsal aletler ve makinelerin imalat, tamir ve bakım uygulamalarında dolaylı ve dolaysız olarak oluşan enerji tüketimi, tarımsal alet ve makinelerinin enerji maliyetini meydana getirmektedir.

Dolaysız enerji tüketimi içerisinde elektrik, kömür, dizel yakıt, doğalgaz gibi faktörler yer alırken dolaylı enerji tüketimi içerisinde ise tamir, bakım ve makinelerin imalatına yer verilmektedir.

Yapılan hesaplamalarda traktör için enerji eşdeğeri 158.5 MJ/kg (Barut ve ark., 2011) ve tarımsal makine ve ekipmanları için ise enerji eşdeğeri 64.8 MJ/kg olarak alınmıştır (Gökdoğan ve Erdoğan 2018).

$$MİE = MG \times MÜE / TMKÖ \times TİB \quad (5)$$

Belirtilen formülde;

MİE : Makine İmalat Enerjisi/ Agregat Enerjisi (MJ/ha)

MG : Traktör/Makine Ağırlığı (kg)

TMKÖ : Traktör/Makine Kullanım Ömrü (h)

TİB : Tarla kapasitesi/İş başarısı (ha/h)

MÜE : Traktör/Makine Üretimi İçin Gerekli Olan Enerji (MJ/kg) (Çizelge 3.3)

Buna göre *TİB* (Tarla kapasitesi/İş başarısı) Eşitlik 6 kullanılarak hesaplanmıştır (Şehri, 2012).

$$TİB = (S W Ef) / 10 \quad (6)$$

TİB: Tarla kapasitesi/İş başarısı (ha/h)

S: Çalışma Hızı (km/h)

Ef: Tarla Etkinliği

W: Makine İş Genişliği (m)

İnsan işgücü enerjisi

Çeltik üretiminde günümüzde mekanizasyon uygulamalarının gittikçe artmasına karşı geçmişten bugüne hala devam eden insan işgücüne de fazlaca ihtiyaç duyulmaya devam etmektedir. İnsan işgücü enerjisi, işgücünün birim alandaki insan işgücü ile enerji eşdeğerlerinin çarpılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Yapılan hesaplamalarda insan işgücü enerji eşdeğeri 1.96 MJ/h olarak alınmıştır (Mani ve ark., 2007; Karaağaç ve ark., 2011; Baran ve Gökdoğan, 2014).

$$\dot{I}GE = \dot{I}G \times B\dot{I}G \quad (7)$$

Yukarıda yer alan formülde;

$\dot{I}GE$: İnsan İşgücü Enerjisi (MJ/ha)

$\dot{I}G$: İnsan İşgücü (h/ha)

$B\dot{I}G$: Birim Alanda Yapılan İnsan İşgücü Enerji Eşdeğeri (MJ/h) (Çizelge 3.3)

Dolaylı enerji girdileri toplamının hesaplanması

İnsan iş gücü enerjisi, alet-makine ve traktör imalat enerjisi, kimyasal gübre enerjisi, kimyasal ilaç enerjisi ve tohum enerjisi ile sulama enerjileri çeltik üretiminde kullanılan doğrudan enerji girdileri olarak dikkate alınmıştır. Çeltik üretimindeki kullanılan dolaylı enerji girdileri toplamı Eşitlik 8 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$DEGT = \dot{I}GE + M\dot{I}E + KGE + K\dot{I}E + TE + SE \quad (8)$$

$DEGT$: Dolaylı enerji girdisi toplamı (MJ/ha)

$\dot{I}GE$: İnsan işgücü enerjisi (MJ/ha)

$M\dot{I}E$: Makine imalat enerjisi (MJ/ha)

KGE : Kimyasal gübre enerjisi (MJ/ha)

$K\dot{I}E$: Kimyasal ilaç enerjisi (MJ/ha)

TE : Tohumluk enerjisi (MJ/ha)

SE : Sulama enerjisi (MJ/ha) (Çizelge 3.2)

3.2.5. Enerji etkinliği analizi

Enerji oranı

Enerji oranı hesaplamaları, üretim esnasında harcanan girdiler ve bunun sonucunda elde edilen çıktıların karşılaştırılması ile elde edilmektedir. Enerji oranı sonucunda işletmedeki girdi faktörlerinin etkin kullanılıp kullanılmadığını ve çıktıya ne kadar verimli yansıdığını göstermektedir. Çalışmadaki her bir girdinin enerji eşdeğeri ile ortaya çıkan ürünlerin enerji karşılığı oranı olan enerji oranı aşağıda yer alan eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Erdoğan, 2009: Şehri, 2012).

$$EO = TEÇ/TEG \quad (9)$$

EO : Enerji oranı

TEÇ : Toplam Enerji Çıktısı (MJ/ha)

TEG : Toplam Enerji Girdisi (MJ/ha)

Özgöl enerji

Üretim sırasında yapılan bütün işlemlerin enerjilerinin, hasadı gerçekleştirilen ürünün miktarına yapılan oranlama şeklinde ifade edilir (Erdoğan, 2009: Şehri, 2012).

$$ÖE = TEG/TÜM \quad (10)$$

ÖE : Özgöl Enerji (MJ/kg)

TEG : Toplam Enerji Girdisi (MJ/ha)

TÜM : Toplam Ürün Miktarı (kg/ha)

Enerji üretkenliği

Hasat işlemi gerçekleştirilen ürünün tamamının, üretim aşamasında uygulanan tüm girdi enerjisine oranlanmasıyla elde edilir (Erdoğan, 2009: Şehri, 2012).

$$E\ddot{U} = T\ddot{U}M/TEG \quad (11)$$

EÜ : Enerji Üretkenliği (kg/MJ)

TÜM : Toplam Ürün Miktarı (MJ/ha)

TEG : Toplam Enerji Girdisi (MJ/ha)

Net enerji

Yapılan üretimde uygulanan işlemlerin yani çıktıların tamamıyla, üretim sonunda elde edilen toplam girdi miktarından çıkarılmasıyla hesaplanan değerdir (Erdoğan, 2009: Şehri, 2012).

$$NE = TEÇ - TEG \quad (12)$$

NE : Net Enerji (MJ/ha)

TEÇ : Toplam Enerji Çıktısı (MJ/ha)

TEG : Toplam Enerji Girdisi (MJ/ha)

Enerji kârlılığı

Yapılan üretimde uygulanan işlemlerdeki toplam enerji çıktısı ile toplam enerji girdisi arasındaki farkı oluşturan Net enerjinin (NE) toplam enerji girdisine oranlamasıyla hesaplanan değerdir (Erdoğan, 2009: Şehri, 2012).

$$EK = NE/TEG \quad (13)$$

EK : Enerji Karlılığı (MJ/ha)

NE : Net Enerji (MJ/ha)

TEG : Toplam Enerji Girdisi (MJ/ha)

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çorum ili Osmancık ilçesi çeltik üreticilerinin çeltik üretimindeki enerji bilançolarının belirlendiği bu çalışmada, Osmancık ilçesi örneği bazında ankete dahil olan 8 köy ve 166 işletmeden alınan veriler işletme büyüklüklerine göre **5.00-30.00 da, 30.01-60.00 da, 60.01-90.00 da ve 90.01-110.00 da** olmak üzere dört farklı grupta sınıflandırılmış olup değerlendirmeler yapılmıştır.

Elde edilen verilere göre Çorum ili Osmancık ilçesi çeltik üretimindeki toplam enerji girdisi ve toplam enerji çıktısı ve enerji etkinliği analizi sonuçları Materyal ve Yöntem bölümündeki belirtilen sıraya göre verilmiştir.

4.1. Çorum ili Osmancık ilçesindeki çeltik üretimi aşamaları

Çorum ili Osmancık ilçesindeki çeltik ekimi her yıl 20-25 Mayıs tarihleri arasında yapılmaktadır. Çeltik ekiminden 20 gün öncesinde kulaklı pulluk ile toprak işleme gerçekleştirilir. Toprak işlemeden 2 gün sonra diskli tırmık ile kesek kırma işlemleri yapılır. Tavaların bilgisayar yardımıyla lazer tesviye işlemleri ve keseklerin daha ufak hale getirilmesi için ekimden 3-4 gün öncesi rotovator ile işlem gerçekleştirilir. Çeltik ekiminden 2 gün önce ilk gübre olan DAP veya 15/15/15 kompoze toprak gübresi işlemi uygulanır. Ekimden 1 gün önce tavalara su salma işlemi gerçekleştirilir ve 1 gün beklenir.

Ekimden önce ıslatılan tohumlar (2 gün tohumlar ekimden önce suda bekletilir) ekilir. Ekimden 7 gün sonra çeltik tohumları çimlenir. Ekimden 13-15 gün sonra veya 15-17 gün sonra çeltiğe ilaçlama işlemi yapılır. Ekimden 30-35 gün sonra çeltiğe 2. ilaçlama işlemi yapılır. Çeltik ekiminden yaklaşık 40 gün sonra üre çayır gübresi işlemi uygulanır. Ekimden 65-70 gün sonra ise çeltiğe son gübreleme işlemi olan kristal başak gübresi uygulanır. Çeltik ekiminden 120 gün sonra ise tahmini 25-30 Eylül tarihleri arasında hasat işlemi gerçekleştirilir.

4.2. Çorum ili Osmancık ilçesi çeltik üretiminde kullanılan girdiler

Anket verileri ile elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucu ortalama üretim girdi miktarları ile çeltik verim değerleri Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Çeltik üretiminde girdi miktarları ve verim değeri

İşletme Grupları (da)					
Girdiler		5.00-30.00	30.01-60.00	60.01-90.00	90.01-110.00
Yakıt (l/ha)	Toprak işleme	215.93	275.37	395.96	526.25
	Ekim	2.63	2.37	1.99	2.38
	Gübreleme	9.45	11.17	9.94	13.93
	İlaçlama	7.91	7.45	5.76	6.86
	Hasat	0.17	0.17	0.17	0.17
Elektrik (kWh/ha)		194.59	607.27	803.31	2723.26
Makine- İmalat	Tarım Alet ve Makinaları	18.30	20.15	23.70	19.82
	Traktör	0.223	0.164	0.159	0.104
İş gücü (h/ha)	Toprak işleme	21.94	15.20	15.23	14.54
	Ekim	4.48	4.61	5.29	4.13
	Gübreleme	11.66	11.33	10.31	7.50
	İlaçlama	8.99	12.67	6.05	4.57
	Hasat	5.99	5.99	5.99	5.99
Gübre (kg/ha)	Azot	47.10	43.64	52.36	72.90
	Fosfor	22.29	28.67	30.23	34.38
İlaç (kg/ha)	Herbisit	26.44	39.44	52.38	68.15
Tohum (kg/ha)		207.35	205.82	200.30	206.00
Sulama (m ³ /ha)		29201.16	35155.70	40552.09	33240.03
Verim (kg/ha)		7958.82	7867.93	8037.78	7575.00

Çorum ili Osmancık ilçesinde çeltik üretimi yapan işletmelerde girdi miktarları incelendiğinde, tohum kullanımı açısından 5.00-30.00 da arası işletmelerde 207.35

kg/ha ile en yüksek sonuç elde edilmiştir. İnsan iş gücü girdisinin ise 5.00-30.00 da işletmelerde 21.94 h/ha değerle toprak işlemede en fazla olduğu hesaplanmıştır. Toplam gübre tüketimi ise 90.01-110.00 da işletmelerde 107.28 kg/ha değerle en yüksek değerdedir. 90.01-110.00 da işletmelerde ilaç girdisi 68.15 kg/ha değerle diğer işletme gruplarından daha fazladır.

Makine imalat girdisi olarak 23.70 h/ha ile 60.01-90.00 da büyüklüğündeki işletmelerde en yüksek değer olarak bulunmuştur. Sulama girdisi 40552.09 m³/ha ile 60.01-90.00 da büyüklüğündeki işletmelerde en fazladır. Yakıt-yağ tüketiminin 526.25 l/ha değerle 90.01-110.00 da işletmelerde yüksek olduğu hesaplanmıştır. Elektrik girdisinin en fazla olduğu işletme ise 2723.26 MJ/ha ile 90.01-110.00 da işletmelerde bulunmuştur. Toplanan veriler doğrultusunda ortalama çeltik veriminin 8037.78 kg/ha değerle 60.01-90.00 da işletme grubunda yüksek olduğu görülmüştür.

4.3. Çeltik Üretimindeki kullanılan girdilerin enerji eşdeğerleri

Çeltik tarımında kullanılan her bir alet ve makineler ile birlikte yapılan işlemlere ait makine ve ekipman ekonomik ömürleri ve çalışma hızları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Çeltik üretimi yapan işletmelerin üretimdeki işlemler, kullandıkları tarımsal makine ve ekipmanların ömürleri ve çalışma hızları

Makine-Ekipman	Ömür* (h)	Çalışma hızı (km/h)
Kulaklı Pulluk	2000	7*
Kültivatör	2000	5*
Rotovator	2000	3.5**
Tesviye Küreği	2500	4.4**
Set Pulluğu	2000	7.4**
Lazerli Tesviye	10000	6.1***
Santrifüj Gübre Dağıtma Makinesi	1200	9**
Sırt Pompası	2000	-
Tarla Pülverizatörü	1500	7.2**
Drone (ilaçlama/gübreleme)	5000****	-
Santrifüj Pompa (sulama için)	-	-
Biçerdöver	3000	2.8*

*: ASAE (2011); **: Özden & Soğancı (1996); ***: Anonymous, 2015; ****: Anonim 2023c.

Çeltik tarımı için anket verilerine göre yürütülen işlemler, kullanılan alet-makineler ile ilgili yüz yüze anket sonuçlarına göre işletme verileri, anket verileri içerisinde yer almayan çalışma hızı, ağırlık, iş genişliği, iş derinlik ve alet ve makinelerin ekonomik ömürleri ASAE 497.7 standart bilgileri ve daha önceki literatür çalışmaları sonuçları ile firma katalog bilgilerinden alınmıştır.

Makine tipi, ağırlık, teorik iş genişliği ve iş derinliğine ait bilgileri ise Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Çeltik üretimi yapan işletmelerin üretimdeki işlemler, kullandıkları tarımsal makine ve ekipmanların tip, ağırlık, teorik iş genişliği ve iş derinliği değişimleri

Makine-Ekipman	Tip	Ağırlık (kg)	Teorik iş genişliği (m)	İş derinliği (m)
Kulaklı Pulluk*	Asılır	510-610	1.3-1.75	0.22-0.35
Kültivatör**	Asılır	422-457	27.3-32.3	1
Rotovator***	Asılır	870-1080	2.02-2.49	0.19-0.22
Tesviye Küreği****	Asılır	190-220	2.10-2.30	4.5
Set Pulluğu*****	Asılır	260-439	5-7	7.5-8.5
Lazerli Tesviye*****	Çekilir	2650	4	5
Santrifüj Gübre Dağıtma Makinesi*****	Asılır	165-193	26-30	-
Sırt Pompası *****	-	10-12	8-15	-
Pülverizatör*****	Asılır	575-650	8-15	-
Biçerdöver*****	Kendi Yürür	10200-10400	3660-4800	-

*: Anonim 2023d; ** ve *****: Anonim 2023e; ***: Anonim 2023f; ****: Anonim 2023g; *****: Anonim 2023c; *****: Anonim 2023h; *****: Anonim 2023i; *****: Anonim 2023j.

Yapılan anket çalışması ile elde edilen Osmancık ilçesi genelinde çeltik tarımında daha fazla kullanılan traktörlerin markaları ve motor güçleri belirlenmiştir. Diğer bilgileri ise ASAE 497.7 standart bilgileri ve katalog bilgilerinden alınmış olup Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Çeltik üretimi yapan işletmelerin çoğunlukta kullandıkları traktörlere ait veriler

Traktörler	Ağırlık (kg)	Ön iz genişliği (m)	Arka iz genişliği (m)	Motor gücü (BG)	Ekonomik ömür (saat)*****
New Holland*	3 600-3 900	1.67-2.18	1.52-1.62	65-110	12 000
Tümosan**	3 500	1.24-1.69	1.36-1.84	75-95	12 000
Case IH***	2 840-4 220	1.24-1.49	1.40-1.84	70-110	12 000
Erkunt****	3 300-4 200	1.50-1.65	1.90-1.62	65-110	12 000

*: Anonim 2023k; **: Anonim 2023l; ***: Anonim 2023m; ****: Anonim 2023n; *****: ASAE(2011).

Osmancık ilçesinde yapılan çeltik üretiminde hasat işlemlerinde kullanılan biçerdöver modelleri anket yöntemi ile belirlenmiş olup, makineye ait özellikler firma katalog bilgileri ve ASAE 497.7 standart bilgileri dikkate alınarak Çizelge 4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Çeltik üretimi yapan işletmelerin çoğunlukta kullandıkları biçerdöverlere ait veriler

Biçerdöver	Ağırlık (kg)	Biçme hızı (d/dk)	Biçme genişliği (m)	Moto r gücü (BG)	Ekonomik ömür**
New Holland TC5.80*	10 200	1 070	4.57	207	3 000
Laverda LCS 255*	10 400	1 220	4.80	210	3 000

*: Anonim 2023j; **: ASAE (2011).

Yapılan anket verileri ile elde edilen yakıt tüketimi, iş başarısı ve çalışma süresi ile ilgili veriler ise Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Çeltik üretimi yapan işletmelerin üretimdeki işlemler, kullandıkları tarımsal makine ve ekipmanların yatık tüketimi, iş başarısı ve çalışma süresi

Makine-Ekipman	Qdiesel (l/ha)	TİB (ha/h)	Çalışma süresi (h/ha)
Kulaklı Pulluk	40.82	0.25	4.40
Kültivatör	58.46	0.17	7.04
Rotovatör	5.52	0.06	3.72
Tesviye Küreği	17.98	0.13	3.69
Set Pulluğu	4.78	0.29	1.67
Lazerli Tesviye	185.33	0.37	3.04
Santrifüj Gübre Dağıtma Makinesi	6.49	0.96	2.09
Sırt Pompası (Gübreleme için)	1.26	0.28	3.41
Tarla Pülverizatörü	3.06	0.19	2.92
Sırt pompası (İlaçlama için)	1.03	0.22	3.27
Sırt pompası (Çeltik ekimi için)	1.42	0.31	3.71
Bıçerdöver	14.26	0.17	5.99
Traktör	-	2.35	-

Qdiesel: Yakıt tüketimi, TİB: Tarla iş başarısı

Yapılan anket çalışması ile Osmancık ilçesi çeltik üretimi yapan işletmelerin genelinde yaygın olarak kullanılan lazerli tesviye makinesi, lazer ışığını referans olarak çalışan hassas arazi düzenleme makinesidir.

Lazer düzlemi ile meyil kontrolünü esas alan sistemlerden oluşan lazerli tesviye kürekleri, dakikada 600 devir yaparak dönen lazer vericisinin oluşturduğu referans düzleminin makine üzerinde bulunan lazer alıcısı tarafından algılanması ve bu değerlere göre makinenin hidrolik sisteminin otomatik olarak yüksek yerlerdeki toprağı kürüyerek alçak yerlere sermesi ile tesviye işlemini gerçekleştirmiş olur (Anonim, 2023ç).

Lazer tesviye makinesi diğer tesviye aletlerine göre daha yüksek hızlarda çekildiği ve iş genişliği daha fazla olduğu için iş başarısı yüksektir. Lazerli tesviye makinesi ile arazi sıfıra yakın hata payıyla istenilen eğimde tesviye edilebilmektedir. Bir lazer vericisi ile aynı anda birden fazla makine çalıştırma olanağına sahiptir (Anonim, 2023c).

Lazer kontrollü tesviye makinesi ile yapılan arazinin tesviyesi, yeni bir kaynak koruma teknolojisidir. Kullanılan girdilerin verimliliğini artırarak üretim artırabilmektedir (Kumaran ve Rathinakumari, 2016). İşlenebilir alan yaklaşık %3-5 artabilir ve üretim maliyeti çeltik ürünü için %6.3-15.4 azaltılabilir (Jat ve ark., 2006). Lazerli tesviye aleti ile yapılan arazi tesviyesini gösteren örnek resim Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Lazerli tesviye makinesi (Anonim, 2023c)

Çeltik üretiminde kullanılmaya başlanılan bir diğer makine ise Zirai İlaçlama Drone ekipmanıdır. Çeltik tarımı devamlı sulu ortamda yapıldığı için zorlu arazi şartlarında tarım alet ve makinelerinin ve insanların tarım alanlarına girmesi zorluklara ve çalışma aksaklıklarına sebep olabilmektedir.

Tarımda Drone uygulamaları ile tarla haritalama, ölçülendirme, konumlama ve zirai ilaçlama gibi işlemler çok kolay bir şekilde yapılmaktadır. Çiftçiler Drone yardımıyla tarlasında yerden görünmeyen bir takım problemleri havadan tespit ederek hızla sorunlu bölgelere zamanında müdahale edebilmektedirler. Ayrıca çiftçiler,

Drone yardımıyla belirli zaman aralıklarında gökyüzünden tarladaki ürünlerin görüntülerini alarak tarladaki ürünlerin düzgün sulanıp sulanmadığını, ürünlerin gelişimini ve verimini analiz edebilmektedirler (Uzun ve ark., 2018).

Tarımsal araçların tükettikleri yakıtların oluşturmuş olduğu maliyetler, yakıtların ve ilaçların çevreye verdiği zararlar, insan iş gücüne dayalı ilaçlamalarda her bir alana eşit oranda ilacın püskürtülememesi, ilaçlamanın saatlerce/günlerce sürmesine bağlı olarak ilaçlanma sürelerinin artması ve ilaçlamayı yapan kişilerde oluşabilecek ciddi sağlık sorunları gibi birçok problem ortaya çıkmaktadır (Mevlüt ve Karci, 2021). Drone uygulaması ile bu gibi sorunları ortadan kaldırmak mümkündür.



Şekil 3. Drone (Anonim, 2023b)

Osmancık ilçesinde çeltik tarımı yapan işletmelerin kullanmış olduğu Drone'a ait bilgiler katalog verileri ile elde edilerek Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Çeltik üretimde kullanılan Drone'a ait teknik özellikler

Makine-Ekipman	Toplam Ağırlık (kg)	Tank Kapasitesi (l)	Batarya (mAh)	Saatlik iş verimi (ha)
Drone*	35.6	30	29 000	40

Anonim 2023b.

*:

4.3.1. Doğrudan enerji girdileri

Yakıt-yag enerjisi

Çorum ili Osmancık ilçesindeki 166 işletme ile yapılan anket sonuçlarının ortalamasına göre toplam yakıt-yag enerjisi girdileri verilerinin Çizelge 3.3'te verilen enerji eşdeğerleri ile çarpılması sonucunda elde edilen yakıt-yag enerji değerleri hesaplanmıştır.

Osmancık ilçesinde yer alan çeltik üreticisi işletmelerin kullandıkları tarım makinelerinin toplam yakıt-yag enerjisi girdileri, Çizelge 4.8'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki yakıt-yag enerji girdileri

İşletme Büyüklükleri (da)	Yakıt-Yag enerjisi (MJ/ha)	Yüzde (%)
5.00-30.00	13 546.46	16.08
30.01-60.00	16 784.52	19.92
60.01-90.00	18 934.21	22.48
90.01-110.00	34 975.87	41.52
Toplam	84 241.06	100.00

Çizelge 4.8'de yer alan sonuçlara göre 4 farklı işletme büyüklüğündeki işletmelerin yakıt-yag enerjisi tüketimi ele alındığında en fazla yakıt-yag enerji girdisi 34 975.87 MJ/ha ile 90.01-110.00 da büyüklüğüne sahip işletmelerde hesaplanırken, en düşük yakıt-yag enerji girdisi ise 13 546.46 MJ/ha ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde çıkmıştır. Tüm işletmelerdeki ortalama yakıt-yag enerjisinin toplamı ise 84 241.06 MJ/ha olarak belirlenmiştir.

Farklı büyüklükteki işletmelerin yüzdeleri toplamı içindeki girdi payları incelendiğinde ise yüzde oranların 16.08 ile 41.52 aralığında olduğu görülmekte olup, en yüksek ve en düşük değer arasında 2.58'lik kat bir farkın olduğu gözlenmiştir.

Pishgar-Komleh ve ark. (2011), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerindeki çeltik üretimindeki yakıt-yag enerji toplamını 11 594.98 MJ/ha olarak belirlemiş, bu enerjinin toplam girdi içindeki oranını ise %29.48 olarak belirlemişlerdir.

Trakya Bölgesi, Kırklareli ilindeki çeltik üretiminde yakıt-yag enerjisi 12 050.34 MJ/ha ile bulunurken, yakıt-yag enerjisinin toplam giderler içerisinde payı %23.90 oranıyla en yüksek gider olan sulama giderinden (%38.27) sonra ikinci sırada yer almıştır (Baran ve ark., 2015).

Nabavi-Pelesaraei ve ark. (2017), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerde çeltik üretiminde girdi enerjileri içerisinde 22 872.93 MJ/ha ile yakıt enerji girdisinin toplam enerji girdileri içerisinde payının %44.34 ile önemli bir oranda olduğunu açıklamıştır.

Elektrik enerjisi girdisi

Osmancık ilçesindeki yer alan 166 işletme içerisinde elektrik enerjisi tüketimi için sulama amaçlı olarak pompa kullanımı ile ilaçlama ve gübrelemede son yıllarda kullanılan Drone (insansız hava aracı) dahil edilerek hesaplamalar yapılmış, pompa ve Drone ile harcanan elektrik enerji eşdeğeri toplamaları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki elektrik enerjisi girdileri

İşletme Büyüklükleri (da)	Elektrik Enerjisi (MJ/ha)	Yüzde (%)
5.00-30.00	2 321.48	4.50
30.01-60.00	7 244.74	14.03
60.01-90.00	9 583.45	18.56
90.01-110.00	32 488.53	62.92
Toplam	51 638.21	100.00

Yapılan anketlerin sonucunda sulama şekilleri arasında yer alan elektrik tahrikli pompa ile sulama yönteminde işletmelerin harcamış olduğu pompanın kWh değerleri ile ilaçlama ve gübrelemede bazı işletmelerin kullanmış olduğu Drone ile ilaçlama ve gübrelemede harcanan kWh değerleri dikkate alınmıştır.

Bu değerlerin enerji eşdeğerleri ile çarpımından oluşan enerji eş değerleri toplamaları içerisinde çeltik üretiminde farklı büyüklükteki işletmelere ait ortalama elektrik enerji girdisi toplamı 51 638.21 MJ/ha olarak bulunmuştur. Çizelge 4.8'deki toplam değer içinde özellikle elektrik tüketimi açısından işletmeler, 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerinin en yüksek elektrik tüketimi girdisine sahip olduğu görülmektedir. 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerden sonra ikinci sırada 60.01-90.00 da aralığındaki işletmeler, en düşük kullanım ise 5.00-30.00 da aralığındaki işletmelere aittir.

4 farklı büyüklüğe sahip işletmelerin elektrik enerjisi kullanımlarına ait yüzdelerinin toplam içindeki girdi payları incelendiğinde yüzde oranlarının 4.50 ile 62.92 aralığında olduğu görülmekte, en yüksek ve en düşük değer arasında 13.98'lik bir kat farkının olduğu gözlemlenmiştir.

Nabavi-Pelesaraei ve ark. (2017), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerde çeltik üretiminde girdi enerjileri içerisinde 5 142.19 MJ/ha ile elektrik enerji girdisinin toplam enerji girdileri içerisinde %9.97 oranında bir yüzdeye sahip olduğunu açıklamışlardır.

Alipour ve ark. (2012), İran-Guilan eyaletindeki çeltik üretimindeki toplam girdi enerjileri içerisinde elektrik enerji girdisini %27.87 oranıyla sulamadan en fazla tüketilen enerji olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, tarımsal ekosistemlerde salma sulama ve elektrik tahrikli pompa ile yer altı kaynaklarından elde edilen su eldesiyle girdilerin tarımsal ekosistemlerdeki enerji girdileri arasında en büyük paya sahip iki enerji girdisi olduğunu açıklamışlardır.

Doğrudan enerji girdilerinin toplamı için yakıt-yag enerjisi ve elektrik enerjisi toplamı dikkate alındığında çeltik üretimi yapan işletmelerin doğrudan enerji toplamı ve yüzdeleri, Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki doğrudan enerji girdileri toplamı (MJ/ha)

İşletme Büyüklükleri (da)	Doğrudan enerji toplamı (MJ/ha)	Yüzde (%)
5.00-30.00	15 867.94	11.68
30.01-60.00	24 029.26	17.68
60.01-90.00	28 517.67	20.99
90.01-110.00	67 464.41	49.65
Toplam	135 879.27	100.00

Çeltik üretiminde toplam doğrudan girdi enerjilerinin işletme büyüklüklerine göre dağılımı incelendiğinde, 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmeler 67 464.41 MJ/ha ile en yüksek girdi enerjisine sahipken, 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerin ise 12 422.67 MJ/ha ile en düşük doğrudan enerji girdisine sahip olduğu hesaplanmıştır.

4 farklı büyüklükteki işletmelerin doğrudan enerji girdi toplamı içindeki payları incelendiğinde yüzde oranların 11.68 ile 49.65 aralığında olduğu görülmektedir. Sonuçlara göre en yüksek ve en düşük değer arasında ise arasındaki farkın ise 4.25’lik bir kat farkının olduğu gözlenmiştir. Doğrudan enerji girdisi toplamına bakıldığında 135 879.27 MJ/ha değer hesaplanmış, yakıt-yag enerjisi ise bu toplam içinde %62.00 oranıyla oldukça yüksek bir girdi yüzdesine sahiptir (Çizelge 4.10).

Pishgar-Komleh ve ark. (2011), İran’ın Guilan eyaletindeki işletmelerde çeltik üretimindeki doğrudan enerji girdileri toplamını 18 072.93 MJ/ha ile hesaplarken, Baran ve ark. (2015), Trakya Bölgesi, Kırklareli ilindeki çeltik üretiminde toplam doğrudan enerji girdi enerjisini 12 050.34 MJ/ha ile bulmuşlardır.

Çalışmada, Osmancık ilçesi çeltik üretimi yapan işletmelerin enerji girdileri içerisinde doğrudan enerji girdisi 135 879.27 MJ/ha ile bulunmuş olup, dolayısıyla her iki literatüre göre bu çalışmada bulunan değer, oldukça yüksek bir değerdir. İşletme büyüklüğü bazında doğrudan enerji girdi toplamaları incelendiğinde literatür değerlerindeki sonuçların 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerin enerji değerlerine yakın olduğu söylenebilir.

4.3.2. Dolaylı enerji girdileri

Çeltik üretimindeki dolaylı enerji girdileri, birim alandaki toplam alet/makine imalat enerjisi, insan işgücü enerjisi, birim alandaki toplam gübre enerjisi, birim alandaki toplam kimyasal ilaç enerjisi, birim alandaki tohum enerjisi, birim alandaki sulama enerjisi olarak belirlenmiştir.

Makine imalat enerjisi

Dolaylı enerji girdisi içerisinde yer alan makine imalat enerjisi, makinenin ağırlığı, makinenin ekonomik ömrü, tarla kapasitesi ve makine birim enerji eş değeri kullanılarak bulunmuş olup, Osmancık ilçesinde ankete dahil edilen çeltik üreticisi işletmelerin kullandıkları tarım makinelerinin toplam makine imalat enerjisi girdileri, Çizelge 4.11’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki makine imalat enerji girdileri

İşletme Büyüklükleri (da)	Makine imalat enerjisi (MJ/ha)	Yüzde (%)
5.00-30.00	1 334.63	24.65
30.01-60.00	1 358.74	25.09
60.01-90.00	1 362.42	25.16
90.01-110.00	1 358.76	25.09
Toplam	5 414.54	100.00

Çeltik üretiminde toplam makine imalat enerjisi değerleri; 30.01-60.00 da aralığındaki işletmeler ile 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde yaklaşık aynı değerde sırasıyla 1 358.74 MJ/ha ile 1 358.74 MJ/ha bulunmuştur. 5.00-30.00 da aralığında yer alan işletmeler 1 334.63 MJ/ha ile en düşük makine imalat enerjisine sahiptir. Farklı büyüklükteki işletmelerin toplamı içindeki girdi payları incelendiğinde yüzde oranların 24.65 ile 25.16 aralığında olduğu görülmekte olup, değerlerin birbirine çok yakın olduğu, en yüksek ve en düşük değer arasında %1.02'lik bir farkın olduğu gözlenmiştir.

Baran ve ark. (2015), Trakya Bölgesi, Kırklareli ilindeki çeltik üretiminde makine imalat enerjisini 3 420 MJ/ha ile bulurken, bu enerji girdisinin toplam girdi enerjileri içerisinde payını ise %6.78 oranıyla bulmuşlardır. Nabavi-Pelesaraei ve ark. (2017), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerindeki çeltik üretiminde girdi enerjileri içerisinde 883.06 MJ/ha ile makine enerji girdisinin toplam enerji girdileri içerisinde payının %1.71 ile oldukça düşük bir oranda olduğunu açıklamışlardır.

İnsan iş gücü enerjisi

Farklı işletme büyüklüklerinde çeltik üretimi yapan işletmeler için dolaylı enerji girdisi içerisinde bulunan insan iş gücü enerjisi, Çizelge 4.11'de verilmiştir. Çeltik üretiminde kullanılan insan işgücü kullanımındaki çalışma süreleri ankete dahil olan tüm işletmelerdeki değerler için dikkate alınarak insan işgücü enerji eşdeğeri olan 1.96 MJ/h değeri ile çarpılması sonucunda toplam işgücü enerji değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki dolaylı enerji girdilerinden insan işgücü enerji değişimleri

İşletme Büyüklükleri (da)	İnsan iş gücü enerjisi (MJ/ha)	Yüzde (%)
5.00-30.00	98.01	27.41
30.01-60.00	93.80	26.23
60.01-90.00	88.03	24.62
90.01.110.00	77.73	21.74
Toplam	357.57	100.00

Hesaplamalar sonucunda insan iş gücü enerjisi en yüksek 98.01 MJ/ha ile 5.00-30.00 da aralığındaki işletmelerde söz konusu iken, en düşük insan iş gücü enerji girdisinin olduğu işletmeler ise 77.73 MJ/ha ile 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerdir. Farklı büyüklükteki işletmelerin yüzdelerinin toplam içindeki girdi payları incelendiğinde oranların %21.41 ile %27.41 aralığında olduğu görülmekte, en yüksek ve en düşük değer arasında %1.28'lik bir farkın olduğu gözlenmiştir.

Alipour ve ark. (2012), İran-Guilan eyaletindeki çeltik üretimindeki toplam girdi enerjileri içerisinde insan iş gücü enerji girdisinin 822.53 MJ/ha (%1.72) ile düşük oranda tüketilen enerjilerden olduğunu açıklamışlardır. Baran ve ark. (2015), Trakya Bölgesi, Kırklareli ilindeki çeltik üretiminde insan işgücü enerjisini 340.160 MJ/ha ile bulurken, insan iş gücü enerjisinin toplam giderler içerisindeki oranının %0.67 ile en düşük giderlerden olduğunu açıklamışlardır. Pishgar-Komleh ve ark. (2011), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerin çeltik üretimindeki insan iş gücü enerji toplamı 1 314.81 MJ/ha olarak bulunurken, toplam girdi içerisinde payını ise %3.34 oranıyla bulmuşlardır. Nabavi-Pelesaraei ve ark. (2017), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerdeki çeltik üretiminde girdi enerjileri içerisinde 1 526.13 MJ/ha değeri ile insan iş gücü enerji girdisinin toplam enerji girdileri içerisindeki payının %2.96 ile düşük bir oranda olduğunu açıklamıştır.

Kimyasal gübre enerjisi

Kimyasal gübre enerjisi tüketimi çeltik üretiminde azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübrelerden oluşmakta olup, kimyasal gübre enerjisi hesaplanırken, işletmelerden alınan veriler ile çeltik üretiminde kullanılan toplam azot, fosfor ve potasyum gübrelerinin Çizelge 3.3'te verilen enerji eşdeğerleri kullanılarak hesaplama yapılmıştır.

Dolaylı enerji girdisi içerisinde yer alan kimyasal gübre enerjisi, ankete dahil olan çeltik üretim yapan işletmeler için Çizelge 4.13'de verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda en yüksek kimyasal gübre enerji girdisi 90.01-110.00 da büyüklüğüne sahip işletmelerde 5 365.25 MJ/ha olarak, en düşük gübre enerji girdisi ise 3 238.24 MJ/ha ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmeler için hesaplanmıştır.

Tüm işletmelerdeki ortalama gübre enerjisinin toplamı ise 15 723.87 MJ/ha olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı işletme büyüklükteki yapılan çeltik üretimindeki kimyasal gübre enerji girdileri

İşletme Büyüklükleri (da)	Kimyasal gübre enerjisi (MJ/ha)	Yüzde (%)
5.00-30.00	3 238.24	20.59
30.01-60.00	3 416.35	21.73
60.01-90.00	3 704.03	23.56
90.01-110.00	5 365.25	34.12
Toplam	15 723.87	100.00

Alipour ve ark. (2012), İran-Guilan eyaletindeki çeltik üretimindeki da toplam girdi enerjileri içerisinde kimyasal gübre enerjisi girdisinin 888.9 MJ/ha (%1.87) ile düşük düzeyde tüketilen enerjilerden olduğunu açıklamışlardır.

Pishgar -Komleh ve ark. (2011), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerde çeltik üretimindeki kimyasal gübre enerjisi toplamını 14 066.30 MJ/ha olarak belirlemiş, toplam dolaylı enerji içindeki payını ise %35.76 oranıyla bulmuşlardır.

Araştırmacılar en yüksek girdi enerjisinin yakıt ve elektrik tüketimi oranı olan %45.95, daha sonra kimyasal gübre enerjisinin ikinci sırada yer aldığını açıklamışlardır. Baran ve ark. (2015), Trakya Bölgesi, Kırklareli ilindeki çeltik üretiminde kimyasal gübre enerjisini 11 211 MJ/ha değeri ile bulurken, kimyasal gübre enerjisinin toplam giderler içerisinde payının %22.24 oranıyla en yüksek sulama enerjisi (%38.27), ikinci sıradaki yakıt enerjisi (%23.90) sonrası üçüncü enerji girdisi olduğunu açıklamışlardır. Pelesaraei ve ark. (2017), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerin çeltik üretimindeki girdi enerjileri içerisinde 2 637.73 MJ/ha değerinin kimyasal gübre enerjisi girdisi olduğunu ve toplam enerji girdileri içerisinde payının ise %5.11 ile düşük bir yüzeyde olduğu belirtmişlerdir.

Nabavi-Pelesaraei ve ark. (2017), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerini çeltik üretimindeki girdi enerjileri içerisinde kimyasal gübre enerjisi girdisinin 15 326.34 MJ/ha değeri ile toplam enerji girdileri içerisinde payının %29.71 ile önemli bir yüzdeye sahip olduğunu açıklamışlardır.

Alipour ve ark. (2012), İran-Guilan eyaletindeki çeltik üretimindeki işletmelerin toplam girdi enerjileri içerisindeki kimyasal gübre enerjisi girdisinin 9 459.13 MJ/ha (%19.88) değeri ile sulama enerjisi (%38.84), elektrik (%27.87) enerjisinden sonra üçüncü sırada yer aldığını önemli oranda tüketilen enerjilerden olduğunu açıklamışlardır.

Kimyasal ilaç enerjisi

Çeltik üretiminde uygulanan kimyasal ilaçların toplam miktarları ile Çizelge 3.3'te verilmiş olan kimyasal ilaç enerji eşdeğeri ile çarpımından elde edilen sonuçlar Çizelge 4.14'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki kimyasal ilaç enerjisi girdileri

İşletme Büyüklükleri (da)	Kimyasal ilaç enerjisi (MJ/ha)	Yüzde (%)
5.00-30.00	2 143.06	11.36
30.01-60.00	2 983.20	15.81
60.01-90.00	4 958.80	26.29
90.01-110.00	8 779.10	46.54
Toplam	18 864.16	100.00

Çizelge 4.14'e göre, işletmelerdeki kimyasal ilaç enerji girdisi 8 779.10 MJ/ha ile 90.01-110.00 da büyüklükteki işletmeler için en yüksek düzeyde bulunurken, en düşük değer ise 2 143.06 MJ/ha ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde tespit edilmiştir. Tüm işletmelerdeki kimyasal ilaç enerjisi toplamı ise 18 864.16 MJ/ha olarak belirlenmiştir.

Pishgar -Komleh ve ark. (2011), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerin çeltik üretimindeki kimyasal ilaç enerjisi toplamını 2 387.2 MJ/ha olarak belirlemişler ve payını %6.07 oranıyla tespit etmişlerdir. Nabavi- Baran ve ark. (2015), Trakya Bölgesi, Kırklareli ilindeki çeltik üretiminde kimyasal ilaç enerjisini 202.40 MJ/ha ile bulurken, kimyasal ilaç enerjisinin toplam giderler içerisindeki payının %0.40 oranıyla en düşük enerji girdisi olduğunu bulmuşlardır.

Tohum enerjisi

Toplanan anket verilerinden elde edilen ve 1 ha alana harcanan tohum miktarı (ekim normu) bulunarak kullanılan tohum miktarının Çizelge 3.3'te belirtilen enerji eşdeğeri ile çarpılması sonucunda toplam tohum enerjisi girdileri Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki tohum enerjisi girdileri

İşletme Büyüklükleri (da)	Tohum enerjisi (MJ/ha)	Yüzde (%)
5.00-30.00	3 151.65	25.30
30.01-60.00	3 128.50	25.12
60.01-90.00	3 044.62	24.44
90.01-110.00	3 131.20	25.14
Toplam	12 455.97	100.00

Çizelge 4.15'e göre, Osmancık ilçesi ankete dahil olan işletmeler içerisinde tohum enerji girdisi en yüksek tüketim 3 151.65 MJ/ha ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde, en düşük enerji girdisine sahip işletmeler ise 3 128.50 MJ/ha ile 60.01-90.00 da aralığındaki işletmelerdir. Toplam olarak tüketilen tohum enerji girdisi 12 455.97 MJ/ha olarak hesaplanmış olup, işletmeler bazında yüzde değerlerin birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Alipour ve ark. (2012), İran-Guilan eyaletindeki çeltik üretimindeki toplam girdi enerjileri içerisinde tohum enerjisi girdisinin 1 275.85 MJ/ha (%2.68) değeri ile düşük düzeydeki tüketilen enerjilerden olduğunu açıklamışlardır.

Pishgar-Komleh ve ark. (2011), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerindeki çeltik üretimindeki tohum enerjisi toplamını 3 096.56 MJ/ha olarak belirlemiş, %7.87 oranıyla bulmuşlardır.

Baran ve ark. (2015), Trakya Bölgesi, Kırklareli ilindeki çeltik üretiminde tohum enerjisini 3 420 MJ/ha ile bulurken, tohum enerjisinin toplam giderler içerisindeki payının %6.78 oranıyla en düşük girdisi olduğunu bulmuşlardır.

Nabavi-Pelesaraei ve ark. (2017), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerin çeltik üretimindeki girdi enerjileri içerisinde 3 197.24 MJ/ha değeri ile tohum enerjisi girdisinin toplam enerji girdileri içerisindeki payının %6.20 oranı ile düşük bir yüzeyde olduğu açıklamışlardır.

Sulama enerjisi

Çeltik tohumunun ekiminden hasat işlemine kadar tamamen sulu ortamda yetiştirilmesi nedeniyle dolaylı enerji girdileri içerisinde en yüksek girdi kalemi sulama enerjisi olmaktadır. Sulama yöntemleri olarak kanaldan salma sulama ve elektrik pompası yardımıyla sulama işlemleri gerçekleştirilmektedir. Elektrik tahrikli sulamada elektrik tüketimi elektrik enerji girdileri kısmında yer alırken, burada ise çeltik üretimindeki hem salma sulama hem de pompa ile sulamada kullanılan su miktarı birlikte dikkate alınmıştır. Yapılan anket çalışmasında kanaldan salma sulama ile elektrikli pompa yardımıyla yapılan sulama miktarları hesaplanarak Çizelge 3.3'te verilen sulama suyu enerji eş değeri ile çarpılarak bulunan ortalama sulama enerji girdisi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en fazla tüketimin olduğu sulama enerji girdisi 25 547.82 MJ/ha ile 60.01-90.00 da arasında bulunan işletmelere ait iken en düşük tüketim ise 18 396.73 MJ/ha ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelere aittir. Çeltik üretiminde Osmancık ilçesi geneli için toplamda sulama girdi enerjisi ise 87 033.86 MJ/ha olarak bulunmuştur

Çizelge 4.16. Farklı işletme büyüklüklerinde yapılan çeltik üretimindeki sulama enerjisi girdileri

İşletme Büyüklükleri (da)	Sulama enerjisi (MJ/ha)	Yüzde (%)
5.00-30.00	18 396.73	21.14
30.01-60.00	22 148.09	25.45
60.01-90.00	25 547.82	29.35
90.01-110.00	20 941.22	24.06
Toplam	87 033.86	100.00

Alipour ve ark. (2012), İran-Guilan eyaletindeki çeltik üretiminde toplam girdi enerjileri içerisinde sulama enerjisi girdisinin 18 487.4 MJ/ha (%38.84) değeri ile en yüksek düzeyde tüketilen enerji olduğunu açıklamıştır.

Toplam dolaylı enerji girdileri

İnsan iş gücü enerjisi, alet-makine ve traktör imalat enerjisi, kimyasal gübre enerjisi, kimyasal ilaç enerjisi ve tohum enerjisi ile sulama enerjileri çeltik üretiminde kullanılan dolaylı enerji girdileri olarak dikkate alınmış ve değerler Çizelge 4.17’de verilmiştir. Dolaylı enerji girdileri, Çizelge 3.3’te verilen enerji eş değerleri tablosundaki verilerin, kullanım miktarları ile çarpılması sonucu elde edilen enerji miktarlarının toplanmasıyla bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Farklı işletme büyüklüğünde yapılan çeltik üretimindeki dolaylı enerji girdileri toplamı

İşletme Büyüklükleri (da)	Dolaylı enerji toplamı (MJ/ha)	Yüzde (%)
5.00-30.00	28 362.30	20.28
30.01-60.00	33 128.68	23.69
60.01-90.00	38 705.72	27.68
90.01-110.00	39 653.26	28.35
Toplam	139 849.97	100.00

Osmancık ilçesinde ankete dahil olan işletmeler dikkate alındığında, toplam dolaylı enerji girdileri açısından 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmeler, toplamda 39 653.26 MJ/ha ile en yüksek değerde, en düşük değer ise 28 362.30 MJ/ha ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunmuş, toplam girdilerin içinde yüzde değişimler %20.28 ile %28.35 aralığında belirlenmiş ve toplam dolaylı enerji girdisi ise 139 849.97 MJ/ha olarak bulunmuştur.

Dolaylı enerji girdilerini oluşturan her bir tüketilen girdinin oransal dağılımlarına bakıldığında, dolaylı enerjiler içerisinde en yüksek girdiyi 87 033.86 MJ/ha değeri ve %62.23 oranıyla sulama suyu enerjisi oluştururken, sulama enerjisini kimyasal ilaç enerjisi %13.49, kimyasal gübre enerjisi %11.24, tohum enerjisi %8.91, makine imalat enerjisi %3.87 ve insan iş gücü enerjisi %0.26 girdileri takip etmiştir.

Alipour ve ark. (2012), İran-Guilan eyaletindeki çeltik üretimindeki dolaylı enerji girdi toplamını 32 494.7 MJ/ha ile bulurken, en yüksek girdi enerjisinin toplam girdi içerisindeki %56.89 oranı ile sulama enerjisinin oluşturduğu, en düşük girdi enerjisinin ise %2.53 oranıyla insan işgücü enerji girdisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Baran ve ark. (2015), Trakya Bölgesi, Kırklareli ilindeki çeltik üretiminde dolaylı enerji girdileri toplamının 50 412.21 MJ/ha olduğunu ve en yüksek girdi enerjisinin 19 293.75 MJ/ha değeri ve %38.27 oranı ile sulama enerjisi olduğunu, 11 211 MJ/ha ile kimyasal gübre enerjisinin ise %22.14 ile üçüncü sırada yer aldığını ifade etmişlerdir.

Nabavi-Pelesaraei ve ark. (2017), İran'ın Guilan eyaletindeki işletmelerin çeltik üretiminde dolaylı enerji girdi toplamı içerisindeki en yüksek oranın %65.02 ile kimyasal gübre enerjisinin, en düşük oranın ise %3.75 ile makine imalat enerjisinin olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada, sulama enerjisi dolaylı enerjiler içerisinde %66.33 ile en yüksek dolaylı girdi enerjisini oluşturmaktadır.

Literatürle karşılaştırmalar yapıldığında, Alipour ve ark. (2012) ve Baran ve ark. (2015)'in bulduğu sonuçlarda yer alan sulama enerjisinin en yüksek girdi olması noktasında yapılan bu çalışma oldukça benzerlik göstermektedir.

Yakıt-yağ enerjisi ile elektrik enerji toplamaları olan doğrudan enerji ile insan iş gücü enerjisi, alet-makine ve traktör imalat enerjisi, kimyasal gübre enerjisi, kimyasal ilaç enerjisi ve tohum enerjisi ile sulama enerjileri toplamından oluşan dolaylı enerji girdileri toplamını oluşturan toplam enerji girdileri Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Çeltik üretimi yapan işletmelerin toplam enerji girdileri

İşletme Büyüklikleri (da)	Doğrudan enerji girdisi toplamı	Dolaylı enerji girdisi toplamı	Toplam girdi enerji toplamı	Yüzde (%)
5.00-30.00	15 867.94	28 362.30	44 230.24	16.04
30.01-60.00	24 029.26	33 128.68	57 157.94	20.73
60.01-90.00	28 517.67	38 705.72	67 223.39	24.38
90.01-110.00	67 464.41	39 653.26	107 117.67	38.85
Toplam	135 879.27	139 849.97	275 729.24	100.00
Yüzde (%)	49.28	50.72	100.00	

Çizelge 4.18’de yer alan verilere göre, Osmancık ilçesinde ankete dahil işletmelerin toplam girdi enerjileri incelendiğinde, en yüksek girdi toplamına sahip işletme büyüklüğü, 90.01-110.00 da işletmeler olup 107 117.67 MJ/ha ile %38.85 oranına sahiptir. En düşük girdi kullanımına sahip işletmeler ise 44 230.24 MJ/ha ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmeler %14.04 oranına sahiptir. Toplam girdi kullanımı tüm işletme büyüklükleri dikkate alındığında 275 729.24 MJ/ha ile bulunmuş olup, toplam girdinin %50.72 oranını da dolaylı enerji girdileri oluşturmaktadır.

4.4. Toplam enerji çıktısı

Girdi enerjilerinin toplamında, doğrudan ve dolaylı girdi enerjilerinin toplamı dikkate alınırken, toplam çıktı enerjisinde tüm ürün verimi ortalamaları dahil işletmelerin ürün verimleri ile çeltik enerji eş değeri olan 17 MJ/kg değeriyle çarpımı sonucu elde edilmiştir (Kitani, 1999).

Ankete dahil işletmelerde çeltik tarımında kullanılan toplam enerji girdileri, toplam çıktı enerjileri ile birim alan başına elde edilen ürün verimi değerleri birlikte Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Çeltik üretimi yapan işletmelerin toplam enerji girdisi, toplam enerji çıktısı ve ürün verim değerleri

İşletme Büyüklikleri (da)	Toplam enerji girdisi (MJ/ha)	Yüzde (%)	Toplam enerji çıktısı (MJ/ha)	Yüzde (%)	Ürün verimi ortalaması (kg/ha)	Yüzde (%)
5.00-30.00	44 230.24	16,04	135 300.00	25.31	7 958.82	25.31
30.01-60.00	57 157.94	20,73	133 754.89	25.03	7 867.93	25.03
60.01-90.00	67 223.39	24,38	136 642.22	25.57	8 037.78	25.57
90.01-110.00	107 117.67	38,85	128 775.00	24.09	7 575.00	24.09
Toplam	275 729.24	100.00	534 472.11	100.00	31 439.54	100.00

Çizelge 4.19. incelendiğinde, işletme büyüklüğüne göre toplam enerji çıktısı en yüksek 136 642.22 MJ/ha ile 30.01-60.00 da büyüklüğündeki işletmeler ve en düşük enerji girdisi ise 128 775.00 MJ/ha ile 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde belirlenmiştir. Verimlilik için en yüksek çıktıyı en düşük enerji girdisi ile alabilmek gerekir. Bu kurala 5.00-30.00 da işletmelerde olduğu söylenebilir.

4.5. Enerji etkinliğinin değerlendirilmesi

Çorum ili Osmancık ilçesinde çeltik üretimi yapan işletmelerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda çeltik üretimi için tüketilen toplam ve birim çeltik üretim alanı başına enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.20’de yukarıda belirtilen enerji girdi bileşenleri toplu şekilde özetlenmiştir. Çizelge 4.20’de ayrıca, çeltik veriminden hareketle incelenen bütün işletmeler için hesaplanmış toplam enerji çıktı değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.20. Osmancık ilçesi genelinde tüm ankete dahil işletmelerin toplam girdi ve toplam çıktı enerjileri ve yüzdeleri

GİRDİLER	Enerji değeri (MJ/ha)	Yüzde (%)	Toplam Yüzde (%)	Toplam Girdi Enerjisi Yüzdeleri
Yakıt-yağ	84 241.06	62.00		30.55
Elektrik	51 638.21	38.00		18.73
Doğrudan enerji toplamı	135 879.27	100.00	49.28	
Makine imalat	5 414.54	3.87		1.96
İnsan iş gücü	357.57	0.26		0.13
Kimyasal gübre	15 723.87	11.24		5.70
Kimyasal ilaç	18 864.16	13.49		6.84
Tohum	12 455.97	8.91		4.52
Sulama	87 033.86	62.23		31.56
Dolaylı enerji toplamı	139 849.97	100.00	50.72	
GİRDİ ENERJİLERİ TOPLAMI	275 729.24		100.00	100.00
ÇIKTI ENERJİSİ TOPLAMI	534 472.11			

Osmancık ilçesi genelinde çeltik üretiminde toplam enerji girdisinin değeri 275 729.24 MJ/ha olarak hesaplanırken, çeltik üretiminde toplam enerji çıktısı ise 534 472.11 MJ/ha olarak bulunmuştur.

Doğrudan enerji girdisi toplamda 135 879.27 MJ/ha, dolaylı enerji girdisi ise 139 849.97 MJ/ha olarak bulunmuştur. Doğrudan ve dolaylı enerji girdileri

oranlandığında ise toplam enerji girdisinin %49.28'inin doğrudan enerji, %50.72'sinin ise dolaylı enerji girdisi olduğu hesaplanmıştır.

Toplam girdi enerjilerinin oranlarına bakılacak olursa, en yüksek girdi enerjileri sırasıyla sulama enerjisi %31.56, yakıt-yag enerjisi %30.55, elektrik enerjisi %18.73 ve %6.84 ile kimyasal ilaç enerji girdisi olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

Osmancık ilçesi geneli için tüm ankete dahil işletmelerin toplam girdi ve toplam çıktı enerjileri toplamaları ve yüzdeleri, Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Osmancık ilçesinde ankete dahil edilen çeltik üreticisi işletmelerin enerji hesaplamalarında yer alan enerji oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği, net enerji ve enerji kârlılığı parametreleri ayrı ayrı Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Enerji hesaplamalarında yer alan enerji oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği, net enerji ve enerji kârlılığı parametreleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Enerji etkinlik hesaplamaları, üretim esnasında yapılan girdiler ve bunun sonucunda elde edilen çıktıların karşılaştırılması, özgül enerji, üretim sırasında yapılan bütün işlemlerdeki enerjilerin, hasadı gerçekleştirilen ürünün miktarına oranlanması ile belirlenir.

Enerji üretkenliği değeri, hasat işlemi gerçekleştirilen ürünün tamamının, üretim aşamasında uygulanan tüm enerjiye oranlanmasıyla elde edilirken, net enerji ise yapılan üretimde uygulanan işlemlerin yani çıktıların tamamıyla, üretim sonunda elde edilen ürünün yani girdinin miktarından çıkarılmasıyla hesaplanarak, enerji kârlılığı da yapılan üretimde uygulanan işlemlerdeki toplam enerji çıktısı ile toplam enerji girdisi arasındaki farkı oluşturan net enerjinin toplam enerji girdisine oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

Enerji oranı, birim üretim alanında (ha) tüketilen birim miktar (MJ) enerji miktarına karşılık, üretim sonucunda birim üretim alanından (ha) kazanılan enerji miktarını (MJ) belirtir (Öztürk, 2011) ve toplam enerji çıktısının toplam enerji girdisine bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Çizelge 4.21. Çeltik üreticisi işletmelerin enerji hesaplamalarında yer alan enerji oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği, net enerji ve enerji kârlılığı parametrelerinin göstergeleri

İşletme Büyüklikleri (da)	Enerji Oranı (MJ/ha)	Özgül Enerji (MJ/kg)	Enerji Üretkenliği (kg/MJ)	Net Enerji (MJ/ha)	Enerji Kârlılığı
5.00-30.00	3.07	5.54	0.18	91 206.32	2.07
30.01-60.00	2.36	7.21	0.14	76 990.69	1.36
60.01-90.00	2.05	8.31	0.12	69 844.76	1.05
90.01-110.00	1.20	14.14	0.07	21 657.33	0.20
Toplam	2.17	8.80	0.13	64 924.78	1.17

Çizelge 4.21'e göre, enerji oranı için en yüksek değer 3.07 ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunurken, en düşük değer 1.20 ile 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunmuştur. Tüm işletmeler için ortalama enerji oranı ise Osmancık ilçesi için 2.17 MJ/ha olarak hesaplanmıştır. Enerji oranı değerinin yüksek olması üretimde enerjinin etkin kullanıldığının göstergesidir.

Özgül enerji, toplam enerji girdisinin hasat edilen toplam ürün miktarına bölünmesiyle elde edilen bir değerdir. Üretimdeki enerji üretkenliği ile ters orantılı olup, özgül enerjinin düşük olması üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması olarak ifade edilir. Yapılan hesaplamalara göre en yüksek değer 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde 14.14 MJ/kg olarak bulunurken, en düşük değer 5.54 MJ/kg ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunmuştur. Ortalama özgül enerji değeri ise 8.80 MJ/kg olarak hesaplanmıştır.

Enerji üretkenliği, hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranı olarak ifade edilir. Tüketilen birim miktar (MJ) enerji miktarına karşılık üretilen ürün miktarını (kg) belirtir. Sonucun büyük olması, enerjinin etkin kullanıldığını göstermektedir (Öztürk, 2011).

Çizelge 4.21'e göre, enerji üretkenliği en fazla 0.18 kg/MJ ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmeler çıkarken, en düşük değer ise 0.07 kg/MJ değeriyle 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunmuştur. Ortalama enerji üretkenliği değeri ise 0.13 kg/MJ olarak hesaplanmıştır.

Net enerji verimi değeri üretim girdileri enerjisi toplamının üretilen ürün enerjisinden çıkarılmasıyla elde edilmekte, net enerji verimi değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. Buna göre, net enerji değeri en yüksek 91 206.32 MJ/ha ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunurken, en düşük değer ise 21 657.33 MJ/ha ile 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunmuştur. Ortalama net enerji değeri ise 64 924.78 MJ/ha olarak hesaplanmıştır.

Enerji kârlılığı, net enerji değerinin enerji girdisi değerine oranlanmasıyla bulunmaktadır. Enerji kârlılığı için en yüksek değer 2.07 ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde hesaplanırken, en düşük değer ise 0.20 ile 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunmuş olup, ortalama enerji kârlılığı ise 1.17 olarak belirlenmiştir.

Baran ve Karaağaç (2014), Kırklareli ili ikinci ürün ayçiçeği üretimindeki enerji etkinliği için enerji çıktı/girdi oranını 3.21 MJ/ha, özgül enerji değerini 8.19 MJ/kg, net enerjiyi 34 404.90 MJ/ha olarak bulmuştur. Pishgar-Komleh ve ark. (2011), İran'ın Guilan eyaletinde çeltik üretiminin enerji kullanım etkinliği ve enerji verimliliği değerlerini sırasıyla 1.53 MJ/ha ve 0.09 kg/MJ olarak bulmuşlardır.

Alipour ve ark. (2012), çeltikte enerji oranı ve enerji verimliliği sırasıyla 2.19 MJ/ha ve 0.064 kg/MJ olarak belirlemişlerdir. Çalışmada, enerji oranı, özgül enerji, enerji verimliliği ve enerji üretkenliğini sırasıyla 2.17 MJ/ha; 8.80 MJ/kg; 0.12 kg/MJ ve 64 924.78 MJ/ha olarak belirlenmiştir. Buna göre çalışmada bulunan enerji oranı değeri, literatür değerleri aralığında bulunmuştur. Özgül enerji değeri ortalama Osmancık ilçesi geneli için Baran ve ark. (2014)'ın belirttiği değere yakın değerdedir. Enerji verimliliği (enerji üretkenliği) değeri açısından bakıldığında, Alipour ve ark. (2012) ile Pishgar-Komleh ve ark. (2011) belirttiği değerlere göre bu çalışmadaki değer daha yüksek bulunmuştur.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüzde tarımsal üretimde amaç, kaliteli, çevreye ve insan sağlığına duyarlı, yüksek getirili bir şekilde üretim yapmak ve üretimin sürdürülebilirliğini sağlamaktır. Tarımsal üretimde kullanılan girdi kaynaklarının etkinliğini arttırmak, üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak ve bu yönde tarımsal üretim yöntemlerini belirlemek, tarımsal verimliliğinin arttırılmasına katkıda bulunmaktadır. Bir tarımsal üretim için başarı ve kârlılık; birim alandan alınan ürün enerji eşdeğeri ile üretim için harcanan girdilerin enerji eşdeğerleri arasındaki orana bağlıdır. Tarımsal verimlilik, girdi-çıktı ilişkisini belirlemeye yönelik olup, tarımsal üretimdeki girdi ve çıktı değerlerinin bilimsel rakamlarla ve güncel olarak ölçülebilmesi ve hesaplanabilmesi çok önemlidir.

Karadeniz bölgesinde yer alan Çorum ilinin önemli bir tarımsal potansiyeli mevcut olup, Osmancık ilçesi, çeltik üretiminde önemli bir yer tutmaktadır. Karadeniz Bölgesinde çeltik tarımında ve özellikle yoğun üretimin yapıldığı yerlerden olan Çorum ili Osmancık ilçesinde üretime yönelik enerji kullanım etkinliklerinin belirlenmesine yönelik yapılmış bilimsel bir çalışma olmaması nedeniyle yapılan bu çalışmada, ankete dahil 8 köy ve 166 işletmede yürütülen yüz yüze anket çalışmalarıyla elde edilen enerji kullanımına yönelik veriler dikkate alınmıştır.

Çorum ili Osmancık ilçesine ait ankete dahil edilen işletmelerin çeltik üretimindeki enerji bilançoları belirlenmiş, çeltik üretimi yapan işletmelerin enerji kullanım etkinliği tüm işlemler dikkate alınarak toprak hazırlığı, ekim-bakım gübreleme, ilaçlama, sulama, hasat işlemleri için belirlenerek, enerji parametreleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Enerji bilançosunun belirlenmesinde, doğrudan ve dolaylı enerji tüketimleri ve enerji parametreleri olarak enerji oranı, özgül enerji, enerji üretkenliği, net enerji ve enerji kârlılığı gibi çok önemli parametrelere ait sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışmada, Osmancık ilçesi için toplam girdi ve çıktı enerjisi çeltik tarımında sırasıyla 275 729.24 MJ/ha ve 534 472.11 MJ/ha olarak belirlenmiştir. Doğrudan enerji girdilerine bakıldığı zaman en yüksek girdi olan 84 241.06 MJ/ha değeri ve %62.00 oranı ile yakıt-yağ enerjisi, 51 638.21 MJ/ha değeri ile ve %38.00 oranı ile ise elektrik

enerjisi olarak bulunmuştur. Dolaylı enerji girdilerinin dağılımlarına göre, en yüksek girdiyi 87 033.86 MJ/ha değeri ve %62.23 oranıyla sulama enerjisi oluştururken, sulama enerjisini takiben %13.49 oranıyla kimyasal ilaç enerjisi ikinci sırada yer almakta, üçüncü sırada %11.24 oranıyla kimyasal gübre enerji girdisi ve takiben tohum enerjisi %8.91 oranıyla yer almıştır. Toplam enerji girdisi oranlarına bakıldığında zaman sırasıyla en yüksek girdi oranı %31.56 ile sulama enerjisi, %30.55 ile yakıt-yakıt enerjisi, %18.73 ile elektrik enerjisi ve %6.84 ile kimyasal ilaç enerjisi olarak hesaplanmıştır.

Enerji oranı değerinin yüksek olması üretimde enerjinin etkin kullanıldığı göstermektedir. Enerji oranının en yüksek olduğu değer 3.07 MJ/ha ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki, en düşük değer ise 1.20 MJ/ha ile 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde elde edilmiş ve tüm işletmeler için ortalama enerji oranı 2.17 MJ/ha olarak hesaplanmıştır. Özgül enerji, toplam enerji girdisinin hasat edilen toplam ürün miktarına bölünmesiyle elde edilen bir değer olarak, hesaplamalara göre en yüksek değer 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde 14.14 MJ/kg olarak bulunurken, en düşük değer 5.54 MJ/kg ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde belirlenmiştir. Ortalama özgül enerji değeri ise 8.80 MJ/kg olarak hesaplanmıştır.

Enerji üretkenliği ortalama değeri 0.13 kg/MJ olarak bulunurken, en yüksek değer 0.18 kg/MJ ile 5.00-30.00 da büyüklüğündeki, en düşük değer ise 0.07 kg/MJ değeriyle 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde hesaplanmıştır. Net enerji değeri en yüksek 91 206.32 MJ/ha 5.00-30.00 da büyüklüğündeki işletmelerde bulunurken, en düşük değer ise 21 657.33 MJ/ha ile 90.01-110.00 da büyüklüğündeki bulunmuş olup, ortalama değer ise 64 924.78 MJ/ha olarak hesaplanmıştır. Enerji kârlılığı için ortalama değer 1.17 olarak belirlenirken, en yüksek değer 2.07 olarak 5.00-30.00 da büyüklüğündeki ve en düşük değer ise 0.20 ile 90.01-110.00 da büyüklüğündeki işletmelerde hesaplanmıştır.

Bu çalışmada bulunan veriler ile Çorum ili ve Osmancık ilçesindeki çiftçilerin çeltik üretiminde kullandıkları girdiler olarak insan işgücü, alet makine/traktör kullanımı, kimyasal gübre ve ilaç kullanımı, sulama, tohum, yakıt-yakıt enerjisi ve elektrik enerjisiyle üretimdeki enerji kullanım enerji parametrelerinin belirlenmesiyle,

işletmelerin eltik üretim planlamasını gerçekleştirmede kullanılan yüksek enerji girdilerini azaltma yönünde önlemler almasına katkıda bulunabilecektir. Enerji bilançosunun belirlenmesiyle elde edilen sonuçlar, işletmelerin tüm enerji kalemlerinin ne derece etkin kullanıldığını dolayısıyla kaynakların verimli yönetimi açısından da büyük yararlar sağlamaktır.

Çalışmada, sonuçlar değerlendirildiğinde, eltik tarımında salma sulama uygulaması ve elektrikli pompa kullanımıyla sulamanın girdiler içerinde önemli bir yer tuttuğu, teknolojik bir kullanım olan Drone ile ilaçlamanın girdi olarak hesaplamalara katılması da enerji hesaplamalarında önemli bir adımdır. Girdiler içerisinde en yüksek tüketim girdisi olan sulamada etkin sulama ile kaynakların korunmasına yönelik girdi miktarlarının azaltılmasıyla enerji etkinliğinin arttırılması mümkün olabilecektir.

Bu alışma, Karadeniz Bölgesi, orum ili Osmancık ilçesindeki eltik üreticisi işletmelerin uyguladıkları üretim sisteminde enerji etkinliği parametreleri çerçevesinde öncelikle işletme bazlı, enerji oranını ve enerji karlılığını düşüren parametreleri dikkate alarak alınabilecek tedbirler, üretim girdilerinin daha etkin kullanımına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

7. KAYNAKÇA

- Abdioğlu, H. ve Çakır, B., 2021. Osmanlı Devleti'nde Çeltik Tarımı ve Muhasebe İşlemleri. Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi, Sayı: 2021, Özel Sayı, s. 205-224.
- Akar, M., 2015. Muş Ovası'nın Tarımsal Mekanizasyon Özellikleri ve 12 Hektar Büyüklüğünde Bir İşletme İçin En Uygun Bitki Deseninin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, s. 101. Erzurum.
- Alamyar, R. ve İsmet, Boz. (2019). Afganistan'ın Tahar İlinde Çeltik Üretimi Yapan Çiftçilerin Sorunları ve Çözüm Önerileri. Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi, 5(1), 44-54.
- Alipour A., Veisi H., Darijani F., Mirbagheri B., Behbahani A.G., 2012. Study and Determination of Energy Consumption to Produce Conventional Rice of the Guilan Province. Res. Agr. Eng., 58, 99-106.
- Alikhani, M.A. ve Nezhad, R.K., 2004. Energy efficiency of irrigated wheat production in traditional and mechanized systems at East Azarbayjan Province, Iran. Proceedings of The Fourth International Iran & Russia Conference, 675-681.
- Alpkent, N., 1984. Tarımda Enerji Kullanımı ve Enerji Tasarrufu. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 296, Ankara
- Altuntaş, E., Özgöz E ve Dede, S., 2018. Orta Karadeniz Geçit İklim Kuşağında Silaj Mısır Üretiminde Toprak İşlemenin Enerji Kullanım Etkinliğine Etkisi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 32 (3): 238-248.

Altuntaş, E., Bulut, O.N. ve Özgöz, E., 2019a. Kuru Tarımda Farklı Toprak İşleme Sistemleri ile Buğday Üretiminin Enerji Kullanım Etkinliği Analizi, Anadolu Tarım Bilimleri, 34 (1), 57-64.

Altuntaş, E., Güzel, M. ve Özgöz, E., 2019b. Aspir üretiminde enerji bilançosunun belirlenmesi (Sivas ili Gürün ilçesi örneği). Akademik Ziraat Dergisi 8(2), 275-282.

ASAE, 2011. ASAE Standarts. D497.7 MAR2011 (R2015): Agricultural Machinery Data. pp. 1-14 ASABE 2950 Niles Rd., St. Joseph, MI, 49085-9659, USA.

Anonim, 2016. Toprak Mahsülleri Ofisi 2016 Yılı Hububat Raporu
www.tmo.gov.tr/Upload/Document/ hububat /hububatraporu2016.pdf.

Anonim, 2023a. Osmancık ilçesi uydu haritası.
<https://www.google.com/maps/place/Osmancık%C4%B1k%2F%C3%87orum/>,
(Erişim Tarihi 05.01.2023).

Anonim, 2023b. https://www.dronemarket.com/urun/dji-agras-t30-zirai-ilaclama-dronu?utm_term=agras%20t30&utm_campaign=Search+%7C+Generic+%7C+Tar%C4%B1m+%7C+%C5%9Eehirler&utm_source=google&utm_medium=cp_c&hsa_acc=5529338403&hsa_cam=18583461055&hsa_grp=142574302219&hsa_ad=627833423737&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd1191761369012&hsa_kw=agras%20t30&hsa_mt=p&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=EAIaIQobChMIj_a_y5Wz_AIVErLVCh1M_g-PEAAAYASAAEgLRM_D_BwE, (Erişim Tarihi 05.01.2023).

Anonim, 2023c. <https://www.ilgitarim.com/tr>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023ç. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Arazi%20Tesviye%20Alet%20ve%20Makineleri.pdf, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023d. <https://www.unluziraat.com.tr/>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023e. <http://www.alpler.com.tr/>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023f. <https://www.turkaytarim.com.tr/files/urunlerimiz/rototiller-degisken-devirli-rototiller.pdf>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023g. <https://ucbasaktarim.com/tr/>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023h. <http://www.donmezleritarim.com/>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023ı. <https://www.haseremarket.com/palmera-pa-086-sirt-tipi-motorlu-atomizor-makinesi-26-litre-pmu1367>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023i. <https://www.unsaltarim.com/>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023j. <https://www.makinaturkiye.com/>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023k. <https://www.newholland.com.tr/>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023l. <https://www.tumosan.com.tr/tr>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023m. <https://www.caseih.com.tr/>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonim, 2023n. <https://www.erkunttraktor.com.tr/>, (Erişim Tarihi 28.02.2023).

Anonymous, 2015. Laser Land Leveller 'Apl 2014'. Commercial Test Report. Government of India Ministry of Agriculture (Department Of Agriculture & Cooperation).

- Arıkan, M., 2011. Adana İlinde Kolza Üretiminde Enerji Kullanımı. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana.
- Bal, M. ve Altuntaş, E., 2019. Çorum ilinde çeltik üretimi yapan işletmelerin tarımsal mekanizasyon durumu, Akademik Ziraat Dergisi, 8(1), 63-76.
- Banaeian, N., Omid, M., Ahmadi, H., 2011. Energy and Economic Analysis of Greenhouse Strawberry Production in Tehran Province of Iran. Energy Conversion and Management, 52, 1020-1025.
- Baran, M.F. ve Karaağaç, H.A., 2014. Kırklareli Koşullarında İkinci Ürün Ayçiçeği Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1 (2), 117-123.
- Baran, M.F. ve Gokdogan O., 2014. Energy Input-Output Analysis of Barley Production in Thrace Region Of Turkey. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 14(11), 1255-1261.
- Baran, M.F., Gokdogan ve O., Karaağaç, H.A., 2014. Kanola Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi (Kırklareli İli Örneği), Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(3), 331-337.
- Baran, M.F., Gokdogan, O., Bagdatli, M.C. ve Belliturk, K., 2015. Energy Balance of Rice Production in Turkey: A Case Study for Kırklareli Province. EC Agriculture, 1 (3), 167-173.
- Baran, M.F. ve Gökdoğan, O., 2016. Determination of Energy Balance of Sugar Beet Production in Turkey: A Case Study of Kırklareli Province. Energy Efficiency 9, 487-494.

- Baran, M.F. ve Gökdoğan, O. 2014, Karpuz ve Kavun Yetiştiriciliğinde Enerji Girdi-Cıktı Analizi: Kırklareli İli Örneği, *Anadolu J. Agr Sci*, 2014, 29 (3), 217-224.
- Baran, M. F., Karaağaç, H. A., Dürdane, M., Bolat, A., ve Ömer, E., (2019). Nohut üretiminde enerji kullanım etkinliği ve sera gazı (GHG) emisyonunun belirlenmesi (Adana ili örneği). *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 41-50.
- Barut, Z.B., C., Ertekin, H.A. ve Karaağaç, 2011. Tillage Effects on Energy Use for Corn Silage in Mediterranean Coastal of Turkey. *Energy*, 36 (9), 5466-5475.
- Berkman, A., 1996. Sürdürülebilir Tarımsal Kalkınmada Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Yeri ve Güneydoğu Anadolu Projesi. Tarım ve çevre ilişkileri sempozyumu Bildiri Kitabı, Mersin.
- Bilgili, M. E. (2012). Limon üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi; Adana İli Örneği. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(2), 199-203.
- Bölükbas, B. ve Kaya., İ. (2018). Composition of rice straw and methods of increasing its feed value. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 58(2), 99-107.
- Cherati, F. E., Ranji, A., Banagar, K., Iilanlo, F. M., Sarcati, A. M. (2012). The Evaluation and the Comparison of the Energy and Economic Analysis of Rice Production in Mazandaran Province of Iran. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 4(18), 3455-3461.
- Çanakçı, M. ve Akıncı, I., 2006. Energy Use Pattern Analyses of Greenhouse Vegetable Production, *Energy*, 31, 1243–1256.
- Çelik, N., 2000. Tarımda Girdi Kullanımı ve Verimliliğe Etkisi. DPT Uzmanlık Tezleri, Yayın No: DPT: 2521. 154 sayfa.

- Çelik, H. ve Emeksiz, F., 2019. Türkiye’de Pirinç Üretimi, Tüketimi ve Pazarlaması, Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt: 37-1 133.
- Çiçek, G. ve İ. H. Çelen., 2000. Trakya bölgesindeki Çeltik İşletmelerinin Mekanizasyon Durumu. Türk-Koop Ekin Dergisi, Sayı: 13. Temmuz-Eylül 2000. Ankara.
- Demircan, V., K. Ekin., H. M. Keener., D. Akbolat. ve C. Ekin., 2006. Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: A case study from Isparta province. Energy Conversion and Management, 47, 1761-1769.
- Ekin, K., Akbolat, D., Demircan, V. ve Ekin, Ç., 2005. Isparta İli Elma Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, <http://www.emo.org.tr/index.php>.
- Erdoğan, Y., 2009. Tarımsal Üretimde Enerji Girdi Çıktı Analizlerinde Kullanılacak İnternet Tabanlı Bir Yazılımın Geliştirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Adana.
- Eren, Ö., 2011. Çukurova Bölgesinde Tatlı Sorgum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) üretiminde Yaşam Döngüsü Enerji ve Çevresel Etki Analizi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı Doktora Tezi. Adana 2011.
- Esengun, K., O. Gunduz. ve G. Erdal., 2007. Input-output energy analysis in dry apricot production of Turkey. Energy Conversion and Management, 48, 592-598.
- FAO, 2022. Food and Agriculture Organization, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Erişim tarihi:12.12.2022.

- Firouzi, S., 2015. A Survey on the Current Status of Mechanization of Paddy Cultivation in Iran: Case of Guilan Province. *The International Journal of Agricultural Management and Development (IJAMAD)*, 5 (2), 117-124.
- Gezer, İ., Acaroğlu, M. ve Haciseferoğulları, H., 2003. Use of Energy and Labour in Apricot Agriculture in Turkey. *Biomass&Bioenergy*, 24, 215-219.
- Gifford, R.C., 1986. *Agricultural Mechanization in Development: Guidelines for Strategy Formulation*. FAO Agricultural Services Bulletin, No:45, FAO, Rome, 77s.
- Göktolga, Z. G., Gözener, B. ve Karkacier, O., 2006. Şeftali Üretiminde Enerji Kullanımı, Tokat İl Örneği. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 39-44.
- Gökdoğan, O. ve Erdoğan, O., 2018. Evaluation of Energy Balance in Organic Olive (*Olea Europaea* L.) Production in Turkey. *Erwerbs-Obstbau* (2018) 60:47–52
- Gözübüyük, Z., Çelik, A., Öztürk, İ., Demir, O. ve Adıgüzel, M.,C., (2012). Buğday Üretiminde Farklı, Toprak İşleme-Ekim Sistemlerinin Enerji Kullanım Etkinliği Yönünden Karşılaştırılması. *Tarım Makineleri Bilimi Dergisi*. Cilt 8, Sayı 1.
- Işıklı E. ve Işın, Ş., 1991. Son On Yılda Türkiye’de Tarım Sektörünün Verimlilik Açısından Değerlendirilmesi, I. Verimlilik Kongresi, Bildiriler, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No: 5454, s. 345, Ankara.
- Jat ML, Chandna P, Gupta R, Sharma SK, Gill MA (2006) *Laser Land Leveling: A Precursor Technology for Resource Conservation*. Rice-Wheat Consortium Technical Bulletin Series 7.

- Karaagac, M. A., S. Aykanat, B. Cakir, O. Eren, M. M. Turgut, Z. B. Barut, H. H. Ozturk. 2011. Energy Balance of Wheat And Maize Crops Production in Haciali Undertaking, 11th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture Congress, 21-23 September, Istanbul, Turkey, p. 388-391.
- Karaağaç, H.A., Aykanat. S., Gültekin. R. ve Baran. M. F., 2014. Adana’da Ana Ürün Mısır Üretiminde Enerji Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(3): 75-81.
- Kaya A. ve Ateş, M., 2022. Türkiye’de Çeltik Üretiminin Yıllar İtibariyle Değişimi. Anadolu 11th International Conference On Applied Science – December 29- 30, 2022 – Diyarbakır.
- Kitani, O. 1999. Energy for Biological Systems. In: The International Commission of Agricultural Engineering, editor, CIGR handbook of agricultural engineering: Energy and biomass engineering, Vol. V. American Society of Agricultural Engineers, p. 13-42. (J. Ortiz-Canavate, J. and J. L. Hernanz. Energy for biological systems, p. 22.
- 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.
- Kumaran GS., Rathinakumari AC., 2016. Innovations and Interventions in Horticultural Mechanization. Conference on Innovations in Agricultural Mechanization– Development of Linkage Among R&D Institutes – Industry – Farmers, July 7-8, 86-98, India.
- Mani, I., P. Kumar, J. S. Panwar, K. Kant. 2007. Variation in Energy Consumption in Production of Wheat-Maize With Varying Altitudes in Hill Regions of Himachal Prades, India. Energy, 32: 2336-2339.

- Mandal, K.G., K.P, Sha, P.K., Ghosh, K.M, Hati. And K.K., Bandyopadhyay, 2002. Biornergy And Economic Analysis Of Soybean-Based Crop Production Systems In Central India. Biomass Bionergy 23(5):337-45.
- Mevlüt, İ. ve Karci, A. (2021). Tarımda ağaç ilaçlamanın drone’larla yapılmasında yeni bir yöntemin geliştirilmesi ve uygulanması. Computer Science, 6(2), 72-89.
- Mohammadi, A., Tabatabaeefar, A., Shahin, S., Rafiee, S., Keyhani, A., 2008. Energy Use Economical Analysis of Potato Production in İran A Case Study; Ardabil Province. Energy Conversion & Management, 49, 3566-3570.
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Mohtasebi, S.S., Rafiee, S., 2010. Energy Inputs-Yield Relationship and Cost Analysis of Kiwifruit Production in Iran. Renewable Energy, 35, 1071-1075.
- Nabavi-Pelesaraei A., Rafiee, S., Mohtasebi, S.S., Hosseinzadeh-Bandbafha, h., Kwok-wing Chau, K.W., 2017. Energy consumption enhancement and environmental life cycle assessment in paddy production using optimization techniques, Journal of Cleaner Production, 162, 571-586.
- Oğuzhan, A. ve Özalp, A. 2005. Trakya’da Çeltik Üretiminin Verimine İlişkin Logit Model Denemesi. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7(1), 23-36.
- Özcan, M.T., 1985. Mercimek hasat ve harman yöntemlerinin iş 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., A. Soğancı.1996. Koordinatörlüğünde, Türkiye Tarım Alet ve Makinaları İşletme Değerleri Rehberi, Khgm. Ankara

- Özçelebi, M. A. ve Yılmaz, C. (2020). Samsun’da Çeltik Üretimi ve Pirinç İmalat Sanayi. Kesit Akademi Dergisi, 6(24), 324-349.
- Özgöz, E., Altuntaş, E. ve Asiltürk, M., 2017. Effects of Soil Tillage on Energy Use in Potato Farming in Central Anatolia of Turkey. Energy, 141, 1517-1523.
- Özgüven, M. M., Türker, U. ve Beyaz, A. (2010). Türkiye’nin tarımsal yapısı ve mekanizasyon durumu. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2010(2), 89-100.
- Özkan, B., Akcaoz, H., Fert, C., 2004a. Energy Input Output Analysis in Turkish Agriculture. Renewable Energy, 29, 39-51.
- Özkan, B., Kürklü, A., Akçaöz, H., 2004b. An Input-Output Analysis in Greenhouse Vegetable Production: A Case Study for Antalya Region of Turkey. Biomass & Bioenergy, 26, 89-95.
- Özkan, B., Akçaöz, H., Karadeniz, F., 2004c. Energy Requirement and Economic Analysis of Citrus Production in Turkey. Energy Conversion and Management, 45, 1821-1830.
- Öztürk, H.H., 2011. Bitkisel Üretimde Enerji Yönetimi. Hasad Yayıncılık, İstanbul
- Pirinçcioğlu, N., 1988. Tarım Sektöründe Verimlilik (1970-1985 Dönemi), MPM, Yayın No: 365, Ankara.
- Pishgar-Komleh, SH., Sefeedpari, P., Rafiee S., 2011. Energy and economic analysis of rice production under different farm levels in Guilan province of Iran, Energy, 36 (10), 5824-5831.
- Sabah, M., 2010. Söke Ovasında İkinci Ürün Yağlık Ayçiçeği Üretiminde Enerji Kullanımı Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.

- Sabzevari, A., Kouchaki-Penchah, H., Nabavi-Pelesaraei, A., 2015. Investigation of Life Cycle Assessment of Hazelnut Production in Guilan Province of I.R. Iran Based on Orchards size Levels. *Biological Forum – An International Journal*, 7 (1), 807-813.
- Sarıkaya, H., 2014. T.T. 0008 Numaralı Tapu Tahrir Defteri'nin Transkripsiyonu ve Tahlili, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tarih ABD, Aydın.
- Semerci, A., 2020. Çeltik Üretiminde Maliyet Faktörlerinin Farklılık Analizleri: Çanakkale İli Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 1078-1086.
- Shrestha, D.S., 2002. Energy Use Efficiency Indicator For Agriculture. s.28-30
- Singh, J.M., 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. Master of Science, International Institute of Management University of Flensburg, Germany.
- Singh, H., Mishra, D., Nahar N.M., 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.
- Singh, G.; Singh, S., Singh, J., 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. *Energy Conversion and Management*, 45: 453-465.
- Sirat, A. , Sezer, İ. ve Akay, H. 2012. Kızılırmak Deltası'nda Organik Çeltik Tarımı. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (2),. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gumusfenbil/issue/7481/98615>
- Şehri, M. 2012. Adana yöresi pamuk üretiminde enerji kullanım etkinliği ve maliyet analizi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü. 74 s., Adana.

- Talim, M., Çıkın, A., 1975. Tarımda Prodüktivite Kavramı ve Ölçülmesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:250, Bornova.
- Taşlıgil, N. ve Şahin, G. 2011. Türkiye'de Çeltik (*Oryza satıva* L.) Yetiştiriciliği ve Coğrafi Dağılımı. Journal of Social Sciences/Sosyal Bilimler Dergisi, 4(6)., 182-203.
- TÜİK, 2022. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (Erişim Tarihi 12.01.2023).
- Ulukan, H., 2008. Agronomic Adaptation of Some Field Crops: A General Approach, Journal of Agron. and Crop Sci., 194.169-179.
- Uzun, Y., Bilban, M., ve Arıkan, H. 2018. Tarım Ve Kırsal Kalkınmada Yapay Zekâ Kullanımı.
- Xu, L., Yang, M., and Steward, B.L. 2011. System of Field Operations for Double-Cropped Paddy Rice Production Mechanization in South China. Agricultural and Biosystems Engineering Conference Proceedings and Presentations. 32.
- Yadav, S. N., R. Chandra, T. K. Khura, N. S. Chauhan. 2013. Energy Input-output Analysis and Mechanization Status for Cultivation of Rice and Maize Crops in Sikkim. Agric. Eng. Int: CIGR Journal 15(3), 108-116.
- Yaldiz, O., Ozturk, H.H., Zeren, Y., Bascetincelik, A., 1993. Energy Usage in Production of Field Crops in Turkey. 5th international congress on mechanization and energy in agriculture, Kusadasi, Turkey. October, 11-14, pp. 527-536.
- Zangeneh, M., Omid, M., Akram, A.A., 2010. Comparative Study on Energy Use and Cost Analysis of Potato Production Under Different Farming Technologies in Hamadan Province of Iran. Energy, 35, 2927-2933.

8. EKLER

8.1. Anket Formu

ÇELTİK ÜRETİMİNDE ENERJİ BİLANÇOSUNUN BELİRLENMESİ (ÇORUM İLİ OSMANCIK İLÇESİ ÖRNEĞİ) ARASTIRMA ANKET FORMU									
			GENEL BİLGİLER						
			İL	ÇORUM					
			İLÇE	OSMANCIK					
			KÖY						
			ANKET TARİHİ	 / /					
			ÜRETİM ALANI (DEKAR)						
PARSEL									
1. Toprak hazırlığı, toprak işleme, ekim, çapa vb.									
Üretim işlemleri/Girdiler	İşlem Açıklaması	İşlem tarihi	Kullanılan Alet Makine ve Ekipmanlar (asılır/çekilir)	Kullanılan Alet Makine ve Ekipmanların Özellikleri (Birim sayısı/ İş Geniştirliği/ İş derinliğı/Ağırlığı/ İlerleme hızı	Uygulama Sayısı	(1 dekada harcanan)			
						İşgücü		Atılan tohum miktarı	Yakıt tüketimi
						Kişi sayısı ve cinsiyet	Kaç saat çalıştı	kg- litre	lt /da
1. işlem									
2. işlem									
3. işlem									
4. işlem									
5. işlem									
6. işlem									
7. işlem									

2. Gübreleme								
Üretim işlemleri/Girdiler	İşlem Açıklaması	İşlem tarihi	Kullanılan Alet Makine ve Ekipmanlar (asılır/çekilir)	Kullanılan Alet Makine ve Ekipmanların Özellikleri (Birim sayısı/ İş Genişliği/ İş derinliği/Ağırlığı/ İlerleme hızı	Uygulama Sayısı	(1 dekarda harcanan)		
İşgücü						Atılan gübre miktarı	Yakıt tüketimi	
Kişi sayısı ve cinsiyet						Kaç saat çalıştı	kg- litre	Litre /da
1. işlem								
2. işlem								
3. işlem								
3. İlaçlama								
Üretim işlemleri/Girdiler	İşlem Açıklaması	İşlem tarihi	Kullanılan Alet Makine ve Ekipmanlar (asılır/çekilir)	Kullanılan Alet Makine ve Ekipmanların Özellikleri (Birim sayısı/ İş Genişliği/ İş derinliği/Ağırlığı/ İlerleme hızı	Uygulama Sayısı	(1 dekarda harcanan)		
İşgücü						Atılan ilaç miktarı	Yakıt tüketimi	
Kişi sayısı ve cinsiyet						Kaç saat çalıştı	kg- litre	lt /da
1. işlem								
2. işlem								

4. Sulama								
Üretim işlemleri/Girdiler	İşlem Açıklaması	İşlem tarihi	Kullanılan Alet Makine ve Ekipmanlar (asılır/çekilir)	Kullanılan Alet Makine ve Ekipmanların Özellikleri (Birim sayısı/ İş Genişliği/ İş derinliği/Ağırlığı/ İlerleme hızı	Uygulama Sayısı	(1 dekarda harcanan)		
İşgücü						Yapılan Sulama	Yakıt tüketimi	
Kişi sayısı ve cinsiyet						Kaç saat çalıştı	Saat/litre	lt /da
Salma sulama								
Diğer sulama								
5. Hasat								
1. işlem (Hasat)	Tarih	Hasat Yöntemi	Kullanılan makine ve özellikleri (*)	Makine Kullanımı (Saat)	Yakıt Tüketimi (lt/ha)	(İşgücü) Kişi sayısı ve cinsiyet	(İşgücü) Kaç saat çalıştı	
6. Ürün verimi (kg / da)								
Verim								
7. Traktör Özellikleri								
Marka					Yükseklik			
Model					Dingiller Aralığı			
Beygir					Ağırlık			
Uzunluk					Ön İz Genişliği			
Yakıt Deposu					Arka İz Genişliği			
(*) 8. Biçerdöver Özellikleri								
Marka/Model					İş Genişliği			
İlerleme hızı					Ağırlığı			

8.2. Özgeçmiş

