

**T.C.
SİİRT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BUĞDAY YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE SERA GAZI
EMİSYONUNUN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MEHMET HÜSEYİN DEMİREL
(203127004)**

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN

II. Danışman : Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN

**Ocak-2022
SİİRT**

TEZ KABUL VE ONAYI

Mehmet Hüseyin DEMİREL tarafından hazırlanan “**Buğday Yetiştiriciliğinde Enerji Verimliliği ve Sera Gazı Emisyonunun Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma**” adlı tez çalışması 18/01/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN

.....

II. Danışman

Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN

.....

Üye

Doç. Dr. Nizamettin TURAN

.....

Üye

Doç. Dr. A. Konuralp ELİÇİN

.....

Üye

Doç. Dr. Ali Beyhan UÇAK

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. Fevzi HANSU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

18/01/2022

Mehmet Hüseyin DEMİREL

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

ÖNSÖZ

Tarımsal üretimle ilgili olarak yapılacak enerji analizleri tarımsal sistemlerin enerji tüketimi açısından tanımlanıp gruplandırılmasında önemli bir yaklaşımdır. Ayrıca, son yıllardaki sürdürülebilir tarım ilkeleri doğrultusunda bir tarımsal üretim projesinin değerlendirilmesinde ekonomi, enerji ve çevre üçlüsü birlikte incelenmektedir. Başka bir açıyla, herhangi bir tarımsal üretim kolunda birim alandaki ürünün enerji eşdeğeri ile üretim için harcanan enerji eşdeğeri arasındaki oran, başarılı ve kârlı bir üretim için bir gösterge ve bir kıyas değeri olarak kullanılabilirliği gibi, çevresel duyarlılığın hızla arttığı günümüzde enerjinin etkin kullanımı açısından da önemli bir değerdir. Ayrıca alternatif üretim teknikleri arasındaki farklılığın değerlendirilmesinde birim alan başına maliyet ile birlikte göz önünde bulundurulması gereken önemli bir yaklaşımdır.

Araştırma sürecinde katkı ve desteklerinden dolayı değerli 2. Danışman Hocam Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN'a, Dr. M Murat TURGUT a ve beni bu aşamaya getiren aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu araştırmanın planlanmasında ve yürütülmesinde her türlü katkı ve desteklerini sunan, yardımlarını esirgemeyen değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Mehmet Hüseyin DEMİREL
SİİRT-2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLOLAR LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT.....	xi
1.GİRİŞ	1
1.1. Tarımda Verimlilik	1
1.2. Tarımsal Mekanizasyon ve Tarımsal Üretimdeki Önemi.....	2
1.3. Tarımda Enerji Kullanımı ve Sera Gazı Emisyonu	3
1.4. Buğdayın (<i>Triticum aestivum L.</i>) Önemi	5
1.4.1. Buğday (<i>Triticum aestivum L.</i>) Tanımı ve Tarihçesi.....	5
1.4.2. Buğday (<i>Triticum aestivum L.</i>) Özellikleri.....	6
1.4.3. Buğday(<i>Triticum aestivum L.</i>) İklim İstekleri	6
1.5. Buğday (<i>Triticum aestivum L.</i>) Bitkisinin Yetiştirilmesi.....	7
1.5.1. Buğday (<i>Triticum aestivum L.</i>) Toprak İstekleri	7
1.5.2. Toprak Hazırlığı.....	7
1.5.3. Ekim.....	8
1.5.4. Buğday (<i>Triticum aestivum L.</i>) Bakımı	8
1.5.4.1. Sulama.....	8
1.5.4.1.1. Salma Sulama	9
1.5.4.1.2. Yağmurlama Sulama.....	9
1.5.4.2. Gübreleme	9
1.5.4.3. Hastalık ve Zararlılarla Mücadele	10
1.5.4.3.1. Buğdayın (<i>Triticum aestivum L.</i>) Zararlıları.....	10
1.5.4.3.2 Buğdayda (<i>Triticum aestivum L.</i>) Yabancı Ot Mücadelesi.....	11
1.6. Buğdayda (<i>Triticum aestivum L.</i>) Hasat	12
1.7. Buğday (<i>Triticum aestivum L.</i>) Üretimi.....	13
1.7.1. Dünyada Buğday (<i>Triticum aestivum L.</i>) üretimi	13
1.7.2. Türkiye’de Buğday (<i>Triticum aestivum L.</i>) Üretimi.....	13
1.7.3. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Buğday (<i>Triticum aestivum L.</i>) Üretimi ..	14
1.7.4. Diyarbakır İli Tarımı.....	14
1.7.4.1. Tarımsal Üretim Sistemi	14
1.7.4.2. Bitkisel Üretim	14
1.8. Çalışmanın Kapsamı ve Amacı.....	16
2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI.....	17
3. MATERYAL ve YÖNTEM	28

3.1. Materyal	28
3.1.1. Diyarbakır ilinin coğrafik özellikleri	28
3.1.2. Diyarbakır iklimi.....	29
3.1.3. Diyarbakır İli Buğday (<i>Triticum aestivum L.</i>) Üretimi.....	39
3.2. Yöntem.....	40
3.2.1. Anket Uygulanacak İşletme Sayısının Belirlenmesi	40
3.2.1. 1. Anket İçeriği	42
3.2.2. Buğday Üretiminde Enerji Girdilerinin Belirlenmesi.....	42
3.2.2.1. Doğrudan Enerji Kaynakları	43
3.2.2.2. Dolaylı Enerji Kaynakları	44
3.2.2.2.1 İnsan İşgücü	44
3.2.2.2.2. Tarım Alet /Makinelerine İlişkin Dolaylı Enerji Girdisi	44
3.2.2.2.3. Kimyasal Gübre Kullanımına İlişkin Dolaylı Enerji Girdisi	44
3.2.2.2.4. Tarım İlacı Kullanımına İlişkin Dolaylı Enerji Girdisi	44
3.2.2.2.5. Tohumluk Kullanımına İlişkin Dolaylı Enerji Girdisi.....	44
3.2.2.2.6. Sulama Enerjisi	45
3.2.3. Enerji Etkinliği Analizleri.....	45
3.2.3.1. Enerji Oranı	45
3.2.3.2. Özgül Enerji Değeri	46
3.2.3.3. Enerji Üretkenliği Değeri.....	46
3.2.3.4. Net Enerji Verimi.....	47
3.2.4. Sera Gazı Hesaplaması	47
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	49
4.1. Diyarbakır ilinde Buğday Üretim Verileri.....	49
4.2. Sera Gazı (GHG) Emisyonu	54
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	54
5.1 Sonuçlar	55
5.2 Öneriler.....	55
6. YARARLANILAN KAYNAKLAR	57
EK-1 ANKET ÖRNEĞİ.....	66
ÖZGEÇMİŞ	68

TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1 Dünya da 2016 -2021 Yılları Arası Buğday Üretim Miktarları.....	13
Tablo 1.2 Diyarbakır İli Tarım Arazileri Dağılımı	14
Tablo 1.3 İlimizde Önemli Tarla Bitkileri Ekiliş Alanları ve Üretim Miktarı	15
Tablo 1.4. Diyarbakır İli Tarım Alet Makina Varlığı	15
Tablo 3.1. Diyarbakır İli Ortalama İklim Verileri	30
Tablo 3.2 Diyarbakır ili Buğday Ekiliş Alanları ve Üretimi.....	31
Tablo 3.3. Tarımsal Üretimde Girdi ve Çıktıların Enerji Eşdeğerleri.....	43
Tablo 3.4. Tarımsal üretimdeki girdilerin GHG emisyon eşdeğerleri.....	48
Tablo 4.1 Diyarbakır İli buğday üretimi için yapılan kültürel uygulamalar.....	49
Tablo 4.2. Buğday üretim girdileri enerji bilançoları.....	50
Tablo 4.3. Buğday üretimi enerji etkinlik göstergeleri.....	51
Tablo 4.4 Buğday üretiminde enerji girdi türleri.....	53
Tablo 4.5 Buğday üretiminde toplam GHG emisyonları.....	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Toprak İşleme ile Sürüm (Pulluk-Kültivatör).....	7
Şekil 1.2. Buğdayda Sulama.....	9
Şekil 1.3. Buğdayda (<i>Triticum aestivum</i> L.) Sarıpas ve kahverengi pas.....	10
Şekil 1.4. Buğdayda süne zararı.....	11
Şekil 3.1. Diyarbakır ili haritası.....	29
Şekil 4.1. Girdilerin Enerji kaynağına göre enerji değerleri.....	53

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
EO	: Enerji oranı
EÜ	: Enerji üretkenliği değeri
ÖED	: Özgül enerji değeri
ÜV	: Ürün verimi
NEV (NET)	: Net enerji verimi
TEÇ	: Birim üretim alanı başına toplam enerji çıktısı
TEG	: Birim üretim alanı başına toplam enerji girdisi
EF(i)	: i girdisinin GHG emisyon eşdeğeri
G	: Makine ağırlığı
GHG_h	: Sera gazı emisyonu
IGHG	: GHG oranı
n	: Örnek büyüklüğü
N	: Popülasyondaki işletme sayısı
p	: Oranın varyansı
r	: Ortalamadan sapma
R(i)	: i girdisinin uygulama miktarı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
İTOM	: İl Tarım Orman Müdürlüğü
GHG	:Sera Gazı
IGC	: Uluslararası Hububat Konseyi

<u>Simge</u>	<u>Açıklama</u>
m³	: Metreküp
m²	: Metrekare
m	: Metre
kg	: Kilogram
Mt	: Milyonton
ha	: Hektar
da	: Dekar
cm	: Santimetre
%	: Yüzde
L	: Litre
MJ	: Megajoule
GJ	: Gigajoule
TL	: Türk Lirası
h	: Saat

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUĞDAY YETİŞTİRİCİLİĞİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE SERA GAZI EMİSYONUNUN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Mehmet Hüseyin DEMİREL

**Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN

II. Danışman: Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN

2022, 67 + XI Sayfa

Bu araştırmada, buğday üretiminde enerji verimliliği ve sera gazı emisyonunun belirlenmesi üzerine araştırma yapılarak, üretimdeki girdilerin birim üretim alanı başına düşen enerji karşılıkları, elde edilen ürünün enerji verimi ve sera gazı değerleri hesaplanmıştır. Araştırmada kullanılan veriler 2021 yılında 175 farklı buğday üretimi yapan işletmeden, oransal örnekleme yöntemine göre yüz yüze anket yapılarak elde edilmiştir. Araştırmada buğday üretiminde doğrudan ve dolaylı enerji kullanım miktarları ve toplam enerji tüketimindeki payları belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, buğday üretiminde toplam enerji tüketimi $19024.21 \text{ MJ ha}^{-1}$, enerji çıktısı ise $80585.40 \text{ MJ ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Enerji tüketiminin en fazla olduğu girdinin $8748.38 \text{ MJ ha}^{-1}$ değeri ile gübrelemeye ait olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla; tohum enerji girdisi $4626.79 \text{ MJ ha}^{-1}$ (% 24.32), yakıt enerjisi $2697.25 \text{ MJ ha}^{-1}$ (%14.18), sulama enerjisi $2362.50 \text{ MJ ha}^{-1}$ (% 12.42), kimyasal enerji $269.19 \text{ MJ ha}^{-1}$ (% 1.41), alet/makine enerjisi $309.52 \text{ MJ ha}^{-1}$ (%1.63), insan enerjisi 10.58 MJ ha^{-1} (%0.06) takip etmiştir. Enerji oranı, enerji verimliliği, spesifik enerji ve net enerji verimi değerleri sırasıyla 4.24 , 0.29 kg MJ^{-1} , 3.47 MJ kg^{-1} ve $61561.19 \text{ MJ ha}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Buğday üretimi için toplam GHG emisyonu $3784.60 \text{ kgCO}_2\text{-eş ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Toplam GHG emisyonları içerisinde en yüksek pay tohuma (%59.41) aittir. Tohumu sırasıyla sulama (%16.84), azot gübre kullanımı (%14.60), fosfat gübre kullanımı (%3.99), yakıt kullanımı (%3.49), kimyasal ilaç kullanımı (%0.98), alet makine kullanımı (%0.58) ve insan işgücü (%0.10) takip etmiştir. Buna ilave olarak, buğday üretiminde GHG oranı $0.69 \text{ kgCO}_2\text{-eş ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, enerji etkinliği, sera gazı (GHG) emisyonu, GHG oranı, Diyarbakır,

ABSTRACT

MASTER THESIS

A Study on Determination of Energy Productivity and Greenhouse Gas Emissions in Wheat Production

Mehmet Hüseyin DEMİREL

**The Graduate School of Natural and Applied Science of Siirt University
The Degree of Master of Science in Department Biosystems Engineering**

Supervisors: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN

Assoc. Prof. Dr. Osman GÖKDOĞAN

2022, 67+ XI Pages

In this research was conducted on the determination of energy efficiency and greenhouse gas emissions in wheat production, and the energy equivalents of the inputs in production per unit production area, the energy efficiency and greenhouse gas values of the obtained product were calculated. The data used in the research were obtained from 175 different wheat producing enterprises by proportional sampling method. In the research, the amount of direct and indirect energy use in wheat production and their share in total energy consumption were determined. According to the results of the research, the total energy consumption in wheat production was calculated as 19024.21 MJ ha⁻¹, and the energy output as 80585.40 MJ ha⁻¹. It was determined that the input with the highest energy consumption belonged to fertilization with a value of 8748.38 MJ ha⁻¹. This in order; seed energy input 4626.79 MJ ha⁻¹ (24.32%), fuel energy 2697.25 MJ ha⁻¹ (14.18%), irrigation energy 2362.50 MJ ha⁻¹ (12.42%), chemical energy 269.19 MJ ha⁻¹ (1.41%), tool/machine energy 309.52 MJ ha⁻¹ (1.63%) followed by 10.58 MJ ha⁻¹ (0.06%) human energy. Energy rate, energy efficiency, specific energy and net energy efficiency values were determined as 4.24, 0.29 kg / MJ, 3.47 MJ kg⁻¹ and 61561.19 MJ ha⁻¹, respectively. The total GHG emission for wheat production was calculated as 3784.60 kgCO_{2-eş} ha⁻¹. The highest share in total GHG emissions belongs to seeds (59.41%). Seed irrigation (16.84%), nitrogen fertilizer use (14.60%), phosphate fertilizer use (3.99%), fuel use (3.49%), chemical pesticide use (0.98%), tool-machine use (0.58%) and human labor(0.10%), respectively followed. In addition, the GHG ratio in wheat production was calculated as 0.69 kgCO_{2-eş} ha⁻¹.

Keywords: Wheat, energy efficiency, greenhouse gas (GHG) emission, GHG ratio, Diyarbakır,

1.GİRİŞ

Tarımın bir ülkede ekonomik büyümeye katkı sağlayabilmesi için güncellenen koşullara uygun bir şekilde hızlı ve sürekli bir gelişmesi gerekmektedir. Tarımda istenilen kalkınma sektörüne yapılacak toplam sermaye yatırımlarına ve tarımsal desteklere bağlı olduğu kadar tarımsal üretimi oluşturan kaynakların korunması ve geliştirilmesiyle de ilişkilidir. Tarım, bütün ülkelerde sayılan nedenlerle sahip olduğu stratejik önemi nedeniyle, ülkelerin ekonomik yapılarına uygun tarım politikalarıyla desteklenen bir sektördür. Bu desteklemelerdeki temel amaçlar: kaynakların etkin kullanımı amacıyla ekonomik, sosyal, çevresel ve uluslararası gelişmeler boyutunu bir bütün olarak ele alan, örgütlü, rekabet gücü yüksek ve sürdürülebilir bir tarım sektörünün oluşturulmasıdır (Abay ve ark., 2005).

Tarımsal üretim, gerek taşıdığı riskler gerekse ülkenin genel ekonomik yapısı içerisindeki yeri ve önemiyle, gelecekte ülke ekonomisinde alacağı yere ilişkin öngörülerle birlikte, özellikle kullanılan kaynakların etkinliğini artırıcı yönde planlamaların yapılması ve önlemlerin alınması gereken bir üretim koludur. Günümüz koşullarında tarımsal üretimde amaçlanan, kaliteli, çevreye ve insan sağlığına duyarlı, yüksek getirili bir şekilde üretim yapmak ve üretimin sürdürülebilirliğini sağlamaktır. Yapısal farklılıkları ve kullanılan kaynakların çeşitliliği nedeniyle başarılı bir şekilde tarımsal üretim yapılabilmesi çok sayıda faktörün, işletme koşullarında eniyilemesiyle mümkündür. Tarım sektörünün ekonomik gelişmedeki katkılarının artırılması, sektördeki verimlilik artışıyla mümkündür. Hemen her ülkede olduğu gibi Türkiye’de de uygulanan tarım politikalarının genel amacı, tarımı ülke için her bakımdan daha verimli hale getirmektir (Güceyü, 2020).

1.1. Tarımda Verimlilik

Verimlilik, bir ülkenin veya bir sektörün ekonomik anlamda büyüme ve gelişme düzeyinin saptanmasında kullanılan en objektif ölçülerden birisidir. Gerçek anlamda ekonomik büyüme ve gelişme, ülkede kullanılmayan kaynakları üretime dahil ederek ve halen kullanılan kaynakları ise daha verimli alanlara kaydırarak sağlanabilir. Bu da genel anlamda verimlilik artışını ifade etmektedir. Verimlilik dar tanımıyla; girdi- çıktı ilişkisi olarak ifade edilmektedir. Geniş anlamda verimlilik; üretime konulmuş üretim

faktörlerinin sonucunda meydana gelen üretimle bu faktörlerin birinin veya birden fazlasının arasındaki ilişkiyi ifade eder. Bu nedenle üretilen mal ve hizmet miktarı ile bu mal ve hizmet miktarının üretilmesinde kullanılan girdiler arasındaki oran olarak tanımlanabilir.

Gelişmiş ülkeler başta olmak üzere dünya devletleri, gıda güvenliğini ve tarım sektöründe kendine yeterliliği sağlamak açısından tarımda verimliliği artırma yoluna gitmişlerdir. Gelişen teknolojiyle birlikte, tarımda mekanizasyon kullanımını artırmıştır. Ayrıca teknolojinin gelişmesi tarımsal üretim materyallerinin verim kapasitesinin artırılmasında da etkili olmuştur. Gerek bitkisel üretimde tohum ve fidanların ıslah edilmesi gerekse hayvansal üretimde damızlık hayvan ıslahı tarımsal verimliliği artırmada en önemli faktör olmuştur. Tarımsal verimlilik üzerinde etkili önemli bir faktör de sentetik olarak üretilen kimyasal maddelerin tarımsal girdi olarak kullanılmasıdır (Anonim, 2020a).

Tarım sektöründe üretim artışının önemli bir bölümü maddi girdiler olarak belirlenebilen faktörlerden yani işgücü, sermaye, toprak gibi üretim faktörlerinden büyük ölçüde etkilendiği gibi üretim artışlarına söz konusu maddi girdilerin dışında faktörlerin de büyük etkisinin olduğu bilinmektedir. Belirlenemeyen faktörler, maddi girdi kullanımındaki etkinliğin bir göstergesidir (Bayramoğlu, 2010).

Tarımsal üretimin artırılmasında en bilinen yöntemlerden biri birim başına daha fazla ürün almaktır. Yani verimliliğin artırılması tarımsal üretimin artırılmasındaki etkili yöntemdir.

1.2. Tarımsal Mekanizasyon ve Tarımsal Üretimdeki Önemi

Tarımda verimliliğin artırılması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi, yaşlanan nüfus nedeniyle ortaya çıkan işçilik sorununun çözümü için tarımsal mekanizasyon büyük öneme sahiptir. Üretim girdilerinin yaklaşık %35'i mekanizasyon girdisidir (%20 mekanizasyon+%15 yakıt). Bu yüksek maliyet payına rağmen mekanizasyon; tohum, gübre, ilaç ve motorin daha az önemli görülmektedir. Hâlbuki motorin da bir mekanizasyon girdisi olduğu düşünülürse konunun ne denli önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Mekanizasyon girdisi, verimlilikten ziyade günü kurtarma endişesi ön planda tutulduğu için göz ardı edilmektedir (Günindi, 2019). Ülkemiz tarım bölgelerinin makinalı tarım verimliliğine; bölgenin arazi varlığı, şekli ve büyüklüğü, bitki ve toprak cinsi, üretim sistemi, iklim, yetişmiş iş gücü ve makinalaşma etkili olmaktadır (Çalışır

ve ark., 1991). Tarımsal mekanizasyon, tarımda ana kuvvet kaynağı olan traktöre uygun şekilde ve yeterli ekipmanın mevcut olması ile amacına ulaşabilir.

Tarım işletmelerinin toplam verimliliği üzerinde mekanizasyon uygulamalarının etkisi, işletmelerin faaliyetlerini istenen düzeyde sürdürebilmeleri için, her üretim sezonu sonunda mutlaka bilimsel esaslara dayalı olarak değerlendirilmelidir. Bunun temel amacı gerek aynı bölge sınırlarında gerekse farklı ülkelerde benzer üretim koşullarında üretim yapan işletmelerin mekanizasyon uygulama yoğunlukları ve etkinlikleri açısından karşılaştırılmalarına olanak sağlamasıdır (Aydın, 2020).

1.3. Tarımda Enerji Kullanımı ve Sera Gazı Emisyonu

Enerji, yaşam döngüsünde devamlılığın ve uygarlıkların gelişimi için çok önem arz etmektedir (Şehri, 2012). Enerji sistemleri ile enerji üretiminden, tüketimine ve atılmasına kadar gerçekleşen değişik aşamalarda çevreye değişik emisyonlarda bulunulur. Bunlardan en önemlileri sera gazı emisyonlarıdır Karbon dioksit (CO₂), Metan (CH₄), Nitröz Oksit (N₂O), Hidroflorür karbonlar (HFCs), Perfloro karbonlar (PFCs), Sülfürhekza florid (SF₆) gibi gazlarından oluşan ve atmosferde ısı tutma özelliğine sahip bileşiklere sera gazı denir (Eren, 2011).

Sera gazları güneşten gelen ve yerden yansıyan radyasyonu tutarak atmosferin ısıl dengesini sağlamaktadır. 20. yüzyılda karşımıza çıkan atmosferimizin ısınmasının başlıca nedenlerinden biri ise insan faaliyetleri sonucu çeşitli sera gazlarının salınımının artması ve buna bağlı olarak daha fazla güneş radyasyonu tutularak yerkürenin ısınmasıdır (Bekiroğlu, 2011).

Enerji kullanımı, sera gazı emisyonları ve bunların küresel iklim değişikliklerine olan potansiyel etkileri en çok konuşulan konulardandır. Bu bağlamda, daha çok enerji kullanımı, insan sağlığını etkileyen ve sera gazı emisyonları gibi önemli çevresel sorunları ortaya çıkarmaktadır, bu sebeple girdilerin daha ekonomik kullanımı, sürdürülebilir tarımsal üretim açısından önemli hale gelmektedir (Şanlı ve ark., 2017).

Tarımda sera gazı emisyonları; makine kullanımı, yakıt tüketimi, kimyasal ilaç kimyasal gübre kullanımı hayvancılık ve elektrik tüketimi sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Enerji etkinliğini artırmak için ya verimin artırılması ya da girdilerin azaltılması gerekmektedir. Enerji girdisi içerisinde büyük yer tutan yakıt, kimyasal gübreler, tarımsal ilaçlar, makine ve traktör girdilerinin azaltılması gerekmektedir (Çelen, 2016).

İlk zamanlardan bu yana insanlar için en önemli güç kaynağı kas güçleri ve besledikleri hayvanların güçleri olmuştur. Kas gücü, gelişmekte olan birçok ülkede birçok farklı tarımsal üretim işlemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde tarımsal üretim büyük ölçüde mekanize olmuştur. Gübre, tarım ilaçları tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle fosil yakıtların kullanıldığı mekanizasyon araçları, tarımda insan gücünün kullanımını sınırlandırması yanında üreticiler açısından ekonomik olarak kazançlı duruma gelmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde tarımsal üretimde fazla miktarda fosil yakıt kullanılmaktadır. Giren enerji miktarı ürüne bağlı olarak değişmekle birlikte, ürün ile kazanılan enerji miktarı kullanılan enerjiden türetilmemektedir. Üretimi desteklemesine ve arttırmasına rağmen, enerji üretimi, dönüşüm işleminin bir bölümü değildir. Enerji kaynaklarının kıtlığı ve dikkatsiz kullanılması sonucunda oluşan istenilmeyen yan etkiler, enerji tüketimini doğru bir şekilde planlanma ve dikkatli bir şekilde değerlendirmeyi gerektirmektedir (Öztürk ve ark., 2015; Çelen, 2016).

Türkiye’de sera gazı salınımı kişi başına yaklaşık 6 tondur. Türkiye her yıl 500 milyon ton sera gazı salmaktadır. Bu oranla Türkiye, dünyanın yıllık salınımının yaklaşık olarak %1’ini meydana getirmektedir. Sera gazı salınımının yaklaşık üçte biri kömür kaynaklıdır (Anonim, 2020a). (TÜİK)’in yayımladığı sera gazı envanteri sonuçlarına göre, 2019 yılı toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre %3.1 azalarak 506.1 milyon ton (Mt) CO₂ eşdeğeri (eşd.) olarak belirlenmiştir. Kişi başı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılında 4 ton CO₂ eşd., 2018 yılında 6.4 ton CO₂ eşd. ve 2019 yılında 6.1 ton CO₂ eşd. olarak hesaplanmıştır (TUİK, 2021).

Ülkemizde toplam CO₂ emisyonlarının 2019 yılında %34.6’sı elektrik ve ısı üretiminden olmak üzere %87.4’ü enerji sektöründen, %12.3’ü endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen, %0.3’ü ise tarım ve atık sektörlerinden kaynaklanmaktadır (TUİK, 2021).

Dünyada, toplam sera gazı emisyonuna ait sektörel dağılım %24 Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımı, %35 Enerji, %21 Endüstri, %14 Ulaşım ve %6 İnşaat olarak görülmektedir (FAO, 2016).

Fosil yakıtlara dayalı yüksek miktarda enerji tarımsal ürünlerin üretimi, taşınması, işlenmesi ve saklanması adına kullanılmaktadır. Tarımdaki yeni modern teknoloji uygulamaları ise bu enerji tüketimini daha da arttırmaktadır. Ancak, fosil yakıtların maliyetinin yükselmesi ve çevre kirliliğine sebep olması yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ortaya çıkarmaktadır. Tarım sektöründe büyük bir potansiyele

sahip olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile enerji güvenliği ve sosyo-ekonomik gelişmelere katkı sağlanabilecektir. Tarım sektöründe enerji kullanımı bitkisel ve hayvansal üretim olmak üzere iki grupta değerlendirilebilir. Bunlar; doğrudan enerji kullanımı ve dolaylı enerji kullanımındır.

- Doğrudan enerji kullanımı içerisinde, bitkisel üretimde toprak işlemeden başlayarak ürün hasadı ve işlenmesine kadar olan süreçte kullanılan traktör yakıtı-(motorin) ve yağ ile sulamada kullanılan elektrik enerjisi bulunmaktadır. Hayvansal üretimde; yem hazırlama-dağıtma, gübre temizleme, süt sağımı vb. faaliyetlerde, hayvan barınakları, sera gibi tarımsal yapılarda aydınlatma, ısıtma, havalandırma, soğutma vb. uygulamalar için kullanılan elektrik, biyokütle, kömür, doğal gaz da doğrudan kullanılan enerji girdileri içerisinde yer almaktadır.
- Dolaylı enerji kullanımı ise, tarımsal üretimde yararlanılan alet, makine, cihaz, gübre, tohumluk, ilaç üretimi ve sulama için tüketilen enerji girdilerini içermektedir. Bu enerji girdileri genellikle sanayi sektörü içerisinde yer almaktadır (Öztürk, 2010).

1.4. Buğdayın (*Triticum aestivum L.*) Önemi

Buğday insan beslenmesinde kullanılan kültür bitkileri arasında dünyada ekiliş ve üretim bakımından ilk sırada yer almaktadır. Bunun sebebi buğday bitkisinin geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olmasıdır. Ayrıca buğday tanesi uygun besleme değeri, saklama ve işlenmesindeki kolaylıklar nedeniyle yaklaşık olarak 50 ülkenin temel besin kaynağı durumundadır (Anonim, 2019). Buğday dünya nüfusuna bitkisel kaynaklı besinlerden sağlanan toplam kalorisinin yaklaşık % 20'sini sağlamaktadır. Bu oran ülkemizde % 53'tür. Buğday başta unlu mamuller olmak üzere birçok gıda ve sanayi sektöründe kullanılmaktadır (Anonim, 2019).

1.4.1. Buğday (*Triticum aestivum L.*) Tanımı ve Tarihçesi

Buğday (*Triticum*), buğdaygiller familyasından bütün dünyada ıslahı yapılmış tek yıllık otsu bitki cinsidir. Değişik araştırmacıların yaptıkları araştırmaların ışığında, buğdayın gen merkezi olarak Anadolu, Batı İran ve Kafkasya kabul edilir (Anonim, 2021a). Araştırmalara ve diğer göstergelere göre buğdayın orijini Fırat ile Dicle

nehirleri arasında kalan, Türkiye'nin güney doğusunu da kapsayan olarak isimlendirilen alandır. Türkiye'nin güneydoğusundan (Güneydoğu Toroslar'dan) başlayan, güneybatıda Suriye'nin, Lübnan'ın ve Ürdün'ün, güneydoğuda ise Irak'ın dağlık alanları ile İran'ın Zağros Dağlarını kapsayan bölge ile buralardan güneye doğru uzanan yarım ay şeklindeki coğrafyadır (Anonim, 2021a).

1.4.2. Buğday (*Triticum aestivum* L.) Özellikleri

Buğday, taneli bitkiler grubuna girer. Tek yıllık bir bitkidir. Çukurova, İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde yetişir. Buğday da yaklaşık olarak %66-76 oranında karbonhidrat, %6-22 oranında protein bulunur. Ayrıca B1 vitamini açısından önemli bir kaynaktır. Demir ve çinko minerallerini de içerir. Buğday tanesi 3 kısımdan oluşur. Endosperm, embriyo ve kepek. Kepek, tane de yaklaşık olarak %14,5 oranında bulunur. Niasin, B1 ve B2 vitaminlerini ve pantotenik asit içerir. Lif açısından zengindir. Endosperm, buğday tanesinin nişastalı kısmıdır. Un üretiminde kullanılır. Tanedeki oranı, yaklaşık olarak %81-84'dür. Embriyo, buğday tanesinin %2,5-3,6'lık kısmını oluşturur. Diğer kısımlara göre daha çok protein ve yağ içerir. Buğday birçok alanda kullanılmaktadır. Başlıca kullanım yeri un ve yemdir. Kullanım amacına göre 3'e ayrılır. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*), makarnalık buğday (*Triticum durum*), bisküvilik buğday (*Triticum compactum*) (Anonim, 2021c).

1.4.3. Buğday (*Triticum aestivum* L.) İklim İstekleri

Buğday geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olmasına rağmen fazla sıcak ve nemden hoşlanmayan bir serin iklim tahıdır. Özellikle gelişiminin ilk dönemlerinde (çimlenme kardeşlenme) sıcaklığın 8-10°C, bağıl nemin % 60'ın üzerinde olması yeterlidir. Sapa kalkma ile sıcaklık ve nem isteği artar. Başaklanma döneminin hemen öncesinde bağıl nemin yüksek olması buğday verimini olumlu yönde etkiler. Döllenme ile birlikte, düşük nem ve yüksek sıcaklık tanenin niteliğini yükseltir. Gelişme dönemine uygun dağılmış 500 mm bir yağış maksimum verim için yeterlidir (Anonim, 2021d).

1.5. Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinin Yetiştirilmesi

1.5.1. Buğday (*Triticum aestivum* L.) Toprak İstekleri

Buğday bitkisi için; killi, tınlı olan ve yeterli organik maddesi olan fosfor ve kireci bulunan, kumlu tınlı topraklar en iyi buğday topraklarıdır. Toprakta organik madde arttıkça, buğdayın verimi de artar. Besin maddesi yönünden, orta şartlarda ekmeklik çeşitleri, en iyi şartlarda da makarnalık çeşitleri ekmek daha uygundur. (Anonim, 2021e).

1.5.2. Toprak Hazırlığı

Buğday tarımında toprak hazırlığı bol ve kaliteli ürün alabilmek için en önemli işlemlerden bir tanesidir. Tohumun zamanında ve yeknesak (tekdüze) bir şekilde çimlenebilmesi için iyi bir toprak işleme yapılarak tohum yatağı özenle hazırlanmalıdır. Buğday tarımında normal toprak işleme (geleneksel) sistemi, malçlı toprak işleme sistemi ve doğrdan ekim toprak işlemez yöntem olmak üzere üç farklı toprak işleme yöntemi bulunmaktadır. Normal toprak işleme (geleneksel) sistemi, buğday tarımı yapılan alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemde, toprak alt üst edilerek işlenmekte ve bitki artıkları toprağa gömülmektedir. Geleneksel sistemde kulaklı pulluk ya da diskli pulluklar kullanılan temel aletlerdir (Şekil 1.1). Daha sonra ekim zamanında önce tarlada (Kültivatör) ile ikileme yapılarak tarla düzeltilmelidir. pulluk sürümüne dik bir şekilde yapılarak tarla düzeltilmelidir. Toprak işleme yapılırken toprağın yapısını bozmamak ve toprak nemini kaçırmamak için sınırlı tutulmalıdır Pullukla sürüm kendi tarlamda çektiğim orijinal resimdir(Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Toprak İşleme ile Sürüm (Pulluk-Kültivatör)

1.5.3. Ekim

Buğdayda ekim zamanının belirlenmesi önemlidir. Buğdayda ekim yöntemi belirlenirken toprak nemine dikkat edilmelidir. Ekim döneminde toprak neminin sorun olmadığı kuru tarım alanlarında ekim için düz mibzer kullanımı uygun olmaktadır. Yağışın az olduğu tarım alanları için en uygun mibzer, yandan baskılı arkvari ekim yapan kombine mibzerlerdir. Bu mibzerler 10–15 cm derinlikte açılan ve yeterince tayı bulunan ark tabanına tohumu bırakırlar. Tohumların üzeri 4–5 cm kalınlığında toprak ile kapatılır. Ekim yöntemleri: serpme ekim sıravari ekim sıravari, normal geniş, bant, şeritvari, dar sıra, çapraz, ocakvari, hassas ekim yöntemleri vardır. Buğday ekimi serpme olarak ekilebildiği gibi sıraya (mibzerle) de ekilebilmektedir. En uygun yöntem mibzerle tohum ve gübrenin aynı anda toprağa verildiği sıraya ekim yöntemidir. Bu yöntem tohum ve gübrenin tarlanın tamamına homojen bir şekilde dağılımını sağlar. Ekimde sertifikalı tohum kullanmak tarımı yapılacak olan buğday bitkisinin gelişimine büyük katkı sağlar ve daha kaliteli ürün elde edilir (Anonim, 2021f).

1.5.4. Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bakımı

Buğday yetiştiriciliğinde bakım sıralamaları gübreleme, sulama hastalık ve zararlılarla mücadele şeklinde oluşmaktadır.

1.5.4.1. Sulama

Buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinin suya ihtiyaç duyduğu veya en fazla su tükettiği dönemleri sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemleridir. Sapa kalkma mart sonu, başaklanma nisan başı ve süt olumu ise mayıs başına rastlamaktadır. Buğday öncelikle başaklanma başlangıcı ve süt olumunda olmak üzere iki kez sulanmalıdır. Eğer buğday ekim mevsiminde çıkış için toprakta yeterli nem yoksa ve mevsim itibarıyla kurak geçiyorsa ekimde de sulama yapılmalıdır. Sulamalar toprağın 90 cm derinliği doyuracak şekilde yapılmalıdır. Sulamalara ne zaman su verileceği ise nem kontrol çubukları ile kontrol edilebilir. Basit bir 08-10 luk demir "T" çubuk toprağa bastırılınca 30-40 cm girebiliyorsa sulama yeterlidir. Bu kontrol suyun bulunduğu yerde yapılmalıdır (Anonim, 2021e).

1.5.4.1.1. Salma Sulama

Bu yöntemde tarla başı kanalından saptırılan su toprak yüzeyinden devamlı akar (Anonim, 2021g). Bu yöntem de çok su harcanır tarım arazisindeki çukur yerler çok su alırken, yüksek noktalara yeterince su çıkmaz salma sulama toprağın üst katmanının verimli alanın aşınmasına da sebep olmaktadır. Bu nedenden dolayı iyi tesviye yapılmış yerlerde bu sulama şekli yapılmalıdır. (Şekil 2.1).

1.5.4.1.2. Yağmurlama Sulama

Yağmurlama sulamada (Anonim, 2021g), sulama suyu basınç altında belirli aralıklarla yerleştirilmiş yağmurlama başlıklarına iletilerek yapay yağış halinde uygulanır (Şekil 2.1).



Şekil 1.1 Buğdayda Sulama (Salma sulama)



Şekil.1.2. (Yağmurlama sulama)

1.5.4.2. Gübreleme

Buğday ekimi planlanan arazide ilk aşamada toprak analizinin yapılması gerekmektedir. Toprak analizinin yapılması hem daha iyi bir verim alma açısından hem de toprağın ihtiyacına göre gerekli olan gübre miktarı ve çeşidi belirlenmektedir. Devlet teşviklerinden yararlanılması açısından da toprak analizi zorunludur. Buğday, gübreye genellikle iyi tepki gösteren bir bitkidir. Azotlu gübrenin yarısı, fosforlu gübrenin tamamı ekimle birlikte verilmelidir. Azotlu gübrenin diğer yarısı ise kardeşlenme döneminde üst gübre olarak verilmelidir. Toprak tahlili yapılmamış ise saf madde üzerinden dekara 12 kg azot ve 6 kg fosfor tavsiye edilmektedir. Buna göre ekimle beraber dekara 13 kg Diamonyum fosfat (DAP) ve toprak pH'nın durumuna göre 20-30 kg/da uygun formda azotlu gübre verilebilir (Anonim, 2021g).

1.5.4.3. Hastalık ve Zararlılarla Mücadele

Bölgemizde en çok rastlanan buğday hastalıkları; Sürme (kör), pas hastalıkları (sarı pas, kahverengi pas, kara pas), rastık, kök ve boğaz çürüklüğü'dür.

Sarı pas : Yurdumuzda önemli ürün kaybına yol açan hastalıklardandır. Yapraklarda ve daha sonra başakçık kavuzlarında uzunlamasına portakal sarısı renge hasta dokular oluşturur (Şekil 1.3), fotosentez yüzeyini azalttığından daneler tam dolmayıp cılız kalır. Bu hastalık yağışlı yıllarda daha çok görülür. Halk arasında bu hastalığa kınacık adı verilir. Sarıpasın yaygın olduğu yıllarda ilkbahar fazla yağışlıdır. Hastalığın ilaçlı savaşı yoktur. Dayanıklı çeşitler kullanılmalıdır (Anonim, 2021 h).

Kahverengi pas: Diğer pas hastalıkları gibi yaygın değildir. Sarı pastan önce görülür. Buğdayın çoğunlukla yaprak kınında, sapın başak altındaki kesiminde bazen yaprakların üst yüzeylerinde portakal kırmızısı renge serpilmiş lekeler oluşturur (Şekil 1.3). İlaçla savaş ekonomik değildir. Dayanıklı çeşitleri bulma yoluna gidilmelidir (Anonim, 2021h).



Şekil 1.3. Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Sarıpas ve kahverengi pas

Karapas: Buğdayın özellikle sap ve yaprak kınında daha az olmak üzere yaprak ayasında ve nadir olarak da başaklarda görülen bir hastalıktır. Özellikle kıyı ve geçit bölgelerimizde, bazı yıllar tüm bölgelerimizde görülür (Anonim, 2021 h) .

1.5.4.3.1. Buğdayın (*Triticum aestivum* L.) Zararlıları

Süne: Özellikle Güneydoğu ve doğu geçit bölgemizde bazen Çukurova da zarar yapar. Tırtılları bitkinin sap ve yapraklarını erginleri süt olumunda ki daneleri emerek zarar

yapar (Şekil 1. 4). Diyarbakır ve Mardin illerimizde süne yüzünden buğdayda meydana gelen ağır zarar bazı yıllarda %70'i bulur. Günümüzde başarılı ilaçlamalarla zarar azaltılmıştır (Anonim, 2021i).



Şekil 1.4 Buğdayda süne zararı (Anonim, 2021i)

Diğer önemli buğday hastalıkları sürme ve rastıktır. Sürme ile mücadelede tohumluklar ekimden önce organik civalı ilaçlarla ilaçlanmalıdır. Rastıkta mücadelede tohumluklar rastık görülmeyen tarlalardan seçilmeli ve dayanıklı çeşit kullanılmalıdır. Buğdayın önemli zararlıları Süne , kımıl, zabrus, bambul ve çekirgelerdir. Süne ve kımıl zararının önemli sorun olduğu bölgelerde çok erkenci veya geç yetişen çeşitler ekilmelidir. Ayrıca bu zararlılar için ülkesel mücadele yürütülmektedir (Anonim, 2021g).

1.5.4.3.2 Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Yabancı Ot Mücadelesi

Yabancı otlar, buğdayın besin maddesine, su ve ışığına ortak olarak, gelişmesini engeller ve sonuçta verimini düşürür. Yabancı otların rekabet gücünün buğdaya göre daha yüksek olması nedeniyle, buğday tarlalarında yabancı ot yoğunluğuna bağlı olarak büyük verim kayıpları oluşabilir hatta yabancı otlarla aşırı bulaşık tarlalarda ürün almak mümkün olmayabilir.

Buğday tarlalarındaki yabancı otlarla mücadelede bazı önemli hususlar:

Kültürel Önlemler: Temiz ve sertifikalı tohumluk kullanmak, Selektörden geçirilerek temizlenmiş tohumluk kullanılması yabancı ot tohumlarının tahıllarla birlikte

ekilmelerini ve tarlaya yerleşmelerini önler. Ekim nöbeti uygulamak, Buğdayın uygun bitkilerle ekim nöbetine sokulması hem buğday verimini artırır, hem de yabancı otların tarladaki yoğunluğunun azalmasına neden olur.

Kimyasal Mücadele: Dar yapraklı yabancı otlara karşı ilaçlama buğday ve yabancı otların 2 yapraklı ile kardeşlenme sonu dönemi arasında yapılmalıdır. Ayrıca yabancı yulaf için ekonomik olarak ilaçlanması gereken yoğunluk 3-5 adet bitki/m²'dir. Geniş yapraklı yabancı otlarda çıkış sonrası ilaçlamalar, genellikle yabancı otların 2-6 yapraklı, gelişmelerinin hızlı olduğu genç dönemlerinde yapılmalıdır. İlaçlamanın tahılların sapa kalkma devresinden sonra yapılmamalı çünkü bitkiye zarar verir. Örneğin ilaçlama sırasında bitkilerin traktörle kırılmasına yol açmaktadır (Anonim, 2021j).

İlaçlama Tekniği: İlaçlama pülverizatör ile yapılmaktadır. İlacın tarlada dağılımı mümkün olduğunca (homojen) olmalıdır. Bu nedenle ilaçlama öncesi mutlaka aletin kalibrasyonu yapılmalıdır. İlaçlamada yelpaze tipi memeler kullanılmalı ve memelerin tümü ilaçlama öncesi kontrol edilmeli tıkanık olan meme varsa temizlenip rüzgarsız, yağışsız ve sıcaklığın 8-25 °C olduğu havada ilaçlama yapılmalıdır (Anonim, 2021j).

1.6. Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Hasat

Türkiye'de buğday hasadı bölgelere göre değişmekle birlikte Mayıs-Ağustos ayları arasında yapılmaktadır. Güneydoğu Anadolu bölgesinde ise Haziran Temmuz aylarında yapılır. Buğday tam olum döneminde, danedeki nem oranı yüzde 13-14 olduğunda hasat edilmektedir. Danelerin kuru olup olmadığı elle basit muayene ile de belirlenebilir. Daneler elle bastırıldığında ezilmiyor ise uygun nem aralığında olduğu anlaşılır. Hasat için danelerin kuru olmasının yanında yaprak, sap ve başağın da kuru olması gerekir. Tarladaki başaklar altın renginde ve elle ovalandığında daneler başakçık kavuzlarından kolayca ayrılıyorsa hasat için yeterli kuruluğa geldiği anlaşılmaktadır. Hasada başlamadan önce buğday tarlasındaki tüm bitkilerin homojen olarak kurduğundan emin olunmalı ve bunun içinde tarlanın kenarlarından kontrol yapılmalıdır. Sabah erken ve akşam saatlerinde nem yüksek olması sebebiyle hasat yapılmamalıdır. Dane kayıplarının fazla olmaması ve kalitenin düşmemesi için hasat zamanı geçirilmeden uygun dönemde hasadın tamamlanması gerekir. Biçerdöver

üzerinde gerekli ayarlamaların yapılması, hasada başlamadan önce dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli husustur.

1.7. Buğday (*Triticum aestivum* L.) Üretimi

1.7.1. Dünyada Buğday (*Triticum aestivum* L.) üretimi

Dünya buğday üretimi Uluslararası Hububat Konseyi (IGC) 2020-2021 sezonu verilerine göre 766 milyon ton civarındadır. Üretilen toplam buğdayların yaklaşık olarak %66'sını ilk 10 buğday üreticisi ülke üretmektedir. Uzun yıllar buğday üretiminde ikinci sırada yer alan Çin, 2020/21 döneminde, üretimini artırması ve Avrupa Birliği'nde de üretimin gerilemesi sonucu 136 milyon tonluk buğday üretimi ile dünyanın en büyük üreticisi konumundadır (Tablo1.1.). Avrupa Birliği 135.5 milyon ton ile ikinci sırada, Hindistan ise 107 milyon ton ile üçüncü sırada, ülkemiz ise 18.5 milyon ton ile 10. sırada yer almaktadır (Anonim, 2021k).

Tablo 1.1 Dünya da 2016 -2021 yılları arası buğday üretim miktarları (milyon ton)

	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Çin	133.271	134.334	131.430	133.590	136.000
AB 28	145.369	151.125	136.685	154.938	135.500
Hindistan	87.000	98.510	99.870	103.600	107.180
Güneydoğu Asya	180.000	135.000	95.000	85.000	85.000
Rusya	72.529	85.167	71.685	73.610	78.000
ABD	62.832	47.380	51.306	52.258	50.012
Ortadoğu	38.814	41.560	38.875	44.482	45.348
Kanada	32.140	30.377	32.201	32.348	34.000
Ukrayna	26.791	26.981	25.057	29.171	27.000
Türkiye	17.250	21.000	19.000	17.500	18.500
Diğer	105.686	142.715	166.535	192.555	184.988
Dünya	756.313	763.024	730.959	764.114	766.028

Kaynak: USDA

1.7.2. Türkiye'de Buğday (*Triticum aestivum* L.) Üretimi

TÜİK verilerine göre, Türkiye buğday ekim alanı 2020-21 üretim sezonu itibariyle, dünya buğday ekim alanının %3.2'sini oluşturmaktadır. Bu alan aynı zamanda Türkiye'de toplam ekilen tahıl alanının %44'ünü teşkil etmektedir. Türkiye buğday ekim alanı 68.5 milyon da olup bu alanın %42'sini oluşturan ilk 10 il sırasıyla; Konya, Ankara, Diyarbakır, Yozgat, Urfa, Sivas, Çorum, Tekirdağ, Mardin ve Eskişehir'dir (Anonim, 2021g).

1.7.3. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Buğday (*Triticum aestivum* L.) Üretimi

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Ülkemizin makarnalık buğday kuşağı olarak bilinmektedir. Türkiye makarnalık buğday üretiminin %25'ini Güneydoğu Anadolu Bölgesi gerçekleştirmektedir. Bölgede yetiştirilen başlıca makarnalık buğday çeşitleri Zenit, Svevo, Spagetti, Sarıçanak-98, Ege-88, Fırat93, Özberk ve Urfa-2005 gibi çeşitlerdir. Adı geçen ilk üç çeşit özel sektör tarafından bölgeye getirilen sarı bulgur rengiyle ve iyi makarnalık kalitesiyle sanayici tarafından kabul gören çeşitlerdir ancak bu çeşitler yüksek verimli değildir (Özberk ve ark., 2005).

1.7.4. Diyarbakır İli Tarımı

Diyarbakır ili, hububat yönüyle Türkiye'de sayılı illerden bir tanesidir. Buğday üretimi açısından Türkiye'de 3. sırada yer almaktadır. Diyarbakır ili buğday ekim alanı (264 bin ha) bakımından Türkiye'de dördüncü sırada (%3.3'lük pay ile), üretim bakımından ise üçüncü sırada (845 bin ton, %4.2'lik pay ile) yer almaktadır (Pala ve ark., 2018).

1.7.4.1. Tarımsal Üretim Sistemi

Diyarbakır ilindeki tarım işletmelerinin %25'sinde yalnız bitkisel üretim, %61'inde bitkisel ve hayvansal üretim, %14'inde ise sadece hayvansal üretim faaliyeti yapılmaktadır (İTOM, 2020)

1.7.4.2. Bitkisel Üretim

Yağışın yıllık toplamının azlığı ve mevsimlere göre dağılışındaki dengesizlik nedeniyle, ilimizde kuru tarım sistemi hakimdir. Bitkisel üretim tahıllar üzerinde yoğunlaşmış olup, tahıl yetiştirmede tahıl + ikinci ürün ekim sistemi uygulanmaktadır. Diyarbakır'da toplam 624933 ha tarım arazisi mevcut olup, tarım arazilerinin kullanım durumlarına göre dağılımı Tablo1. 2'de verilmiştir.

Tablo 1.2. Diyarbakır İli Tarım Arazileri Dağılımı (İTOM, 2020)

Arazinin Cinsi	Miktarı (ha)	Tarım Arazisine Oranı (%)
Tarla Alanı	582485	93
Meyvelik	5909	1
Sebzelik	16948	3

Bağ	19590	3
Toplam Tarım Alanı	624933	100

Diyarbakır ilinde yetiştirilen en önemli tarla bitkileri, buğday, pamuk, k. mercimek, arpa, dane mısır, ayçiçeği, nohut ve çeltiktir (Tablo 1.3).

Tablo 1.3. İlimizde Önemli Tarla Bitkileri Ekiliş Alanları ve Üretim Miktarı (İTOM, 2020)

Ürünler	Ekilen Alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg da ⁻¹)
Buğday	2706772	1007508	372
Pamuk (Kütlü)	403830	217642	539
K. Mercimek	536544	97461	182
Arpa	981907	322857	329
Mısır (Dane)	319188	367065	1150
Ayçiçeği	5683	1154	203
Nohut (Kuru)	109439	18775	172
Çeltik	15.687	7.187	458

Diyarbakır ilinde yaygın kullanılan tarım alet ve makinaları Tablo 1.4’te verilmiştir.

Tablo 1.4. Diyarbakır İli Tarım Alet ve Makine Varlığı (TUİK, 2020)

Alet Makine Cinsi	Sayısı (adet)
Traktör	10114
Biçerdöver	577
Pulluk Çeşitleri	13626
Kültivatör	10785
Freze	198
Merdane	1676
Diskaro	2050
Tırmık Çeşitleri	1630
Traktörle Çekilen Hububat Ekim Makinesi	3820
Kimyevi Gübre Dağıtma Makinesi	4891
Traktörle Çekilen Çayır Biçme Makinesi	580
Ot Silaj Makinesi	17
Mısır Silaj Makinesi	102
Sırt Pülverizatörü	3728
Römork (Tarım Arabası)	11753
Orak Makinası	373
Mısır Hasat Makinası	68
Dipkazan	180
Set Yapma Makinası	313
Ara Çapa Makinası	845
Ekim Mibzeri	155
Pnömatik Ekim Makinası	378
Batöz	1810
Saman Yapma Makinası	440
Saman Boşaltma Makinası	191
Balya Makinası	74

1.8. Çalışmanın Kapsamı ve Amacı

Enerji analizleri, tarımsal sistemlerin enerji tüketimi açısından tanımlanıp gruplandırılmasında çok önem arz etmektedir. Tarımsal üretim projelerinin değerlendirilmesinde ekonomi, enerji ve çevre üçlüsü birlikte değerlendirilmektedir. Tarımsal üretimde birim alandaki ürünün enerji eşdeğeri ile üretim için harcanan enerji eşdeğeri arasındaki oran, başarılı ve kârlı bir üretim için bir göstergedir (Bayhan, 2016)

Üretimin sürdürülebilirliği için üretim girdileri belirlenerek enerji kullanımında etkinliğin sağlanması gerekli görülmektedir. Bu çerçevede, enerji kullanımının analizi, üretim planlayıcıları ile politika uygulayıcılarının enerji kullanımının ekonomik sonuçlarını değerlendirmek için olanak sağlamaktadır (Özkan ve ark., 2004; Yılmaz ve ark., 2010). Dünya genelinde tarımda çeşitli ürünlerle ilgili enerji kullanım modelleri üzerine yapılan önemli çalışmalar mevcuttur (Berardi, 1978; Yılmaz ve ark., 2010).

Dünyada ve ülkemizde çok önemli bir ürün olan buğdayın yetiştirilmesi amacıyla tüketilen enerji miktarı ile üretim sonunda elde edilen ürünün enerji içeriğinin karşılaştırılması, üretim sisteminin enerji etkinliği açısından önemlidir.

Bu amaçla, Diyarbakır ilinde kışlık buğday üretiminde uygulanan işlemler ve kullanılan girdiler ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Buğday üretiminde kullanılan enerji girdileri, 2021 yılında üreticilerle yapılan anket çalışmaları ile belirlenmiştir. Enerji girdileri doğrudan, dolaylı, yenilenebilir ve yenilenemez enerjiler olarak sınıflandırılabilir (Mandal ve ark., 2002; Singh ve ark., 2003; Koçtürk ve Engindeniz, 2009). Çalışma sonucunda belirlenen bulgu ve etkinlik göstergelerine bağlı olarak, mevcut üretimin iyileştirilmesine yönelik çözüm önerileri verilmiştir.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

Singh ve ark. (2003) Hindistan'ın Punjab bölgesinde yaptıkları çalışmada farklı koşullar altında üretimi yapılan buğday optimum enerji girdi seviyelerini belirlemişlerdir. Çalışma kapsamında, enerji girdilerinin buğday verimi üzerindeki etkilerinin optimizasyonu için doğrusal programlama yöntemi kullanılmıştır. Beş farklı lokasyonda yürütülen çalışma sonuçlarına göre; 1. lokasyonda gübreden, 3. lokasyonda yakıttan (diesel), 4. Lokasyonda ise kimyasallardan sağlanan 1 MJ'lük enerji değerleri sırasıyla 0.118, 0.219 ve 0.610 kg'lık buğday verim artışına neden olduğu saptamışlardır. Ayrıca girdi optimizasyon hesaplamaları sonuçlarına göre; mevcut enerji girdilerine göre buğday verimleri; 1. lokasyonda (%22.3), 2. lokasyonda (%20.8), 3. lokasyonda (%6.1), 4. lokasyonda %4.2 ve 5. Lokasyonda ise %10.6 oranında artacağına sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, ortalama değerler olarak, mevcut buğday verimlerinin sırasıyla; 1, 2, 3, 4 ve 5. lokasyonlarda , enerji girdilerinin %22.3, %20.8, %9.8, %7.1 ve %7.1 oranlarında azaltılması sonucunda, geçerli üretime kıyasla daha verimli üretim yapılabileceği vurgulanmıştır.

Göktolga ve ark. (2006) Tokat ilinde şeftali üretiminin ve bu üretimde kullanılan girdilerin enerji eşdeğerlerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma sonucu, şeftali üretiminde enerji eşdeğeri en yüksek oranın (%44.44) gübre girdisine ait olduğunu, bu oranı %23.49 ile elektrik, %20.92 ile yakıt girdisinin izlediğini bildirmişlerdir. Şeftali üretiminde enerji girdi/çıktı oranı 0.93 olarak hesaplanmış ve bu oranın düşük olmasının, şeftali üretiminde girdilerin etkin bir şekilde kullanılmadığını ve bu durumun birtakım çevresel sorunları beraberinde getirmekte olduğunu açıklamışlardır.

Styles ve Jones (2007) İrlanda'da yaptıkları enerji bitkileri çalışmalarında, miskantus ve kısa-dönem-ağaçlık söğütten elde edilen elektrikle, turba ve kömürden elde edilen elektriğin, sera gazı emisyonlarını karşılaştırmak için YDD yöntemini uygulamışlardır. Miskantus ve SRCW'nin yetiştirilmesi için sera gazı emisyonlarını sırasıyla 1938 ve 1346 kg CO₂-eş/ha olduğunu, Miskantus ve SRCW yakıt zincirlerinin sırasıyla 0.131 ve 0.132 kg CO₂-eş kW/h saldırdığını, elektrik üretiminden 1.48 Mt CO₂-eş/yıl kazanç sağladıklarını bulmuşlardır. İrlanda için sera gazı emisyonlarını azaltmada enerji bitkilerinden faydalanılabileceğini vurgulamışlardır.

Khater ve ark. (2008) yürüttükleri araştırmada, 2006-2007 üretim sezonunda, farklı arpa verim değerleri ile farklı toprak koşullarında; toprak işleme ve sulama uygulamalarına ait enerji tüketimi değerlendirmesi yapmışlardır. Araştırma sonucunda, arpa üretiminde mekanizasyon düzeyi ile toprak özelliklerindeki iyileşmenin arpa verimini arttırdığı belirlenmiştir. Çalışma kapsamında ayrıca, arpa üretimi için seçilen beş farklı tarımsal mekanizasyon uygulamasına ait enerji tüketimi hesaplamaları yapılmıştır. Sonuç olarak, alet-makine kullanımıyla ilişkili olarak 5 farklı uygulamaya ait enerji tüketimlerinin, toplam makine enerjisi üzerinden değerlendirildiğinde; 509,61 MJ ha⁻¹ ile 1213.09 MJ ha⁻¹ aralığında değiştiği belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen bir diğer sonuca göre, en düşük toplam makine enerjisi tüketimi değerinin, 509.61 MJ ha⁻¹ ile toprak işlesiz, mekanik ekim ve mekanik hasat uygulamasına ait olduğu saptanmıştır. En yüksek toplam makine enerjisi tüketimi değeri, 1213.09 MJ ha⁻¹ ile çizelle toprak işleme (iki kez), tesviye, mekanik ekim ve mekanik hasattan oluşan kombinasyonda elde edilmiştir.

Mohammadi ve ark. (2008) patates üretiminde enerji bilançosu ve ekonomik analizi konusunda İran'da bir çalışma yürütmüşlerdir. Veriler 100 patates işletmesinden yüz yüze anket yöntemiyle toplanmıştır. Elde edilen verilere göre toplam enerji tüketimi 81624.96 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değerlerin %40'ını gübre enerjisinde, %20'sini yakıt enerjisi ve alet makine kullanımından kaynaklandığı belirtilmiştir. Toplam enerji girdilerinin yaklaşık %82'si dolaylı enerji (tohum, gübre, kimyasallar, yakıt) ve %18'inin de doğrudan enerji (insan gücü, yakıt) kullanımıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ortalama patates verimi ise 28453.61 kg ha⁻¹ bulunmuştur.

Davoodi and Houshyar (2009) kolza ve ayçiçeği üretimi için enerji bilançosunu karşılaştırmışlardır. Elde edilen hesaplamalar sonucunda, enerji oranı, enerji üretkenliği, özgül enerji değerleri kolza üretimi için sırasıyla; 2.9; 0.12 kg MJ⁻¹ ve 8.27 MJ kg⁻¹, ayçiçeği üretimi için sırasıyla; 2.17, 0.079 kg MJ⁻¹ ve 12.52 MJ kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Banaeian ve ark. (2011) İran'da serada çilek üretiminde enerji bilançosu ve ekonomik analizini yapmak amacıyla 25 farklı sera işletmesinden anket yöntemiyle bir çalışma yürütmüşlerdir. Elde edilen sonuçlara göre; çilek üretiminde ortalama enerji tüketiminin 121891.33 MJ ha⁻¹ olduğunu ve bu enerji miktarının %78'i yakıt, %10'u gübre ve %4.5'unun ise elektrik enerjisi tüketimiyle ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Unakıtan ve ark. (2010) Trakya bölgesinde yaptıkları kolza üretiminde enerji bilançosunu üç farklı büyüklükteki işletmelerde karşılaştırmışlardır.

İşletme büyüklükleri; küçük ölçekli (< 5 ha), orta ölçekli (5-9.9 ha) ve büyük ölçekli (> 10 ha)'dır. Kolza üretim verimleri; küçük işletmelerde 2129 kg ha⁻¹, orta büyüklükteki işletmelerde 3217 kg m⁻¹ ve büyük işletmeler için 3334 kg ha⁻¹ olduğunu hesaplamışlardır. Enerji verimleri; 4.43 (küçük işletme), 4.68 (orta işletme) ve 5.23 (büyük işletme), net enerji üretimi küçük işletmeler için 62584 MJ ha⁻¹, orta büyüklükte işletmeler için 69836 MJ ha⁻¹ ve büyük işletmeler için ise 74405 MJ ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Sabah (2010) yapmış olduğu yüksek lisans çalışmasında ikinci ürün yağlık ayçiçeği üretiminde enerji bilançosunu hesaplamıştır. Yağlık ayçiçeği üretiminde kullanılan doğrudan enerji girdileri (insan işgücü ve yakıt/yağ) dolaylı enerji girdileri; makine enerjisi, gübre enerjisi, tarımsal ilaç kullanımı tohumluk üretim enerjisini değerlendirmiştir. Yağlık ayçiçeği üretiminde 1 ha alan için hesaplanan toplam enerji tüketiminin; %23.3'ünü (1724.6 MJ) doğrudan, %76.7'sinin ise (5683.8 MJ) dolaylı enerji tüketimleri ile oluştuğu belirlemiştir. En yüksek enerji girdisi gübre enerjisi %55.5 (4112.5 MJ ha⁻¹) olarak hesaplamıştır.

Arıkan (2011) yapmış olduğu "Adana ilinde kışlık kolza üretiminde enerji üretim etkinliğini" isimli yüksek lisans tezinde doğrudan enerji girdilerinde "insan işgücü ve yakıt/yağ enerjilerini" dolaylı enerji girdilerinde ise "tarım alet ve makinelerinin yapım enerjileri, gübre, tarımsal ilaç, tohumluk üretimi için tüketilen enerjileri" dikkate almıştır. Kışlık kolza üretiminde 1 hektar alan için toplam enerji tüketiminin; % 35.8'ini (2740.3 MJ) doğrudan enerji girdileri, % 64.2'sini (4922.2 MJ) ise dolaylı enerji tüketimleri oluşturduğunu belirlemiştir. En yüksek enerji girdisi %38.2 ile gübre enerjisi olduğunu, 1 hektar alan için toplam yakıt enerjisinin 2734.2 MJ olduğunu ve yakıt enerjisi girdisinin, üretimde kullanılan toplam enerji girdisine oranını %35.7 olduğunu hesaplamıştır.

Eren (2011) yapmış olduğu "Çukurova bölgesinde tatlı sorgum (*sorghum bicolor* (L.) moench) üretiminde yaşam döngüsü enerji ve çevresel etki analizi" isimli doktora tezinde; tatlı sorgum üretiminde enerji bilançosunu ve çevresel etkilerini belirlemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, tatlı sorgum üretiminde enerji verimliliğini, özgül enerji, enerji üretkenliğini ve net enerji üretimini ise sırasıyla; 11.38, 1.63 MJ kg⁻¹, 0.61 kg MJ⁻¹, 154391.27 MJ ha⁻¹ olarak hesaplamıştır. Toplam enerji tüketiminde; %22.23'ünü doğrudan enerji, %77.77'sini ise dolaylı enerji girdisi tüketimleri olarak hesaplamıştır.

Mobtaber ve ark. (2011) buğday üretiminde enerji bilançosunu belirlemek amacıyla iki farklı sulama sistemini kullanarak enerji girdi-çıkışı miktarını hesaplamışlardır. Sulama sistemleri; geleneksel ve modern uygulama olarak yapılmıştır. Çalışmalarında; buğday üretiminin tamamında kullanılan toplam enerji, geleneksel sulama uygulamasında 821615.19 MJ ha⁻¹ ve modern sulama uygulamasında ise 723254.38 MJ ha⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Ortalama girdi enerji tüketimi, her iki sulama sistemi için maksimum düzeydedir. Buğday üretiminde su ve elektrik tüketimini azaltma da, geleneksel sulama sistemlerinin yerine yüksek verimli modern sulama sistemlerinin kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Safa ve ark. (2011) Yeni Zelanda'nın Canterbury bölgesinde, buğday üretiminde enerji bilançosunu hesaplamışlardır. Veriler, sulu ve kuru koşullarda buğday üretimi yapılan toplam 35000 hektar alanda yürütülmüştür. Buğday üretiminde toplam enerji gereksinimi 25600 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Enerji kaynakları içerisinde, gübre ve elektrik enerjisinin sırasıyla 10654 MJ ha⁻¹ (%47) ve 4870 MJ ha⁻¹ (%22) değerleriyle en önemli enerji girdileri oldukları belirtilmiştir. Sulu ve kuru koşullarda buğday üretimi için enerji gereksinim değerlerinin sırasıyla 25600 MJ ha⁻¹ ve 17458 MJ ha⁻¹ olduğu hesaplanmıştır. Her iki üretim sisteminde de başlıca enerji girdi kaynağının gübre olduğu enerji eşdeğeri karşılığı olarak sulu tarımda 10188 MJ ha⁻¹, kuru tarımda ise 11429 MJ ha⁻¹ civarında tüketildiği saptanmıştır. Sulu tarımdaki işlemler sonucu harcanan enerji miktarının, kuru tarımdaki süreçlere oranla 3 kat daha fazla olduğu hesaplanmıştır. Sulu tarımda yaklaşık 7762 MJ ha⁻¹ (%71) değerinde sulama işlemlerinin, kuru tarımda ise 1451 MJ ha⁻¹ (%46) değerinde toprak işleminin başlıca enerji tüketim bileşeni olduğu vurgulanmıştır. Ortalama olarak sulu ve kuru buğday üretiminde çıktı/girdi oranları sırasıyla 11.5 ve 15.1 olarak bulunmuştur.

Yousefi ve Mohammadi (2011) İran'da yaptıkları çalışmada buğday üretiminde enerji verimliliği ve ekonomik analizini hesaplamışlardır. Toplam enerji girdisini 49689.59 MJ ha⁻¹, enerji çıktısını ise 240072.7 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Buğday üretiminde toplam enerji girdileri içerisinde kullanım oranını en yüksek yakıt (%43.1) olarak hesaplanmıştır. Bunu %24.3 elektrik ve %12.2 azotlu gübreleme takip etmiştir. Enerji kullanım etkinliği, enerji verimliliği ve net enerji sırasıyla; 4.83, 0.27, 190383.11 MJ ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Azarpour (2012) Buğday üretiminde enerji bilançosunu belirlemek amacıyla yaptığı araştırmasında; buğday üretimi için enerji etkinliğini 4.51, giren - çıkan enerji oranı ise 1.51 olarak belirlemiştir.

Ghorttapeh ve ark. (2012) İran'ın (Mahabad) şehrinde buğday üretiminde enerji verimliliğini incelemişlerdir. En yüksek enerji tüketimlerinin 1.sırada sulama, 2. sırada makine ve 3. sırada ise azotlu gübrelemede olduğunu, en düşük enerji tüketimlerinin ise ekim ve işçilik olduğunu belirlemişlerdir.

Şehri (2012) yapmış olduğu “Adana bölgesi pamuk üretiminde enerji kullanım etkinliği ve maliyet analizi “ isimli yüksek lisans tezinde , pamuk üretimdeki girdilerin 1 hektar alan başına düşen enerji karşılıklarını, ürünün enerji verimini ve toplam maliyetini hesaplamıştır. Pamuk üretimi yapan işletmeler üç grupta (0.1-5.0 ha; 5.1-10 ha; 10.1> ha işletmeler) incelemiştir. Elde edilen verilere göre, pamuk üretiminde toplam enerji tüketimlerini işletme büyüklüklerine göre sırasıyla 35882.22 MJ ha⁻¹, 33950.25 MJ ha⁻¹ ve 34889.13 MJ ha⁻¹ olarak belirlemiştir. Dolaylı enerji kullanımını 10.1> ha işletmelerde (%53.8) olarak hesaplamıştır. Net enerji verimi değerleri 0.1-5.0 ha alana sahip işletmeler için 22593.6 MJ ha⁻¹; 5.1-10 ha alana sahip işletmeler için 18788.2 MJ ha⁻¹ ve 10.1> ha alana sahip işletmeler için ise 24155.4 MJ ha⁻¹ olarak hesaplamıştır.

Gökdoğan ve Demir (2013), yaptıkları çalışmada, Isparta yöresindeki yağlık gül bitkisi yetiştiriciliğinde enerji girdi-çıkıtı hesaplanmasını amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda, yağlık gül yetiştiriciliğinde; 16544 MJ ha⁻¹ enerji girdisi, 23437.35 MJ ha⁻¹ enerji çıkıtısı değerleri elde edilmiş ve bu değerlere göre enerji çıkıtı / girdi oranı 1.42 olarak hesaplanmıştır. Birinci ve ikinci yılın ortalama genel enerji girdileri içerisinde insan işgücü enerjisi, gübre enerji girdisinden sonra ikinci sırada yer aldığı belirtilmiştir. Yağlık gül yetiştiriciliğinde mekanizasyon uygulamaları ve özellikle de hasat işlemindeki yetersizlikler olduğu vurgulanmıştır.

Baran ve Karaağaç (2014) araştırmalarında Kırklareli ili için ikinci ürün ayçiçeği üretiminde enerji bilançosunu belirlemişlerdir. Çalışmada enerji çıkıtı / girdi oranını, özgül enerji ve net enerji üretimini sırasıyla 3.21, 8.19 MJ kg⁻¹ ve 34404.90 MJ ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Toplam enerji girdileri içerisinde kullanım oranı en yüksek %30.36 ile sulama enerjisi olurken bunu sırasıyla gübre enerjisi (%28.78) ve yakıt-yag enerjisi (%24.74) takip etmiştir.

Baran ve ark. (2014) Kırklareli ilinde kanola üretiminde enerji üretim etkinliğini hesaplamışlardır. Kanola üretimi için enerji çıkıtı / girdi oranını, özgül enerji ve net enerji üretimini sırasıyla; 17.12, 1.39 MJ kg⁻¹, 91683.56 MJ ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Çalışmada toplam enerji girdileri içerisinde kullanım oranı en yüksek

yakıt-yağ enerjisi (%52.34) olurken bunu sırasıyla %21.32 ile makine enerjisi ve % 13.55 ile gübre enerjisi takip etmiştir.

Baran ve Gökdoğan (2014) kavun ve karpuz yetiştiriciliğinde enerji bilançosunu yaptıkları çalışmalarında; karpuz'da toplam enerji girdisini 11219.66 MJ ha⁻¹, toplam ürün verimini 28000 kg ha⁻¹, toplam enerji çıktısını 53200 MJ ha⁻¹, enerji çıktı/girdi oranını 4.74, spesifik enerjiiyi 0.40 MJ hesaplamışlardır. Kavun'da ise toplam enerji girdisi 11644.47 MJ ha⁻¹, toplam verimi 18250 kg ha⁻¹, toplam enerji çıktısı 34675 MJ ha⁻¹, enerji çıktı / girdi oranı 2.97, spesifik enerjiiyi 0.63 MJ kg⁻¹, enerji verimliliğini 1.56 kg MJ⁻¹ ve net enerji verimini ise 23030.53 MJ ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Rajaeifar ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada, zeytinyağı üretiminin enerji ve ekonomik akışları ve sera gazı (GHG) emisyonları İran'da tarımın dört ana aşaması göz önünde bulundurularak yaşam döngüsü değerlendirmesi açısından araştırmışlardır. Araştırma verilerinin İran'ın Guilan yöresindeki 150 zeytin yetiştiricisinden elde etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre zeytinyağı yaşam döngüsü boyunca toplam enerji tüketiminin 20344 MJ /ha olduğunu, tahsis yöntemi sonuçları toplam enerji tüketiminin 8035 MJ ha⁻¹ olduğunu belirlemişlerdir. Toplam enerji üretimi 23568 MJ ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Toplam sera gazı emisyonlarının 1333 kg ha⁻¹ (CO₂ eşdeğeri) olurken kütle bazlı tahsis yöntemi sonuçları toplam sera gazı emisyonları 525 kg ha⁻¹ (CO₂ eşdeğeri) hesaplamışlardır. Ekonometrik modelin sonuçlarına göre, insan işgücü, çiftlik gübresi ve elektriğin zeytinyağı verimi üzerindeki etkisinin, elektrik ve kimyasal gübrelerin sera gazı emisyonları üzerindeki etkisi önemli ölçüde olumlu etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Gökdoğan ve Sevim (2016) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'nin Aksaray ilinin Eskişehir ilçesinde buğday üretiminde enerji bilançosunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Buğdayın enerji bilançosunu belirlemek için, basit tesadüfi örnekleme yöntemi vasıtasıyla seçilmiş ve Eskişehir ilçesinin 12 köyündeki 151 işletme ile çalışılmıştır. 2013 üretim sezonu boyunca 151 buğday işletmesi ile yüz yüze anket ve gözlem yapılarak enerji girdi-çıkıtı oranı belirlenmiştir. Buğday üretiminde enerji girdisi 25876.29 MJ ha⁻¹, enerji çıktısı 76990.96 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmış ve enerji çıktı / girdi oranı 2.97 olarak belirlenmiştir. Buğday üretiminde enerji kullanım etkinliği, enerji verimliliği, spesifik enerji ve net enerji sırasıyla 2.97; 0.20 kg MJ⁻¹; 4.94 MJ kg⁻¹ and 51114.67 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Aydın ve ark. (2017) Trakya Bölgesinde karşılaştırmalı enerji kullanım etkinliği ve ekonomik analizini armut meyvesinde yapmışlardır. Çalışma kapsamında Trakya

bölgesinde iyi tarım uygulayan ve uygulamayan işletmeler üzerinde çalışmalar yürütmüşlerdir. Çalışma verileri iyi tarım uygulaması yapan 16 armut üreticisinin tamamıyla, aynı sayıda iyi tarım uygulaması yapmayan armut üreticisi ile anket çalışması yoluyla elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, iyi tarım uygulayan işletmelerde toplam enerji girdisi, enerji çıktısı, enerji çıktı / girdi oranı, enerji verimliliği, spesifik enerji, enerji yoğunluğu ve net enerjilerini sırasıyla; 30046.64 MJ, 36000 MJ, 1.20, 0.50 kg MJ⁻¹, 2 MJ kg⁻¹, 1.80 MJ/TL 5953.36 MJ olarak hesaplanmışlardır. İyi tarım uygulamayan işletmelerde ise toplam enerji girdisi, enerji çıktısı, enerji çıktı / girdi oranı, enerji verimliliği, spesifik enerji, enerji yoğunluğu ve net enerjilerini sırasıyla; 32111.92 MJ, 33600 MJ, 1.05, 0.44 kg MJ⁻¹, 2.29 MJ kg⁻¹, 2.05 MJ/TL 1488.08 MJ olarak saptanmışlardır.

Baran ve Gökdoğan (2017) Şanlıurfa ilinde susam üretiminde enerji bilançosunu belirlemişlerdir. Susam üretiminde toplam enerji girdisi 9627.21 MJ ha⁻¹, toplam enerji çıktısı ise 14625 MJ ha⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Enerji girdilerini; kimyasal gübre enerjisi 5511.30 MJ ha⁻¹ (%57.25), yakıt enerjisi 2083.47 MJ ha⁻¹ (%21.64), makine enerjisi 1289.52 MJ ha⁻¹ (%13.39), insan işgücü enerjisi 487.84 MJ ha⁻¹ (%5.07), sulama enerjisi 136.08 MJ ha⁻¹ (%1.41), tohum enerjisi 68.40 MJ ha⁻¹ (%0.71) ve kimyasal ilaç enerjisini ise 50.60 MJ ha⁻¹ (%0.53) olarak hesaplamışlardır.

Çelen ve ark. (2017) araştırmalarında Tekirdağ ilinde elma yetiştiriciliği enerji kullanım etkinliğini hesaplamışlardır. Çalışma verileri, Tekirdağ ili Merkez ilçesi Nusratlı köyündeki bir işletmede 2015 üretim sezonunda 12 da alana sahip elma bahçesinde yapılan gözlem ve ölçüm yoluyla elde edilmiştir. Çalışma sonucunda toplam enerji girdisi 58839.65 MJ ha⁻¹, toplam ürün verimi 38370 kg ha⁻¹, toplam enerji çıktısı 92088.0 MJ ha⁻¹, enerji çıktı / girdi oranı 1.56, özgül enerji 15.3 MJ kg⁻¹, enerji verimliliği 0.64 kg MJ⁻¹ net enerji verimi ise 33248.35 MJ ha⁻¹ dır. Elma yetiştiriciliğinde enerji tüketim değerlerini büyükten küçüğe sırasıyla; gübre enerjisi, yakıt-yağ enerjisi, kimyasallar, makine, insan işgücü ve sulama enerjisi olarak belirlemişlerdir.

Ghaderpour ve ark. (2017) yapmış oldukları çalışmada buğday üretiminde enerji tüketiminin şekli, ekonomik analizi ve enerji modellemesini ve buğday üretim maliyetini incelenmişler. Elde edilen sonuçlara göre tüketim enerjisini 212428 MJ ha⁻¹ ve toplam üretim enerjisini 232567 MJ ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Tokay (2018) yapmış olduğu “Türkiye’nin çeltik yetiştiriciliği kaynaklı sera gazı emisyonlarının değerlendirilmesi” isimli yüksek lisans tezinde TUIK çeltik verilerine

göre 2017 yılında Türkiye çeltik hasadının %94.8'inin gerçekleştiği 10 il için 2004-2017 yılları arasında çeltik yetiştiriciliğinden kaynaklanan metan (CH₄) ve nitroz oksit (N₂O) gazı emisyon miktarlarını, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 2006 rehberinde önerilen Tier 1 yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Çeltik yetiştiriciliğinde uygulanan su rejimlerinin metan (CH₄) gazı emisyon miktarına etkisi belirlenmiştir. Değerlendirilen 10 ilin çeltik yetiştiriciliği kaynaklı toplam CH₄ emisyonu 2017 yılı için yaklaşık 167 kt/yıl CO₂ eşdeğeri, 2007 yılı için ise 137.5 kt CO₂ eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Bu durum Türkiye'de çeltik hasadının %94.8'inin gerçekleştiği 10 ilin çeltik yetiştiriciliği kaynaklı toplam CH₄ emisyonununun 10 yıl içinde %21.4 oranında arttığını göstermektedir. Türkiye'de 2017 yılı çeltik yetiştiriciliği kaynaklı metan gazı emisyonununun en fazla olduğu il 73.5 kt CO₂e/yıl ile Edirne olarak belirlemiştir. Bu miktar 10 il için belirlenen toplam emisyon miktarının %44.01'ini oluşturmaktadır. Edirne ilini Samsun, Balıkesir, Çanakkale ve Çorum izlemektedir. Değerlendirilen 10 il içinde metan emisyon miktarının en düşük olduğu il ise Tekirdağ'dır.

Baran ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada Adana koşullarında yetiştirilen nohut üretiminin enerji bilançosu ve sera gazı (GHG) emisyonunun analizini yapmışlardır. Çalışmada kullanılan alet-makinelerin ekonomik ömürleri, iş başarısı, yakıt-yağ tüketimleri, makine ağırlıkları ile gübre, tohum miktarları gibi temel veriler, mevcuttaki yapılan ölçümlerden, yapılan diğer çalışmalardan, çeşitli kaynak ve kataloglardan temin edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda nohut üretiminde enerji çıktı / girdi oranı 1.82, özgül enerji değeri 9.99 MJ kg⁻¹, enerji üretkenliği 0.10 kg MJ⁻¹, net enerji verimi 8319.86 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Nohut üretiminde toplam enerji girdileri içerisinde en yüksek kullanım oranı %35.59 ile yakıt-yağ enerjisinde olduğu bulunmuştur. Bunu sırasıyla %24.63 ile gübre enerjisi, %23.49 ile tohum enerjisi, %8.43 ile makine enerjisi, %7.61 ile ilaç enerjisi ve %0.24 ile insan enerjisi takip etmiştir. Nohut üretimi için toplam GHG emisyonu 1638.85 kgCO₂-eşha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Toplam GHG emisyonları içerisinde en yüksek pay tohuma (%60.52) aittir. Tohumu sırasıyla dizel yakıt tüketimi (%17.56), azotlu gübre kullanımı (%8.37), fosfatlı gübre kullanımı (%4.32), makine kullanımı (%3.69), fungusit kullanımı (%2.62), herbisit kullanımı (%2.47) ve insan işgücü (%0.46) takip etmiştir. Buna ilave olarak nohut üretiminde GHG oranını 1.62 kgCO₂-eşha⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Eren ve ark. (2019) yapmış oldukları çalışmada Türkiye'nin farklı illerinde dört farklı tıbbi, aromatik ve keyif bitkisinin (guar, lavanta, susam ve tütün) üretimi sırasında

oluşan sera gazı emisyonlarını belirlemişlerdir. Alınan sonuçlara göre dört farklı aromatik bitkinin (guar, lavanta, susam ve tütün) üretimi sırasında oluşan toplam sera gazı emisyonları sırasıyla 1488.50 kgCO_{2-eş} ha⁻¹, 494.81 kgCO_{2-eş} ha⁻¹, 907.13 kgCO_{2-eş} ha⁻¹ ve 6604.58 kgCO_{2-eş} ha⁻¹ olarak, GHG oranları ise sırasıyla 0.65 kgCO_{2-eş} ha⁻¹, 0.10 kgCO_{2-eş} ha⁻¹, 1.88 kgCO_{2-eş} ha⁻¹ ve 6.29 kgCO_{2-eş} ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Baran ve Gökdoğan (2020) kuru şartlarda çerezlik kabak üretiminin enerji bilançosunu belirlemek için Kırklareli ilinin Kavaklı beldesinde bir çerezlik kabak işletmesinde denemeler ve ölçümler gerçekleştirmişlerdir. Yapılan hesaplamalarda enerji girdileri olarak insan işgücü enerjisi, makine enerjisi, dizel yakıt enerjisi, kimyasal gübre enerjisi ve tohum enerjisi hesaplanmıştır. Çerezlik kabak üretiminde enerji girdisi ve çıktısı 10022.42 MJ ha⁻¹ ve 9611.25 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Enerji girdileri sırasıyla; 5266.50 MJ ha⁻¹ (%52.55) ile kimyasal gübre enerjisi, 3375.78 MJ ha⁻¹ (%33.68) ile dizel yakıt enerjisi, 805.46 MJ ha⁻¹ (%8.04) ile makine enerjisi, 429.04 MJ ha⁻¹ (%4.28) ile insan işgücü enerjisi ve 145.63 MJ ha⁻¹ (%1.45) ile tohum enerjisinden oluşmuştur. Çerezlik kabak üretiminde enerji etkinliği, spesifik enerji, enerji verimliliği ve net enerji sırasıyla; 0.96, 12.15 MJ kg⁻¹, 0.08 kg MJ⁻¹ ve (-) 411.17 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Atmaca ve Sevimoğlu (2020) Yapmış oldukları çalışmada Kocaeli ilinde başlıca şehir kaynaklarından salınan metan (CH₄), karbondioksit (CO₂) ve nitroz oksit (N₂O) gazlarının salınım değerleri Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) Kademe 1 yöntemi ile CO₂ eşdeğerine çevrilerek hesaplanmıştır. Yoğun nüfusu ve sanayi faaliyetlerine sahip olan Kocaeli'de, elektrik üretimi ve tüketimi, ısınma, ulaşım ve atık yönetiminden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının toplam miktarları 2015, 2016 ve 2017 yılları için sırasıyla 28 131 515 ton CO_{2-eşd}, 25 985 586 ton CO_{2-eşd} ve 21 228 854 ton CO_{2-eşd} olarak hesaplanmıştır.

Gökdoğan ve Erdoğan (2021) Aydın ili Karpuzlu ilçesinde yaptıkları çalışmada zeytin yetiştiriciliğinde enerji kullanım etkinliği ve sera gazı oranını belirlemişlerdir. Zeytin yetiştiriciliğinde enerji girdisi ve çıktısı sırasıyla 2580.70 MJ ha⁻¹, 9904.04 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Zeytin yetiştiriciliğinde tüm enerji girdilerinin %46.96'sı azot enerjisinden (1212 MJ ha⁻¹), %25.49'u insan işgücü enerjisinden (657.88 MJ ha⁻¹), %8.60'ı fosfor enerjisinden (222 MJ ha⁻¹), %8.04'ü elektrik enerjisinden (207.36 MJ ha⁻¹), %5.19'u potasyum enerjisinden (134 MJ ha⁻¹), %5.14'ü taşıma enerjisinden (132.53 MJ ha⁻¹) ve % 0.58'i kükürt enerjisinden (14.93 MJ ha⁻¹) oluşmaktadır. Zeytin yetiştiriciliğinde enerji kullanım etkinliği, spesifik enerji, enerji verimliliği ve net enerji

sırasıyla 3.84, 0.88 MJ kg⁻¹, 1.14 kg MJ⁻¹ ve 7323.34 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Zeytin yetiştiriciliğinde enerji girdisinin %33.53'ü doğrudan, %66.47'si dolaylı, %25.49'u yenilenebilir ve %74.51'i yenilenemez olarak sınıflandırılabilir. Zeytin yetiştiriciliği için toplam sera gazı emisyonları 406.73 kgCO_{2-eseş} ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır ve en büyük girdi insan işgücü kullanımıdır (%57.77). İnsan işgücü girdisini sırasıyla azot (%22.47), elektrik (%8.51), fosfor (%5.80), potasyum (%3.15), kükürt (%1.21) ve taşıma girdileri (%1.09) takip etmektedir. Ayrıca zeytin yetiştiriciliğinde sera gazı oranı değeri 0.14 kgCO_{2-eseş} ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Baran ve ark. (2021) Diyarbakır ili Bismil ilçesinde 73 işletme ile yüz yüze anket yapılarak pamuk yetiştiriciliğinin enerji bilançosu ve sera gazı emisyonu hesaplamışlardır. Pamuk yetiştiriciliğinde enerji girdisi ve enerji çıktısı sırasıyla 54 617.62 MJ ha⁻¹ ve 65 984.42 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Girdiler sırasıyla 18 608.40 MJ ha⁻¹ (34.06%) ile elektrik enerjisi, 15 254.67 MJ ha⁻¹ (27.93%) ile kimyasal gübre enerjisi, 14 364.68 (26.30%) ile diesel yakıt enerjisi, 3 559.50 MJ ha⁻¹ (6.53%) ile sulama suyu enerjisi, 1 152.79 MJ ha⁻¹ (2.11%) ile makine enerjisi, 1 075.76 MJ ha⁻¹ (1.96%) ile kimyasal enerji, 307.98 MJ ha⁻¹ (0.57%) ile tohum enerjisi, 293.84 MJ ha⁻¹ (0.54%) ile insan işgücü enerjisinden oluşmaktadır. Pamuk yetiştiriciliğinde toplam girdi enerjisinin %67.43'ü doğrudan, %32.57'si dolaylı, %7.62'si yenilenebilir ve %92.38'i ise yenilenemez olarak sınıflandırılabilir. Pamuk yetiştiriciliğinde enerji kullanım etkinliği, spesifik enerji, enerji verimliliği ve net enerji sırasıyla 1.21, 9.77 MJ kg⁻¹, 0.10 kg MJ⁻¹ ve 11 366.80 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Pamuk yetiştiriciliğinde toplam sera gazı emisyonu 6 482.36 kgCO_{2-eseş}ha⁻¹ olarak hesaplanmış olup, en büyük oran %47.94 ile elektrik olarak hesaplanmıştır. Elektriği sırasıyla %16.29 ile azot, %14.82 ile sulama suyu, %10.86 ile dizel yakıt, %3.07 ile tohum, %2.28 ile kimyasallar, %1.78 ile fosfor, %1.62 ile insan işgücü, %1.26 ile makine ve %0.08 ile potasyum takip etmiştir. Ayrıca pamuk yetiştiriciliğinde GHG oranı 1.16 kgCO_{2-eseş}kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Dilay (2021) Karaman ili merkeze bağlı Taşkale köyünde mısır tarımında enerji bilanço analizini yapmıştır. Denemeler Taşkale'de bulunan bir mısır üreticisinin işletmesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, enerji girdileri; insan işgücü enerjisi, makine enerjisi, dizel yakıt enerjisi, kimyasal gübre enerjisi, tohumluğun enerjisi ve sulama suyunun enerjileri olarak sınıflandırılmıştır. Çalışmanın sonucunda mısır üretiminde enerji girdi ve çıktı değerleri 18029.78 MJ ha⁻¹ ve 218700 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Girdi enerjiler; insan iş gücü 235.20 MJ ha⁻¹ (%1.30), makine yapım

1575.29 MJ ha⁻¹ (%8.74), kimyasal gübreler 10910 MJ ha⁻¹ (%60.51), diesel yakıt 3348.19 MJ ha⁻¹ (%18.57), tohumluk 291.60 MJ ha⁻¹ (%1.62) ve sulama suyu 1669.5 MJ ha⁻¹ (%9.26) olarak hesaplanmıştır. Mısır üretiminde enerji oranı, özgül enerji, enerji verimliliği ve net enerji üretimi sırasıyla; 12.13, 1.20 MJ kg⁻¹, 0,83 kg MJ⁻¹ ve 200670.23 MJ ha⁻¹ olarak bulunmuştur.

Tuğrul (2021) Dört farklı tarımsal ürünün (şeker pancarı, buğday, ayçiçeği ve mısır) enerji girdisi, enerji çıktısı ve enerji çıktı / girdi oranını analiz etmiştir. Veriler, tabakalı örnekleme yöntemine göre 25 bölgede 140 çiftliğe uygulanan anket ile belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre ortalama enerji girdisinin şeker pancarı için 65389.32 MJ ha⁻¹ ile en yüksek ve buğday için 24595.23 MJ ha⁻¹ ile en düşük olduğunu göstermiştir. Bu verilerde en yüksek enerji ihtiyacı sırasıyla tohum yatağı hazırlama, hasat ve çapalama için bulunmuştur. Ortalama enerji kullanım verimliliği şeker pancarı, buğday, ayçiçeği ve mısır için sırasıyla 16.49, 2.84, 2.36 ve 4.28 arasında değişmiştir. Direkt enerji girdisinin %44.31 ile şeker pancarında en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yenilenemez enerji girdisinin toplam enerji girdisinin yaklaşık olarak %85.98-89.67'si olduğunu belirlemiştir.

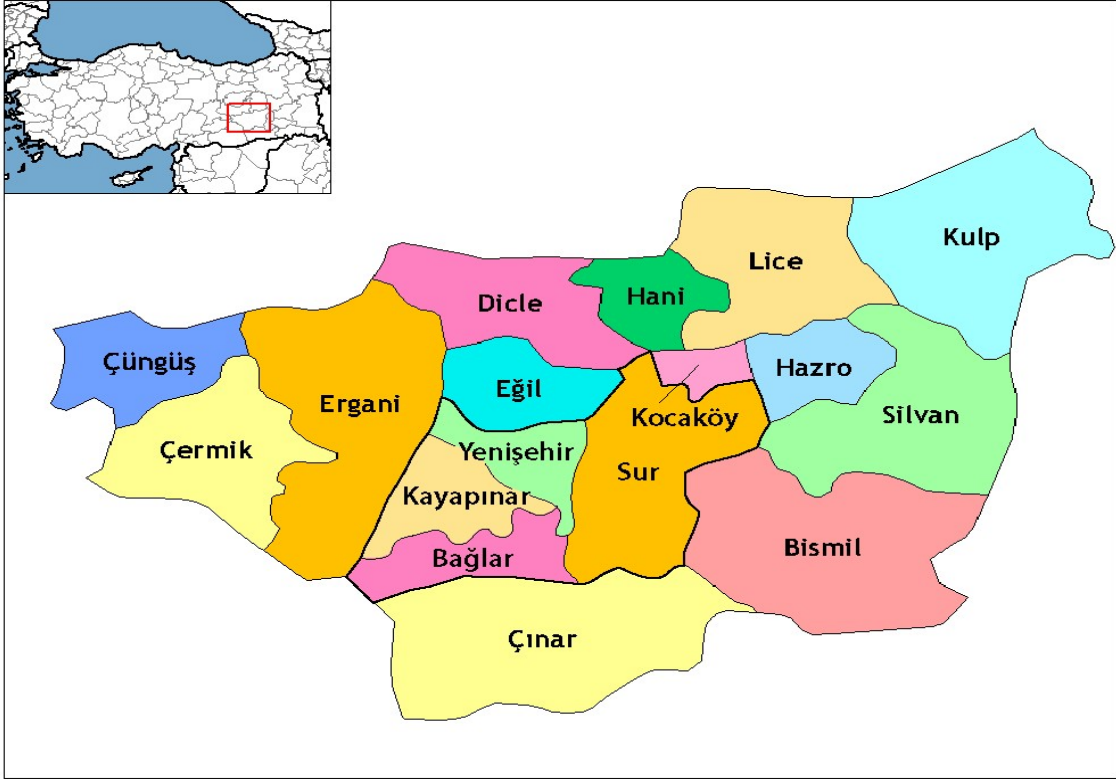
3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma kapsamında yapılan bütün hesaplamalar ve analizler buğday üretimi yapan işletmelerden elde edilen verilerden elde edilmiştir. Veriler yüz yüze anket tekniğiyle toplanmış, anketlerin tamamı Diyarbakır ili ve ilçelerindeki işletmelerde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca tez konusu kapsamındaki araştırma, incelemeler ile mevcut istatistik verilerden de yararlanılmıştır. Toplanan veriler uygun bir bilgisayar yazılımında öncelikle sınıflandırılmış ve hesaplamalar tamamlanmıştır. Hesaplamalarda veri tabanı ve gerekli formüllerden sonuçların elde edilmesi için Excel tablolama, grafik ve analiz yazılımından yararlanılmıştır.

3.1.1. Diyarbakır ilinin coğrafik özellikleri

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan Diyarbakır ili, 37.52 kuzey enlemlerinde, 40.13 doğu boylamlarında bulunmaktadır. Kenti doğudan Batman, Muş; güneyinde Mardin, batısında Şanlıurfa, Adıyaman, Malatya; kuzeyinde Elazığ ve Bingöl sarmaktadır. İlde yüzey şekilleri oldukça sadedir. Çevresi yüksekliklerle kuşatılmış ortası çukur bir havza durumundadır. Diyarbakır havzası olarak bilinen bu çukuru batı-doğu doğrultulu geniş Dicle Vadisi oluşturur. Kent kuzeyden Güneydoğu Toroslar yayı ile kuşatılmıştır. Bu dağlar Doğu Anadolu Bölgesi'yle Güneydoğu Anadolu'ya birbirinden ayırır. Diyarbakır havzasının güneybatısında ise Karacadağ kütlesi yükselir. Karacadağ, koyu renkli lavların yığılmasıyla oluşmuş eski bir volkan kütlesidir (Anonim, 2021a). Ülkemizin Güney Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan Diyarbakır'ın toplamda 17 ilçesi bulunmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Diyarbakır ili haritası (Anonim, 2020b)

3.1.2. Diyarbakır iklimi

Diyarbakır'da sert bir kara iklimi egemendir. Yazları çok sıcak geçer fakat kışları Doğu Anadolu Bölgesi kadar soğuk geçmez. Bunun başlıca nedeni Güneydoğu Toroslar yayının kuzeyden gelen soğuk rüzgârları kesmesidir. En sıcak ortalaması 31 derece, en soğuk ay ortalaması ise 1,8 derecedir. Yıllık yağış ortalaması 496 milimetre olan şehirde, bu yağışın %2'lik kısmı yaz aylarında düşmektedir. Kuzeydeki dağların eteklerine doğru gidildikçe yağışlar da artar. Güneydoğu Toroslar yayının kuzeyden gelen soğuk rüzgârları kesmesi ile son yıllarda yapılan barajların (Karakaya, Atatürk, Dicle ve Kral Kızı barajları) oluşturduğu yapay göletler, geniş buharlaşma yüzeyleri oluşturmaktadır; bu nedenle, Diyarbakır Havzası'nın kuru havasının nisbi neminde artış olmuştur (Anonim 2020c). Diyarbakır ili uzun yıllar (1929-2020) iklim verileri; ortalama yağış 496.3 mm, ortalama en yüksek sıcaklık 22.6 °C, en düşük sıcaklık 8.9 °C, yılın en sıcak ayı 38.4°C ortalama sıcaklık ile Temmuz, bu: 38 °C ve en soğuk ayı ise ortalama sıcaklığı -2.3 °C ile Ocak ayı'dır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Diyarbakır ili ortalama iklim verileri (MGM, 2020)

Diyarbakır	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Ölçüm Periyodu (1929 - 2020)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	1.7	3.7	8.3	13.8	19.3	26.0	31.0	30.5	25.1	17.5	9.7	4.0	15.9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	6.7	9.1	14.5	20.4	26.6	33.6	38.4	38.2	33.3	25.4	16.3	9.2	22.6
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-2.3	-1.0	2.5	7.0	11.2	16.6	21.7	21.1	16.0	10.1	4.2	-0.2	8.9
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.9	4.9	5.6	7.1	9.6	12.2	12.4	11.7	10.0	7.5	5.5	3.9	7.9
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	13.0	12.3	13.5	13.3	10.8	3.7	1.1	0.9	2.1	7.3	9.1	12.5	99.6
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	70.7	67.6	66.7	70.0	44.4	8.7	1.3	1.0	5.4	33.0	55.2	72.3	496.3
	Ölçüm Periyodu (1929 - 2020)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	16.9	21.8	28.3	35.3	39.8	42.0	46.2	45.9	42.0	35.7	28.4	22.5	46.2
En Düşük Sıcaklık (°C)	-24.2	-21.0	-14.0	-6.1	0.8	1.8	9.9	11.4	0.0	-1.8	-12.9	-23.4	-2

3.1.3. Diyarbakır İli Buğday (*Triticum aestivum* L.) Üretimi

Diyarbakır ili ve ilçeleri buğday ekiliş alanları, üretim miktarları ve verimleri Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Diyarbakır ili Buğday Ekiliş Alanları ve Üretimi (TUİK, 2020)

İlçe Adı	Ürün adı	Ekilen alan (da)	Üretim (kg da ⁻¹)	Verim (kg da ⁻¹)
Bismil	Buğday (Durum)	51000	21966	431
	Buğday (Diğer)	507120	208782	412
Çermik	Buğday (Durum)	70488	18971	269
	Buğday (Diğer)	34792	8774	252
Çınar	Buğday (Durum)	177918	70817	398
	Buğday (Diğer)	85050	33280	391
Çüngüş	Buğday (Durum)	734	184	251
	Buğday (Diğer)	10893	2774	255
Dicle	Buğday (Durum)	2779	736	265
	Buğday (Diğer)	23209	5091	219
Eğil	Buğday (Durum)	13090	4204	321
	Buğday (Diğer)	39980	11630	292
Ergani	Buğday (Durum)	121700	46456	382
	Buğday (Diğer)	201158	73596	366
Hani	Buğday (Durum)	29062	9400	323
	Buğday (Diğer)	985	335	340
Hazro	Buğday (Durum)	78430	29167	372
	Buğday (Diğer)	4998	1834	367
Kocaköy	Buğday (Durum)	439	155	353
	Buğday (Diğer)	23520	7501	319
Kulp	Buğday (Durum)	88	24	273

	Buğday (Diğer)	49960	16357	327
Lice	Buğday (Durum)	1473	432	293
	Buğday (Diğer)	55031	13851	252
Silvan	Buğday (Durum)	56250	21806	388
	Buğday (Diğer)	374529	141926	379
Bağlar	Buğday (Durum)	23650	7763	328
	Buğday (Diğer)	40139	13783	343
Kayapınar	Buğday (Durum)	68125	27202	399
	Buğday (Diğer)	69768	27693	397
Sur	Buğday (Durum)	53175	20644	388
	Buğday (Diğer)	374060	133041	356
Yenişehir	Buğday (Durum)	24181	10230	423
	Buğday (Diğer)	39098	17103	437

Diyarbakır ilinde toplam 2706772 dekar buğday ekiliş alanı ve yıllık ortalama 1007508 ton üretim gerçekleşmektedir. Ekiliş alanlarının büyük bölümü Bismil, Sur, Silvan, Ergani, Kayapınar, Hazro ilçelerindedir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Anket Uygulanacak İşletme Sayısının Belirlenmesi

Çalışmanın esas materyalini Diyarbakır il ve ilçelerinde buğday üreticileriyle yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen datalar birincil verileri oluşturmuştur. Bölgedeki tüm işletmelerde çalışma yapmak güç olması sebebiyle amacımıza ulaşabileceğimiz özelliğe sahip işletmeler arasından üretici sayısının belirlenmesinde oransal örnekleme yöntemi formülünden yararlanılarak anket sayısı belirlenmiştir. Diyarbakır ili ve köylerinde buğday üreticisi ile yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Sonlu bir popülasyon için belli bir özelliği taşıyanların bilinen veya tahmin edilen oranına göre örnek hacmi aşağıdaki eşitlik (3.1) ile hesaplanmıştır.

$$n = \frac{(N * p * (1 - p))}{(N - 1) * \alpha^2 p + p * (1 - p)} \quad (3.1)$$

P değeri daha, önceki araştırmalardan elde edilebileceği gibi sezgisel olarak da tahmin edilebilir. Maksimum örnek hacmine ulaşmak için P = 0.5 alınmalıdır. P'nin 0.5'ten daha az veya daha yüksek değerleri örnek hacmini düşürür. O nedenle P'nin bilinmediği durumlarda maksimum örnek hacmiyle çalışmak olası hatayı azaltacağından P = 0.5 alınmalıdır (Miran, 2003; Aksoy ve Yavuz, 2012).

Formülde;

n : Örnek büyüklüğü,

p : Buğday yetiştiren üreticilerin oranı (maksimum örnek hacmine ulaşmak için 0.50 alınmıştır)

N : Popülasyondaki işletme sayısı,

$\alpha^2 p$: Oranın varyansı,

r : Ortalamadan sapma (%5)

$\alpha^2 p$: $r/Z \alpha/2$

%95 güven aralığında ve ortalamadan %5 sapma ile anket sayısı

$(1064 * 0.5 * 0.5) / ((1063) * (0.0346) * (0.0346) + (0.5 * 0.5)) = 175$ olarak hesaplanmıştır.

Örnek sayısının belirlenmesinde ortalamadan %5 sapma ve %95 güven derecesi ile çalışılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, çalışılması gereken örnek işletme sayısı 175 olarak bulunmuştur. Her ne kadar bilimsel bir yaklaşım olarak aşağıdaki eşitlik güvenilir gibi gözüksün de, yöreyi tanıyan Tarım ve Orman İl ve İlçe Müdürlüğü mühendislerinin önerileriyle, yöreyi temsil eden buğday üretim alanı büyüklüğüne sahip işletmelerde bir inisiyatif alınarak bu işletmelerden de veri toplanmıştır.

Anket çalışmasında toplanan veriler arasında, buğday üretimi için gerekli girdi bileşenlerinin (gübre, ilaç vb.) yanı sıra üretimde kullanılan traktör ve tarım makineleri varlığı, kullanım süreleri ile harcanan yakıt ve iş gücü gibi giderler yer almaktadır. Buğday üretiminde enerji girdi-çıktı analizlerinin yapılabilmesine yönelik detayları aşağıda verilen anket içeriğinde (EK-1), üretim sezonu içerisinde yer alan bütün tarımsal faaliyetler değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, uygun eşitliklerde kullanılacak hesap parametrelerini oluşturmak üzere veri tabanlarında toplanıp gruplandırılmış ve hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. 1. Anket İçeriği

Detayları EK-1’de verilen anket değerlendirildiğinde ana başlıkları aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- Genel anket bilgileri,
- Buğday üretiminde uygulanan üretim işlemleri,
- Tarımsal mekanizasyon uygulamalarının sayıları, zamanı ve kullanılan alet ve makineler
- Her bir üretim faaliyetinde kullanılan iş gücü miktarı ve süreleri
- Kullanılan yakıt miktarları
- Ürün verimi.

3.2.2. Buğday Üretiminde Enerji Girdilerinin Belirlenmesi

Enerji etkinliği değeri, enerjinin ne derece etkin kullanıldığını belirtmek açısından üretim girdilerinin enerji karşılığının hesaplanması ve birbirine oranlanması ile elde edilmektedir (Sabancı ve ark., 2010). Tarımsal üretimde girdi fiyatlarının sürekli değişim göstermesi ve farklı girdilerin yıllara göre farklı oranlarda artıyor olması, girdilerin ekonomik değerleri üzerinden etkinlik karşılaştırması yapılabilmesini sınırlandırmaktadır. Buna karşın, girdilerin ve ürünlerin enerji karşılıkları sabit olduğundan, ardışık yıl esasına göre ekonomik etkinlik kıyaslamasına dönüştürülmesi mümkün olan enerji girdi/çıkıtı analizlerinin yapılması daha doğru sonuçlar vermektedir. Toplam enerji girdisinin enerji çıktısına göre oransal olarak azalması mekanizasyon düzeyinin arttığı anlamına gelmektedir (Güceyü, 2020).

Tarımda enerji kullanımı iki grupta incelenmektedir

Doğrudan enerji kullanımı: Yakıt, yağ, kömür, petrol ürünleri, doğal gaz, biokütle vb. girdilerin enerji değerleridir.

Dolaylı enerji kullanımı: İnsan ve hayvan iş gücü, tarım alet ve makinaları, kimyasal gübre, kimyasal ilaçlar, sulama ve tohumluk üretimi için harcanan enerjidir (Öztürk ve Barut, 2005; Güceyü, 2020). Çalışmada enerji analizlerinde doğrudan ve dolaylı enerji girdileri ayrı ayrı hesaplanarak toplam enerji tüketimindeki payları belirlenmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3. Tarımsal üretimde girdi ve çıktılarının enerji eşdeğerleri

Girdiler	Birim	Enerji eşdeğeri (MJ birim ⁻¹)	Kaynaklar
İnsan işgücü	h	1.96	Mani ve ark., 2007; Karaağaç ve ark., 2011
Makine gücü	h	64.80	Singh, 2002; Kızılaslan, 2009
Hasat	h	87.63	Hetz, 1992; Çanakcı, 2005; Tipi ve ark., 2009
Kimyasal gübreler			
Azot	kg	60.60	Singh, 2002
Fosfor	kg	11.10	Singh, 2002
Kimyasallar	kg	101.20	Yaldız ve ark., 1993; Demircan ve ark. 2006
Dizel yakıt	l	56.31	Singh, 2002; Demircan ve ark., 2006
Sulama suyu	m ³	0,63	Yaldız et al. (1993), Ozalp ve ark. (2018)
Tohum	kg	15.07	Singh, 2002; Çiçek ve ark., 2011
Çıktı	Birim	Enerji eşdeğeri (MJ birim ⁻¹)	Kaynaklar
Ürün	kg	14.07	Singh, 2002; Çiçek ve ark., 2011

3.2.2.1. Doğrudan Enerji Kaynakları

Tarımsal üretimde doğrudan enerji kaynakları olarak; elektrik, kömür, petrol ürünleri, doğal gaz ve biyokütle enerjisi vb. yer almaktadır. Üretim esnasında tüketilen doğrudan enerji girdileri ise yakıt, yağ ve elektrik enerjisidir. Buğday üretiminde enerji analizi kapsamında yağ-yakıt tüketimi değerleri ilgili eşitliklerde değerlendirilmek üzere üreticilerin verdikleri bilgiler ve bu bilgilerin doğrulanması sonucunda elde edilmiştir (Aydın, 2020).

Hesaplamalarda dizel yakıt enerji eşdeğeri, 56.31 MJ l⁻¹ olarak alınmıştır (Singh, 2002; Demircan ve ark., 2006). Bu değerler benzer çalışmalar yapan araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (Baran ve ark., 2019).

3.2.2.2. Dolaylı Enerji Kaynakları

Tarımsal üretimin içindeki dolaylı enerji kaynakları; insan işgücü, alet makine üretim enerjisi, tohum enerjisi, gübre enerjisi, kimyasal ilaç enerjisi, sulama enerjisi olarak sıralanabilir. Sayılan enerji kaynaklarıyla ilgili değerlendirmeler izleyen bölümde yer almıştır.

3.2.2.2.1 İnsan İşgücü

İnsan işgücüne ilişkin enerji eşdeğeri 1.96 MJ h^{-1} olarak dikkate alınmıştır (Mani ve ark., 2007; Karaağaç ve ark., 2011; Bojaca and Schrevens 2010; Mohammadi ve ark. 2010; Baran, 2016; Baran, 2017).

3.2.2.2.2. Tarım Alet /Makinelerine İlişkin Dolaylı Enerji Girdisi

Hesaplamalarda makine üretim enerjisi 64.80 MJ kg^{-1} olarak alınmıştır (Singh, 2002; Kızılaslan, 2009; Baran, 2016; Baran, 2017).

3.2.2.2.3. Kimyasal Gübre Kullanımına İlişkin Dolaylı Enerji Girdisi

Buğday üretiminde kullanılan kimyasal gübrelerin enerji karşılığı, gübre üretimindeki maddelerin enerji eşdeğerleri hesaplanarak bulunur. Azot için enerji eşdeğeri 60.60 MJ kg^{-1} , fosfor gübresi enerji eşdeğeri 11.10 MJ kg^{-1} olarak alınmıştır (Singh, 2002; Baran, 2016; Baran, 2017).

3.2.2.2.4. Tarım İlacı Kullanımına İlişkin Dolaylı Enerji Girdisi

Buğday üretiminde zararlı ve yabancı otla mücadelede kimyasal ilaçlar kullanılmaktadır. Bu ilaçların enerji eşdeğeri üretimleri sırasında harcanan enerjinin hesaplanmasıyla bulunmuştur. Kimyasal ilaçların üretimi için enerji tüketimi değerleri hesaplamasında ortalama değerler kullanılmıştır. Toplanan anket verilerinde kimyasal ilaç miktarları enerji eşdeğeri ile çarpılarak toplam kimyasal ilaç enerjisi tüketimi bulunmuştur. Buğday üretiminde kullanılan kimyasalların üretim enerjisi $101.20 \text{ MJ kg}^{-1}$ (Yaldız ve ark., 1993; Baran; 2022) değerinden alınmıştır.

3.2.2.2.5. Tohumluk Kullanımına İlişkin Dolaylı Enerji Girdisi

Buğday bitkisinin üretimi için kullanılan tohumluk miktarlarına ilişkin dolaylı olarak tüketilen tohumluk enerjisi Öztürk (2010)'a göre hesaplanmıştır. Buğday tohumu

üretimi için tüketilen enerji miktarı (tohumluk üretim enerjisi) 15.07 MJ kg^{-1} değeri dikkate alınmıştır (Singh, 2002; Çiçek ve ark., 2011).

3.2.2.2.6. Sulama Enerjisi

Tarımda sulama uygulamalarında enerji gereksinimi, doğrudan ve dolaylı enerji kaynaklarından oluşur. Sulamada motor ve pompalar kullanılıyorsa kullanılan yakıt ve elektrik enerjisi doğrudan enerji kaynakları olarak değerlendirilmektedir. Sulama işleminde dolaylı enerji, kullanılan motor ve pompaların imalatında harcanan toplam enerji değeridir. Sulama işlemlerinde iş gücünün kontrol mekanizması olarak kullanılması sonucu harcanan enerji bir diğer dolaylı enerji kaynağıdır. Bu çalışmada, anket sonuçlarına göre sulamada insan iş gücü kullanıldığı ve herhangi bir yardımcı alet ve makine kullanılmadığı tespit edilmiştir. Sulama için harcanan toplam enerji değeri; işgücü ve sulama suyunun sahip olduğu enerji değerlerinin toplamı olarak dikkate alınmıştır. Sulama suyunun birim enerji eşdeğeri 0.63 MJ m^{-3} olarak alınmıştır (Yaldız ve ark. 1993, Güceyü, 2020).

3.2.3. Enerji Etkinliği Analizleri

Enerji etkinlik hesaplamaları, işletmelerde girdi ve çıktıların enerji eşdeğerlerinin karşılaştırılmasıyla yapılmaktadır. Enerji etkinliğinin hesaplanması ile de girdi kaynaklarının ne kadar verimli kullanıldığı ve bu kaynakların ne kadar etkin bir şekilde çıktıya dönüştüğü hakkında bilgi edinilmektedir. Yapılan araştırma kapsamında her girdinin enerji eşdeğeri ve elde edilen ürünün enerji karşılığı hesaplanmıştır. Enerji kullanım etkinliği hesaplamaları için kullanılan eşitlikler izleyen bölümde verilmiştir (Erdoğan, 2009).

3.2.3.1. Enerji Oranı

Enerji oranı, enerji etkinliği değerlendirmelerinde sıklıkla kullanılan bir ölçüttür. Üretim sonucunda kazanılan toplam enerji miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranı olarak tanımlanır. Enerji oranının yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olduğunun göstergesidir. Aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Aydın, 2020).

$$EO = TEÇ / TEG \quad (3.2)$$

Eşitlikte;

EO : Enerji oranı, (-)

TEÇ : Birim üretim alanı başına toplam enerji çıktısı, MJ ha⁻¹,

TEG : Birim üretim alanı başına toplam enerji girdisi, MJ ha⁻¹.

3.2.3.2. Özgül Enerji Değeri

Üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarının, hasdat edilen toplam ürün miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül enerji değeri, birim miktar (kg) ürün üretmek için tüketilen enerji miktarını (MJ) belirtir. Özgül enerji değerinin düşük olması üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olduğu anlamına gelir. Özgül enerji değeri hesaplanırken 3.3 eşitliğinden yararlanılmıştır (Günindi, 2019).

$$\text{ÖED} = \text{TEG} / \text{ÜV} \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

ÖED : Özgül enerji değeri, MJ kg⁻¹,

TEG : Birim üretim alanı başına toplam enerji girdisi, MJ ha⁻¹,

ÜV : Ürün verimi, kg ha⁻¹.

3.2.3.3. Enerji Üretkenliği Değeri

Diğer bir enerji etkinliği ölçütü olan enerji üretkenliği değeri hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranı olarak tanımlanır. Enerji üretkenliği değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Günindi, 2019).

$$\text{EÜ} = \text{ÜV} / \text{TEG} \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

EÜ : Enerji üretkenliği değeri, kg MJ⁻¹,

ÜV : Ürün verimi, kg ha⁻¹,

TEG : Birim üretim alanı başına toplam enerji girdisi, MJ ha⁻¹.

3.2.3.4. Net Enerji Verimi

Net enerji verimi değeri, üretim sonucu elde edilen ürünün enerji karşılığı ile aynı üretim için harcanan toplam enerji miktarı arasındaki farkla ifade edilmektedir. Net enerji değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelmektedir. Net enerji verimi değeri hesaplanırken aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Aydın, 2020).

$$NEV = TEÇ - TEG \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

NEV : Net enerji verimi, MJ

TEG : Birim üretim alanı başına toplam enerji girdisi, MJ ha⁻¹,

TEÇ : Birim üretim alanı başına toplam enerji çıktısı, MJ ha⁻¹.

3.2.4. Sera Gazı Hesaplaması

Sera gazlarının(CO₂, CH₄, N₂O, CFC vb.) konsantrasyonlarının artmasıyla birlikte bu moleküllerin güneş ışınlarını hapsederek yeryüzü sıcaklığını artırmaları olarak tanımlanabilir. Tarımsal kaynaklı faaliyetler; sava ve tarımsal atıkların yakılması, tarımsal topraklarda azotlu gübre kullanımı ve biyokütlenin açık alanlarda yakılması sera gazı salınımına neden olarak sıralanabilir (Aydın ve ark., 2011; Şahin ve Avcıoğlu, 2016).

GHG emisyonunun belirlenmesinde Hughes ve ark. (2011)'den uyarlanmış olan aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır:

$$GHG_{ha} = \sum_{i=1}^n R(i) \times EF(i) \quad (3.6)$$

Burada;

GHG_h : Sera gazı emisyonu (kgCO₂-eş ha⁻¹),

R(i) : i girdisinin uygulama miktarı (birim_{girdi} ha⁻¹),

EF(i) : i girdisinin GHG emisyon eşdeğeri (kgCO₂-eş birim_{girdi}⁻¹) dir.

Tarımsal girdilerin GHG emisyon katsayıları Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Tarımsal üretimdeki girdilerin GHG emisyon eşdeğerleri

Girdiler	Birim	GHG emisyon eşdeğerleri (kgCO ₂ -eş birim ⁻¹)	Referanslar
İnsan işgücü	h	0.700	Nguyen ve Hermansen, 2012
Makine	MJ	0.071	Pishgar-Komleh ve ark., 2012
Azot (N)	kg	4.570	BioGrace-II, 2015
Fosfor (P ₂ O ₅)	kg	1.180	BioGrace-II, 2015
Kimyasallar	kg	13.900	BioGrace-II, 2015
Dizel yakıt	L	2.760	Clark ve ark., 2016
Sulama	m ³	0.170	Lal, 2004
Tohum	kg	7.630	Clark ve ark., 2016

GHG oranı, birim kg verim başına düşen GHG emisyon miktarı olarak tanımlanan bir indekstir. Houshyar ve ark. (2015) ve Khoshnevisan ve ark. (2014)'dan uyarlanmış olan aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$I_{GHG} = \frac{GHG_{ha}}{Y} \quad (3.7)$$

Burada; I_{GHG}: GHG oranı (kgCO₂-eş kg⁻¹) ve Y: Verim (kg ha⁻¹)'dir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Anket yapılan işletmelerden toplanan ve tutarlılığı değerlendirilerek hesaplamalarda kullanılan veriler yöntem bölümünde verilen sırlama esas alınarak, ilgili eşitliklerin kullanılmasıyla hesaplanmıştır. Hesaplanan değerlere ilişkin sonuçlar izleyen bölümde verilmiştir. Verilerin değerlendirilmesi sonucunda Diyarbakır'da buğday üretiminde kullanılan girdi miktarları ve bu girdilerin ve elde edilen verim değerleri ile bu değerlerle ilişkili enerji karşılıkları bu bölümde sunulmuştur.

4.1. Diyarbakır İlinde Buğday Üretim Verileri

Anket kapsamında değerlendirilen işletmelerden alınan veriler kapsamında, Diyarbakır'da buğday üretimi için yapılan kültürel uygulamalar ve bakım işlemleri Tablo 4.1'de belirtilmiştir.

Tablo 4.1 Diyarbakır İli buğday üretimi için yapılan kültürel uygulamalar

Kültürel uygulamalar	Uygulamanın özelliği
Toprak işleme	Toprak yüzeyinde oluşabilecek kaymak tabakanın kırılarak arazinin su geçirgenliği arttırmak ve hava almasını sağlamak için kültivatör kullanılır. ve tercihe göre diskaro da kullanılmaktadır. Son olarak tapan ile düzeltilir.
Ekim	Bölgemizde toprağın tava gelmesiyle birlikte ekim ayı sonunda veya kasım ayı ortalarında ekim yapılır. Mibzer ile sıra arası 12.5 cm olacak şekilde ve 4-6 cm derinliğe ekim yapılır. Ekimde kullanılan tohum miktarı 28-30 kg da ⁻¹ 'dir.
Gübreleme	Taban gübresi olarak; 20-20-0 veya DAP 18-46-0 kompoze gübreleri ekim esnasında tohumla birlikte kullanılmaktadır. Toprak altı gübrelemede verilen azot dışında, geri kalan azotlu gübre üst gübreleme olarak verilir. Genel olarak Üre (%46 N), Amonyum Nitrat (NH ₄ NO ₃ , %26 - %33), Amonyum Sülfat ((NH ₄) ₂ SO ₄ %21 N) gübreleri kullanılır.
Yabancı ot mücadelesi	Pülverizatör ile yabancı otlar için herbisit ve kök boğaz vb. hastalıklar için de fungusit uygulaması yapılır.
Sulama	Buğday bitkisinin suya ihtiyaç duyduğu veya en fazla su tükettiği dönemleri sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemleridir. Genelde 2 defa sulama yeterli gelmektedir. Kurak ve suyun bol olduğu dönemlerde ise 3 defa sulama yapılması gerekir.
Hasat	Bölgemizde hasat mevsimi haziran sonunda başlamakta

temmuzun ilk haftasına kadarda devam etmektedir. Hasat Biçerdöverle yapılmaktadır.

Diyarbakır ilinde buğday üretim girdileri enerji bilançoları Tablo 4.2’de ve buğday üretim enerji etkinlik göstergeleri Tablo 4.3’te ve buğday üretiminde enerji girdi türleri Tablo 4.4’te verilmiştir.

Tablo 4.2. Buğday üretim girdileri enerji bilançoları

Girdiler	Birim	Enerji eşdeğeri (MJ birim ⁻¹)	Hektara enerji girdisi (birim ha ⁻¹)	Enerji değeri (MJ ha ⁻¹)	Oran (%)
İnsan işgücü	h	1.96	5.40	10.58	0.06
Makine gücü			4.47	309.52	1.63
Makine gücü	h	64.80	3.60	233.28	1.23
Hasat	h	87.63	0.87	76.24	0.40
Kimyasal gübreler			248.86	8748.38	45.98
Azot	kg	60.60	120.93	7328.36	38.52
Fosfor	kg	11.10	127.93	1420.02	7.46
Kimyasallar (Tarımsal ilaç)	kg	101.20	2.66	269.19	1.41
Sulama suyu	m ³	0.63	3750	2362.50	12.42
Diesel yakıt	l	56.31	47.90	2697.25	14.18
Tohum	kg	15.07	294.70	4626.79	24.32
Toplam				19024.21	100
Çıktı	Birim	Enerji eşdeğeri (MJ birim ⁻¹)	Hektara enerji çıktısı (birim ha ⁻¹)	Enerji değeri (MJ ha ⁻¹)	Oran (%)
Ürün	kg	14.07	5482	80585.40	100

Buğday girdileri enerji eşdeğerleri içerisindeki enerji payları sıralandığında 1. sırada gübre enerjisi, 2.sırada tohum enerjisi, 3. sırada sulama enerjisi, 4. sırada makine enerjisi, 5. sırada kullanılan kimyasallar (ilaç) enerjisi ve 6. sırada ise insan işgücü

enerjisi yer almıştır. Araştırma alanında buğday üretiminde ilaç kullanımı yoğun değildir.

Buğday üretiminde 1 ha alan için birim alan başına 10.58 MJ ha⁻¹ insan enerjisi tüketilmiş, bu değer toplam enerji girdisine oranı %0.06 ile en düşük girdiyi oluşturmuştur. Tüm girdiler içerisinde gübre enerji girdisi 8748.38 MJ ha⁻¹ tüketerek %45.98 oranı ile en yüksek sırada hesaplanmıştır. Bunu sırasıyla; tohum enerji girdisi 4626.79 MJ ha⁻¹ (% 24.32), yakıt enerjisi 2697.25 MJ ha⁻¹(%14.18), sulama enerjisi 2362.50 MJ ha⁻¹ (% 12.42), kimyasal enerji girdisi ise 269.19 MJ ha⁻¹ (%1.41), alet / makine enerjisi için 309.52 MJ enerji tüketilmiş, bu değer toplam enerji içerisinde % 1.63 oranına karşılık gelmektedir (Tablo 4.2).

Tablo 4.3. Buğday üretimi enerji etkinlik göstergeleri

Hesaplamalar	Birim	Değer
Ürün	kg ha ⁻¹	5482
Enerji girdisi	MJ ha ⁻¹	19024.21
Enerji çıktısı	MJ ha ⁻¹	80585.40
Enerji kullanım etkinliği (Enerji oranı)		4.24
Enerji verimliliği	kg MJ ⁻¹	0.29
Spesifik enerji	MJ kg ⁻¹	3.47
Net enerji	MJ ha ⁻¹	61561.19

Birim buğday üretim alanı başına toplam enerji tüketim değeri 19024.21 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Buğday üretimi sonucu elde edilen toplam enerji çıktısı 80585.40 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Enerji kullanım etkinliği değeri 4.24 elde edilmiştir. Spesifik enerjinin 3.47 MJ kg⁻¹ ortalama değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde enerji üretkenliği ve net enerji verimi değerleri sırasıyla 0.29 kg MJ⁻¹ ve 61561.19 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.3).

Buğday ile ilgili yapılan enerji kullanım etkinliği çalışmalarında Shahin ve ark. (2008) İran'ın Ardabil ilinde enerji kullanım etkinliğini 3.13 olarak, Tipi ve ark. (2009) Türkiye'nin Marmara Bölgesi'nde enerji kullanım etkinliğini 3.09 olarak, Karaağaç ve ark. (2011) Türkiye'nin Adana ili Hacıali yöresinde enerji kullanım etkinliğini 3.09 olarak, Kardoni ve ark. (2013) İran'ın Kuzistan ilinde enerji kullanım etkinliğini 1.76 olarak, Gökdoğan ve Sevim (2016) Türkiye'nin Aksaray ili Eskil ilçesinde enerji kullanım etkinliğini 2.97 olarak hesaplamışlardır.

Bu çalışmada hektara buğday verimi 5482 kg olarak hesaplanmış olup buğday ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda Shahin ve ark. (2008) 6357 kg ha⁻¹ olarak, Tipi ve ark. (2009) 4346 kg ha⁻¹ olarak, Karaağaç ve ark. (2011) 2587.20 kg ha⁻¹ olarak, Kardoni ve ark. (2013) 4285 kg ha⁻¹ olarak, Gökdoğan ve Sevim (2016) 5237.48 kg ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Çalışma sonuçlarına göre enerji girdisi 19024.21 MJ ha⁻¹ enerji çıktısı 80585.40 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmış olup buğday ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda Shahin ve ark. (2008) enerji girdisini 38356.39 MJ ha⁻¹ enerji çıktısını 120097.90 MJ ha⁻¹ olarak, Tipi ve ark. (2009) enerji girdisini 20653.54 MJ ha⁻¹ enerji çıktısını 63886.20 MJ ha⁻¹ olarak, Karaağaç ve ark. (2011) enerji girdisini 16553.94 MJ ha⁻¹ enerji çıktısını 57985.62 ha⁻¹ olarak, Kardoni ve ark. (2013) enerji girdisini 35605 MJ ha⁻¹ enerji çıktısını 62989.50 MJ ha⁻¹ olarak, Gökdoğan ve Sevim (2016) enerji girdisini 25876.29 MJ ha⁻¹ enerji çıktısını 76990.96 MJ ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Enerji etkinliği göstergesi olan enerji oranı yardımıyla etkinlik karşılaştırmasının yapılması mümkündür. Enerji oranı yüksek olan işletmelerde görece daha etkin ve verimli enerji kullanımı sonucu üretimin gerçekleşmiş olduğu söylenebilir. Enerji etkinliğinin önemli göstergelerinden birisi olan özgül enerji değeri ile birim ürünün ne kadar girdi enerjisi harcanarak üretildiği değerlendirilmektedir.

Enerji üretkenliği ile üretime giren enerjinin birim miktarı ile ne kadar ürün elde edildiği belirlenmektedir. Diğer bir ifadeyle, enerji üretkenliği değerleriyle, enerjinin ürüne dönüşme süreci hakkında net kıyas düzlemi oluşturulabilmektedir. Bu konuda güvenilir ve hatasız yorum yapabilmek için veri toplanan işletmelerin düzenli tutulan kayıtlarından yararlanmak büyük önem taşımaktadır (Aydın, 2020).

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirildiği gibi; çok sayıda işletmeden veri toplanması durumunda, tüm işletmelerin içerisinde en az enerji tüketimiyle en fazla üretimin gerçekleştirildiği işletmenin referans alınmasıyla, diğer işletmelerin üretim etkinlikleri hakkında bilgi edinilmesi mümkündür. Net enerji verimi (NEV) değeri 61561.19 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. NEV değeri ile işletmelerin enerji değerlerinin kaba bir yaklaşımla karşılaştırılması mümkündür.

Üretim sonucunda kazanılan toplam enerji miktarı ile üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarı arasında oluşan fark net enerji verimi (MJ ha⁻¹) olarak tanımlanmaktadır (Baran ve ark., 2016). Diyarbakır koşullarında buğday üretiminde net enerji verimi, sadece birim üretim alanından (ha) alınan tohum miktarı dikkate alındığında 61561.19 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Buğday ile ilgili yapılan diğer

çalışmalarda Shahin ve ark. (2008) net enerjiyi 81741.51 MJ ha⁻¹ olarak, Tipi ve ark. (2009) net enerjiyi 43232.66 MJ ha⁻¹ olarak, Karaağaç ve ark. (2011) net enerjiyi 47332.26 MJ ha⁻¹ olarak, Kardoni ve ark. (2013) net enerjiyi 27384.50 MJ ha⁻¹ olarak, Gökdoğan ve Sevim (2016) net enerjiyi 51114.67 MJ ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Tablo 4.4. Buğday üretiminde enerji girdi türleri

Enerji türleri	Enerji girdisi (MJ ha ⁻¹)	Oran (%)
Doğrudan enerji ^a	5070.33	26.65
Dolaylı enerji ^b	13953.88	73.35
Toplam	19024.21	100
Yenilenebilir enerji ^c	6999.87	36.79
Yenilenemez enerji ^d	12024.34	63.21
Toplam	19024.21	100

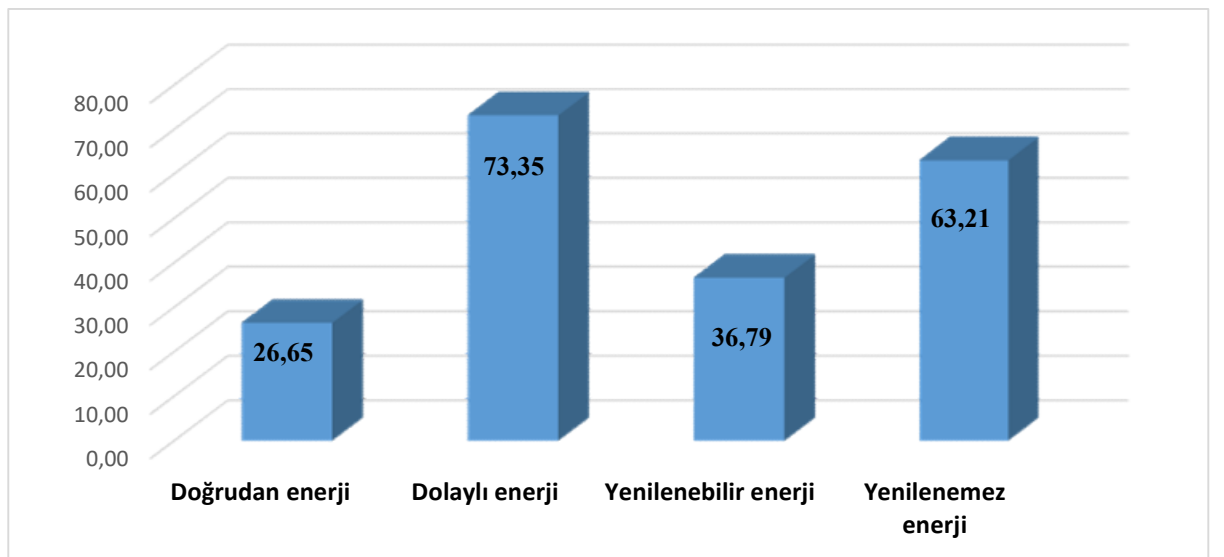
^a İnsan işgücü, dizel yakıt ve sulama suyu,

^b Tohum, kimyasal gübreler, kimyasallar ve makine gücü,

^c İnsan işgücü, tohum ve sulama suyu,

^d Dizel yakıt, kimyasallar, kimyasal gübreler ve makine gücü.

Buğday üretiminde doğrudan ve dolaylı enerji kaynakları incelendiğinde doğrudan enerji kaynakları 5070.33 MJ ha⁻¹, dolaylı enerji kaynakları 13953.88 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Oransal olarak değerlendirildiğinde doğrudan enerji kaynakları %26.65, dolaylı enerji kaynakları %73.35 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.4). Yenilenebilir enerji girdisi 6999.87 MJ ha⁻¹, yenilenemez enerji 12024.34 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Oransal olarak değerlendirildiğinde yenilenebilir enerji kaynakları %36.79, yenilenemez enerji kaynakları %63.21 olarak belirlenmiştir (şekil 4.1.)



şekil 4.1. Girdilerin enerji kaynağına göre enerji değerleri

Buğday ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda benzer şekilde Shahin ve ark. (2008), Tipi ve ark. (2009), Karaağaç ve ark. (2011), Kardoni ve ark. (2013), Gökdoğan ve Sevim (2016) enerji girdilerinde doğrudan enerjiyi dolaylı enerjiden fazla, yenilenemez enerjiyi yenilenebilir enerjiden daha fazla olarak belirlemişlerdir.

4.2. Sera Gazı (GHG) Emisyonu

Sera gazı emisyonlarının salınması Türkiye için büyük bir endişe kaynağıdır. Ancak, sadece enerji tüketmekle kalmayıp aynı zamanda çevre üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkileri olabileceği için Türkiye'de tarım çevresel etkilerin en önemli aktörleri arasında yer almaktadır. Buğday üretiminin GHG emisyonlarının sonuçları, Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5 Buğday üretiminde toplam GHG emisyonları

Girdiler	Birim	Hektar başına miktar (birim ha ⁻¹)	GHG Emisyonları (kg CO ₂ -eş ha ⁻¹)	Oran (%)
İnsan İşgücü	h	5.40	3.78	0.10
Makine	MJ	309.52	21.98	0.58
N	kg	120.93	552.65	14.60
P	kg	127.93	150.96	3.99
Kimyasallar	kg	2.66	36.97	0.98
Yakıt	L	47.90	132.20	3.49
Sulama	m ³	3750.00	637.50	16.84
Tohum	kg	294.70	2248.56	59.41
Toplam	-	-	3784.60	100
GHG Oranı (kg başına)	-	-	0.69	-

Toplam GHG emisyonları 3784.60 kgCO₂-eş ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Toplam GHG emisyonları girdilerinin içerisinde en yüksek payı, % 59.41 bir pay ile tohum girdisi almıştır. Bunu sırasıyla sulama girdisi (%16.84) ve kimyasal gübre girdileri (%14.60) takip etmiştir. GHG oranı (kg verim başına) 0.69 kgCO₂-eş kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Benzer çalışmalarda, Eren ve ark. (2019) toplam GHG emisyonunu 2075 kgCO₂-eş ha⁻¹ ve GHG oranını 1.16 kgCO₂-eş kg⁻¹ olarak, Khoshnevisan ve ark. (2014) toplam GHG emisyonunu 2711.58 kgCO₂-eş ha⁻¹ olarak, Nabavi Pelesarai ve ark. (2016) kivi üretiminde GHG emisyonunu 1310 kgCO₂-eş ha⁻¹, Mohammadi Barsari ve ark. (2016) karpuz üretiminde GHG emisyonunu 460.41 kgCO₂-eş ha⁻¹, Özalp ve ark. (2018) nar üretiminde GHG emisyonunu kgCO₂-eş ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

5.1 Sonuçlar

Çalışma sonucunda buğday üretiminde enerji verimliliği ve sera gazı emisyonu belirlenmiş olup üretimdeki girdilerin birim üretim alanı başına düşen enerji karşılıkları, elde edilen ürünün enerji verimi ve sera gazı değerleri hesaplanmıştır. Çalışmada buğday üretiminde doğrudan ve dolaylı enerji kullanım miktarları ve toplam enerji tüketimindeki payları belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, buğday üretiminde toplam enerji tüketimi $19024.21 \text{ MJ ha}^{-1}$, enerji girdisi ise $80585.40 \text{ MJ ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Enerji tüketiminin en fazla olduğu girdinin $8748.38 \text{ MJ ha}^{-1}$, değeri ile gübrelemeye ait olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla; tohum enerji girdisi $4626.79 \text{ MJ ha}^{-1}$ (%24.32), yakıt enerjisi $2697.25 \text{ MJ ha}^{-1}$ (%14.18), sulama enerjisi $2362.50 \text{ MJ ha}^{-1}$ (%12.42), kimyasal enerji $269.19 \text{ MJ ha}^{-1}$ (%1.41), makine enerjisi $309.52 \text{ MJ ha}^{-1}$ (%1.63), insan enerjisi 10.58 MJ ha^{-1} (%0.06) takip etmiştir.

Buğday üretiminin enerji oranı, enerji verimliliği, spesifik enerji ve net enerji verimi değerleri sırasıyla 4.24 , 0.29 kg MJ^{-1} , 3.47 MJ kg^{-1} ve $61561.19 \text{ MJ ha}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Buğday üretimi için toplam GHG emisyonu $3784.60 \text{ kgCO}_2\text{-eş ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Toplam GHG emisyonları içerisinde en yüksek pay tohuma (%59.41) aittir. Tohumu sırasıyla sulama (%16.84), azotlu gübre kullanımı (%14.60), fosfatlı gübre kullanımı (%3.99), yakıt kullanımı (%3.49), kimyasal ilaç kullanımı (%0.98), alet makine kullanımı (%0.58) ve insan işgücü (%0.10) takip etmiştir. Buna ilave olarak, buğday üretiminde GHG oranı $0.69 \text{ kgCO}_2\text{-eş ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Yakıt-yağ girdisinde en fazla enerji tüketimi toprak işlemede görölmektedir. Ayrıca enerji tüketiminde ikinci en yüksek sırayı gübre enerjisinin aldığı görölmektedir. Bu nedenle buğday üretiminde yakıt-yağ girdisini ve gübre enerjisini azaltmak için farklı ve alternatif toprak işleme yöntemleri ile gübreleme yöntemlerinin araştırılması gerektiği düşünölmektedir.

5.2 Öneriler

Tarımsal üretimle ilgili olarak yapılacak enerji analizleri tarımsal sistemlerin enerji tüketimi önemlidir. Bir tarımsal üretim kolunda birim alandaki ürünün enerji eşdeğeri ile üretim için harcanan enerji eşdeğeri arasındaki oran, başarılı ve kârlı bir üretim için bir gösterge ve bir kıyas değeri olarak kullanılabilereği gibi, çevresel duyarlılığın hızla arttığı günümüzde enerjinin etkin kullanımı açısından da önemli bir değerdir. Enerji kullanımı, sera gazı emisyonları ve bunların küresel iklim

değişikliklerine olan potansiyel etkileri en çok tartışılan konulardan birisidir. Endüstri, ulaştırma, ticaret, konut ve tarım sektörlerinde enerji kullanımını azaltmanın en etkin yöntemlerinden birisi de, enerji kullanma etkinliğini artırmaktır.

Günümüzün sorunu olan arazinin kullanımı ve yönetimi sistemin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. 21. Yüzyılın başlarında, tarımsal uygulamalardan ve toprak çevresel bozulmaya bağlı olarak gıda güvenliği ve tarımsal uygulamalardan ortaya çıkan sera gazları ve CO₂ emisyonu, sera gazlarının etkisinin hızla artmasına sebep olmuştur. Burada dikkati çeken karbon emisyonu yoğun birkaç tarımsal uygulama vardır. Bunlar arasında pullukla toprak işleme, gübreleme, pestisitler ve sulama sayılabilir. Bu uygulamaların kullanım etkinliğini arttırmak veya kullanımını azaltmak için dikkatli değerlendirme yapmak gerekmektedir. Pullukla toprak işlemenin toprak işlemez tarıma dönüşümü, entegre edilmiş azot yönetimi ve zararlı kontrol uygulamaları, damla sulama ve toprak altı sulama yöntemlerinin adaptasyonu ile su kullanımının iyileştirilmesi karbon emisyonunu kontrol etmeyi sağlayacaktır. Birim alandan karbon girdisinin kontrolünü geliştirmek ve etkinliğini arttırmak, kayıpları azaltmak gibi su ve toprak kaynaklarının idaresi yaklaşımı önemli bir stratejidir (Çelen, 2016).

Tarımda enerji kullanım etkinliğini artırmak için işletmelerin mekanizasyon alt yapısı için enerji verimliliği yüksek olan teknolojilerden yararlanılmalı, güç kaynağına uygun kapasitede alet / makine kullanılmalı, işletme için gerekli güç optimizasyonu sağlanmalıdır (Öztürk ve ark., 2015). Yenilenebilir enerji oranının artırılması için yenilenemez enerji girdilerinin azaltılması, çiftlik gübresi kullanımının buğday üretiminde kullanımının yer alması gerekmektedir.

Bu sonuçlar ışığında; geniş tarım alanlarında yeni toprak işleme sistemlerinin uygulanması, farklı tarımsal ve alternatif gübre kullanım yöntemlerinin tanıtılması, sulamada doğru planlama, yeni sulama yöntemlerine geçiş ve tarımda alternatif enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması gibi yöntemlerin tarımda enerji tüketimini ve kullanımını azaltmada önemli faktörler olduğu söylenebilir.

6. KAYNAKLAR

- Abay, C., Olhan, E., Uysal, Y., Yavuz, F., Türkekul, B., 2005. Türkiye’de Tarım Politikalarında Değişim, Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası* Ankara
- Acaroğlu, M. 1998. Energy from biomass and applications. *University of Selçuk, Graduate School of Natural and Applied Sciences*, Textbook. Turkey
- Aksoy, A., Atsan, T., Yavuz, F., 2002, Türkiye’de antepfıstığı sektörünün ekonometrik analizi, *V. Tarım Ekonomisi Kongresi*, Erzurum, 388-394
- Aksoy, A. ve Yavuz, F. 2012. Çiftçilerin küçükbaş hayvan yetiştiriciliğini bırakma nedenlerinin analizi: Doğu Anadolu Bölgesi örneği. *Anadolu Tarım Bilim. Dergisi*, 2012, 27(2), 76-79.
- Anonim 2019. Buğday tarımı erişim linki, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/Bu%C4%9Fday%20Tar%C4%B1m%C4%B1.pdf>, erişim tarihi: 09.12.2019
- Anonim 2020a. Türkiyede sera gazı emisyonu, erişim linki : https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%E2%80%99de_sera_gaz%C4%B1_emisyonu, erişim tarihi: 01.09.2020
- Anonim 2020b. Diyarbakır ili haritası, Erişim Linki: <https://www.google.com/search?>, Erişim Tarihi: 10.10.2020
- Anonim 2020c. Diyarbakır, Erişim linki: <https://www.diyarbakir.bel.tr/>, Erişim tarihi: 01.08.2020
- Anonim 2021a. Buğday, erişim linki: <https://tr.wikipedia.org>, erişim tarihi: 06.06.2021
- Anonim 2021b. Buğdayın kökeni, <https://avys.omu.edu.tr>, erişim tarihi: 10.09.2021
- Anonim 2021c. Buğday ve çeşitleri, erişim linki: <https://www.gidanotlari.com>, erişim linki: 04.06.2021
- Anonim 2021d. Buğday yetiştiriciliği, erişim linki: <https://ankara.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liftet/bugdayyetistiriciligi.pdf>, erişim tarihi: 21.09.2021
- Anonim 2021e. buğday iklim istekleri, erişim linki: <http://ankomer.com/Sayfa.aspx?pid=%2064&cid=%200&Lang=TR>, erişim tarihi: 21.09.2021
- Anonim 2021f. Buğdayda ekim, <https://www.hortiturkey.com/bitki-yetistiriciligi/bugday-yetistiriciligi>, erişim tarihi: 15.10.2021

- Anonim 2021g. Buğday tarımı,
<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/Bu%C4%9Fday%20Tar%C4%B1m%C4%B1.pdf>, erişim tarihi: 04.04.2021
- Anonim 2021h. Buğdayda pas hatalığı, <http://2atohumculuk.com/upload/files/gorulen-hastaliklar/BU%C4%9EDAYDA%20KARA%20PAS.pdf>, Erişim tarihi: 15.01.2021
- Anonim 2021i. Buğdayda süne hastalığı,
<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/zmmae/Belgeler/Sol%20Menu/Zirai%20M%C3%BCcadele%20Rehberi/Hububat/Hububat-Zarar%C4%B1.pdf>, Erişim tarihi: 08.07.2021
- Anonim 2021j. Bitki koruma makinaları,
<https://tarimmakinalari.cu.edu.tr/storage/Serdar%20%C3%B6ztekın%20ders%20notu/Tar%C4%B1msal%20Mekanizasyon%20bitki%20koruma.pdf>, Erişim tarihi: 01.10.2021
- Anonim 2021k. Buğday üretim miktarları, <https://fdc.nal.usda.gov/>, erişim tarihi: 02.09.2021
- Arıkan, M., 2011. Adana İlinde Kolza Üretiminde Enerji Kullanımı. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım makineleri Anabilim Dalı*. Yüksek Lisans Tezi, Adana,65s
- Atmaca, Ç. ve Sevimoğlu, O., 2020, Şehir Kaynaklı Sera Gazı Emisyonunun Belirlenmesi: Kocaeli İli Örneği, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 1616-1627, 2020
- Aydın, G., Karakurt, İ., Aydınler, K. 2011. Antropojenik Metan Emisyonlarının Sektörel Analizi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Trabzon*
- Aydın, A., 2020. Fındık Üretiminde Enerji ve Maliyet Analizleri, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı*. Yüksek Lisans Tezi, Adana,97s
- Aydın, B., Aktürk, D. E., Özkan, E., Hurma, H., Kiracı, M.A., 2017. Armut üretiminde karşılaştırmalı enerji kullanım etkinliği ve ekonomik analiz: trakya bölgesi örneği. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(9): 1072-1079, 2017.
- Azizi, A. and Heidari, S. 2013. A comparative study on energy balance and economical indices in irrigated and dry land barley production systems. *International Journal of Environmental Science and Technology*,10, 1019-1028.
- Azarpour, E., 2012. Evaluation energy balance and energy indices of alfalfa production under rain fed farming in north of Iran. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. (7)5, 302-306.
- Banaeian, N., Omid, M. Ahmadi, H., 2011. Energy and economic analysis of greenhouse strawberry production in tehran province of İran. *Energy Conversion & Management*, 52, 1020-1025.

- Baran, M. F., Karaağaç, H. A., 2014. Kırklareli koşullarında ikinci ürün ayçiçeği üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 1(2), 117–123, 2014
- Baran, M. F., Gökdoğan, O., Karaağaç, H. A., 2014. Kanola üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi (Kırklareli ili örneği). *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3), 331-337, 2014.
- Baran M F, Gökdoğan O., 2014. Karpuz ve kavun yetiştiriciliğinde enerji girdi-çıkıtı analizi: Kırklareli ili örneği. *Anadolu Tarım Bilim. Dergisi*. 29(3), 217-224.
- Baran, M.F., O.Gökdoğan, 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., R.Polat and O.Gökdoğan, 2016. Comparison of energy use efficiency of different tillage methods on the secondary crop sunflower production. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(11):4937-4943
- Baran, M.F., 2016. Energy analysis of summery vetch production in Turkey: A case study for Kırklareli province, *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 16 (2): 209-215, 2016, ISSN 1818-6769© IDOSI Publications, 2016, DOI: 10.5829/idosi.aejas.2016.16.2.12856
- Baran, M., F. ve Gökdoğan, O., 2017. Determination of energy use efficiency of sesame production. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14 (03),73-79.
- Baran, M.F., 2017. Energy and economic analysis of vetch production in Turkey: A case study from thrace region, *Feb - Fresenius Environmental Bulletin*, ISSN 1018-4619, Volume 26-No:3/2017 , pages:1996-1972
- Baran, M.F, Gökdoğan, O, Oğuz, H.İ, 2017. Determining of energy input-output analysis in plum (*Prunus domestica* L.) production, *Erwerbs-Obstbau*, 59(4), 331–335
- Baran, M.F., Karaağaç, H.A., Bolat, A., Çil, A., Çil, A.N. 2019. Yerfıstığı üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*,15, 103-111.
- Baran, M.F. and Gökdoğan, O., 2020. Determination of energy balance in pumpkin seed (*Cucurbita pepo* l.) production, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. (19), 43-47.(DOI: 10.31590/ejosat.715740)
- Baran, M.F., Gökdoğan, O., Yılmaz, Y., 2021. Determination of energy balance and greenhouse gas emissions (GHG) of cotton cultivation in Turkey: A case study from bismil district of Diyarbakır province. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 322-332
- Baran, M.F. 2022, Determination of energy use efficiency and greenhouse gas (GHG) emissions of persimmon (*Diospyros kaki* L.) production in Turkey (A Case Study in Adıyaman Province). *Erwerbs-Obstbau* (2022). <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00639-0>

- Bayhan, Y., 2016. İkinci ürün ayçiçeği üretiminde farklı toprak işleme ve doğrudan ekim yöntemlerinin enerji kullanım etkinliğinin karşılaştırılması, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 201613(02), 102-109
- Bayramoğlu, Z. 2010. Tarımsal verimlilik ve önemi, *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24 (3), 52-61 ISSN:1309-0550
- Bekiroğlu, O., 2011. Tarımda Karbon Ayak İzi Sürdürülebilir Kalkınmanın Yeni Kuralı: Karbon Ayak İzi. https://www.emo.org.tr/ekler/49c17cab08ed10e_ek.pdf
- Berardi, G.M., 1978. Organic and conventional wheat production: examination of energy and economics. *Agro-Ecosystems*, 4: 367–76.
- BioGrace-II, 2015. Harmonised Calculations of Biofuel Greenhouse Gas Emissions in Europe. BioGrace, Utrecht, The Netherlands. <http://www.biograce.net>. Erişim tarihi: 15.10.2019
- Bojaca, C.R. and Schrevens, E., 2010. Energy assessment of peri-urban horticulture and its uncertainty: case study for Bogota, Colombia. *Energy*. 35(5), 2109-2118.
- Clark, S., Khoshnevisan, B., Sefeedpari, P., 2016. Energy efficiency and greenhouse gas emissions during the transition to organic and reduced-input practices: Student farm case study. *Ecological Engineering*. 88, 186-194
- Çanakcı, M., Topakcı, M., Akıncı, İ., Özmerzi, A., 2005. Energy use pattern of some field crops and vegetable production: Case study for Antalya Region, Turkey. *Energy and Conversion Management*, 46(4), 655-666.
- Çalışır, S., Güney, M., Aydın, C., 1991. Konya Bölgesinin Tarımsal Mekanizasyon Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi*, 25 – 27 Eylül 1991, Konya.
- Çelen, İ.H., 2016. Tarımsal uygulamalarda enerji kullanımı üzerine bir değerlendirme, *Electronic Journal of Vocational Colleges*- S: 18-29.
- Çelen, H. İ., Baran, M. F., Önler, E., Bayhan, Y., 2017. Determination of energy balance of apple (*Malus Domestica*) production in Turkey: A case study for Tekirdag province. *Anadolu Tarım Bilim. Dergisi*. 32, 40-45.
- Çiçek, A., Altıntaş, G., Erdal. G., 2011. Energy consumption patterns and economic analysis of irrigated wheat and rainfed wheat production: Case study for Tokat region, Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(3), 378-388.
- Davoodi, M.J.Ş. and Housyar, E., 2009. Energy Consumption of Canola and Sunflower Production in Iran. *American- Eurasian J. Agric. & Environ.Sci.*, 6 (4),
- Demircan, V., Ekinci, K., Keener, H.M., Akbolat, D., Ekinci. Ç., 2006. Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: A case study from Isparta province. *Energy Conversion and Management*, 47, 1761-1769.

- Dilay, Y. 2021. Mısır tarımında enerji bilançosunun belirlenmesi (*Zea Mays L.*). *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 583-587.
- 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 Anabilim Dalı. Doktora Tezi*, Adana,197s
- Eren, Ö., Gökdoğan, O., Baran, M. F., 2019. Determination of greenhouse gas emissions (GHG) in the production of different aromatic plants in Turkey, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(1), 90-96, 2019
- Erdoğan, Y., 2009. Tarımsal üretimde enerji girdi çıktı analizlerinde kullanılacak internet tabanlı bir yazılımın geliştirilmesi, *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, Adana.73s
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Greenhouse Gas Emissions from Agriculture, Forestry and Other Land Use, 2016.Erişim linki: <https://www.thegef.org/what-we-do/topics/agriculture-forestry-and-other-land-uses#:~:text=Agriculture%2C%20forestry%2C%20and%20other%20land,be%20part%20of%20the%20solution.&text=Land%3A%20Keeping%20carbon%20in%20the,change%20through%20%E2%80%9Cavoided%E2%80%9D%20emissions.> Erişim tarihi: 15.10.2016
- Ghaderpour, O., Rafiee, S. and Sharifi, M., 2017. Analysis and modeling of energy and the production cost of alfalfa using multi-layer adaptive neuro-fuzzy inference system in Bukan township. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 48(1), 190-179.
- Ghorttapeh, A. H., Taherifard, E., Gerami, F., 2012. Energy efficiency in alfalfa (*Medicago sativa L.*) production system in north west of Iran (Case Study: Mahabad City). *Annals of Biological Research*, 2012, 3 (5):2469-2473.
- Gökdoğan, O., ve Demir, F., 2013. Isparta yöresinde yağ gülü üretiminde enerji girdi çıktı analizi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 19, 33-43.
- Gökdoğan, O., Sevim, B. 2016. Türkiye’de buğday üretiminde enerji bilançosunun belirlenmesi: Aksaray ili eskil ilçesi örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(04), 36-43.
- Gökdoğan, O. and Erdoğan, O. 2021. Determining the Energy use efficiency and greenhouse gas emissions(GHG) in olive farming. *European Journal of Science and Technology* , (2 3), 717 724
- Göktolga, Z. G., Gözener, B., Karkacier ,O., 2006. Şeftali üretiminde enerji kullanımı: Tokat ili örneği. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 39-44
- Güceyü, Ş., 2020. Zeytin üretiminde mekanizasyon düzeyinin belirlenmesi, enerji ve maliyet analizi: Mersin İli Örneği. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi*, Adana, 83s

- Günindi, B., 2019, Niğde ili Ulukışla ilçesi elma ve kiraz üretiminde enerji kullanım etkinliği ve maliyet analizi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi*, Adana, 119s
- Hetz, E.J., 1992. Energy Utilization İn Chilean Agriculture. *Agricultural Mechanization İn Asia, Africa and Latin America*, Vol. 23 No.2, 52-56
- Hughes, D.J., West, J.S., Atkins, S.D., Gladders, P., Jeger, M.J., Fitt, B.D., 2011. Effects of disease control by fungicides on greenhouse gas emissions by UK arable crop production. *Pest Management*. 67, 1082-1092
- Houshyar, E., Dalgaard, T., Tarazgar, M.H., Jorgensen, U., 2015. Energy input for tomato production what economy says, and what is good for the environment. *Journal of Cleaner Production*, 89, 99-109.
- Karaağaç, M.A., Aykanat, S., Cakır, B., Eren, Ö., Turgut, M.M., Barut, Z.B., Öztürk. H.H., 2011. Energy balance of wheat and maize crops production in Hacıali undertaking. 11th *International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture Congress*, 21-23 September, Istanbul, Turkey, 388-391.
- Kardoni, F., Parande, S., Jassemi, K., Karami, S., 2013. Energy input-output relationship and economical analysis of wheat production in Khuzestan province of Iran. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(9), 2187-2193.
- Kızılaslan, H. 2009. Input-output energy analysis of cherries production in Tokat province of Turkey. *Applied Energy*, 86, 1354-1358.
- Khoshnevisan, B., Shariati, H.M., Rafiee, S., Mousazadeh, H., 2014. Comparison of energy consumption and GHG emissions of open field and greenhouse strawberry production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 316-324
- Khater, I.M.M., Hassan, M.M.A., Yaşar, B., 2008. Energy consumed for barley production in the reclaimed lands of Egypt. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, Cilt:4 Sayı:2. Sayfa 171-178.
- Koçtürk, O. M., 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.
- Lal, R., 2004. Carbon emission from farm operations. *Environment International*, 30:981-990.
- İTOM 2020, Diyarbakır İl Tarım Orman Müdürlüğü Faaliyet raporu, erişim linki: <https://diyarbakir.tarimorman.gov.tr/>, erişim tarihi: 15.12.2020
- Mani, I., Kumar, P. ,Panwar J.S., Kant. K., 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., Saha, K.P., Ghosh P.K., and Hati K.M., Bandyopadhyay. K.K., 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean based crop production systems in central India. *Biomass and Bioenergy*, 23, 337-345.
- MGM, 2020. Diyarbakır ili Meteorolojik Verileri, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=DIYARBAKIR>, Erişim tarihi: 15.10.2021
- Miran, B., 2003. Temel İstatistik. *Ege Üniversitesi Basımevi*, Bornova, İzmir
- Mohammadi A., Tabatabaefar, A., Shahin, S., Rafiee S., Keyhani. A., 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. *Energy Conversion Management*, 49, 3566-3570.
- Mohammadi, A., Rafiee, S., MohtasebiS.S., Rafiee. H., 2010. Energy inputs-yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. *Renewable Energy*, 35:1071-1075.
- Mohammadi-Barsari, A., Firouzi, S., Aminpanah, H., 2016. Energy-use pattern and carbon footprint of rain-fed watermelon production in Iran. *Information Processing in Agriculture*. 3, 69-75.
- Mobtaber, H. G., Akram, A., Keyhani, A., Mohammadi, A., 2011. Energy consumption in alfalfa production: A comparison between two irrigation systems in Iran. *African Journal of Plant Science*. 5(1), 47-51.
- Nabavi-Pelesaraei, A., Rafiee, S., Hosseinzadeh-Bandbafha, H., Shamshirband, S. (2016). Modeling energy consumption and greenhouse gas emissions for kiwifruit production using artificial neural networks. *Journal of Cleaner Production*, 133(1), 924-931.
- Nguyen, T.L.T., Hermansen, J.E., 2012. System expansion for handling co-products in LCA of sugar cane bio-energy systems: GHG consequences of using molasses for ethanol production. *Applied Energy*. 89, 254-261
- Ozalp, A., Yilmaz, S., Ertekin, C. and Yilmaz, I., 2018. Energy analysis and emissions of greenhouse gases of pomegranate production in Antalya province of Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 60(4), 321-329.
- Özkan, B., Akçaöz, H., Fert, C., 2004. Energy input-output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy*. 29:39-51.
- Özberk, I., Özberk, F., Atlı,A., Cetin,L., Aydemir, T., Keklikci, Z., Onal, M.A., Braun, H.J., 2005. Durum wheat in Turkey; yesterday, today and tomorrow. Chapter:33. *Durum Wheat Breeding: Current Approaches and Future Strategies*. Edit by:Royo, C., Nachit, M.N., Difonzo, N.,Araus, J.L., Pfeiffer,W.H., Slafer, G.A. *The Howard Press Inc*. USA. 981- 1010
- Öztürk, H.H., Barut, Z. B., 2005. Türkiye Tarımında Enerji Kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği, Teknik Kongresi, Ankara. Sayfa 1253-1264.

- Öztürk, H. H., 2010. Tarımsal Üretimde Enerji Yönetimi. *Hasad Yayınevi*. ISBN 975-8377-78-7.
- Öztürk, H., Yaşar, B., Eren, Ö., 2015. Tarımda enerji kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynakları www.zmo.org.tr/resimler/ekler/ce30eeb956b8bbd_ek.pdf, Erişim tarihi: 10.01.2019
- Pala, F., Mennan, H., Çığ, F., Dilmen, H. 2018. Diyarbakır'da buğday ürününe karışan yabancı ot tohumlarının belirlenmesi . *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* , 5 (3), 183-190 . DOI: 10.19159/tutad.342885
- Pishgar-Komleh, S.H., Ghahderijani, M., Sefeedpari, P., 2012. Energy consumption and CO2 emissions analysis of potato production based on different farm size levels in Iran. *Journal of Cleaner Production*. 33,183-191
- Rajaeifar, M. A., Akrama, A., Ghobadian, B. Rafiee, S., Heidari, M. D., 2014. Energy-economic life cycle assessment (LCA) and greenhouse gas emissions analysis of olive oil production in Iran. *Journal of Energy*. 66, 139-149.
- Hetz, E. J. 1992. Energy utilization in Chilean agriculture. *Agr. Mech. Asia Africa Latin America (AMA)*. 23(2), 52-56.
- Sabah, M., 2010. Söke Ovasında İkinci Ürün Yağlık Ayciçeği Üretiminde Enerji Kullanımı. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı*. Yüksek Lisans Tezi. Adana,
- Sabancı, A., Başçetinçelik, A., Özgüven, F., Öztürk, H.H., Say, S.M., 2010. Tarım Makinaları 1 (S.M. Say Editör), Nobel Kitabevi, Adana, S.129-154
- Safa, M., Samarasinghe, S., Mohssen, M., 2011. A field study of energy consumption in wheat production in Canterbury, New Zealand. *Energy Conversion & Management*. 52, 2526-2532
- Shahin, S., Jafari, A., Mobli, H., Rafiee, S., Karimi, M., 2008. Effect of farm size on energy ratio for wheat production: A case study from Ardabil province of Iran. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 3(4), 604-608.
- Singh, S., Singh, S., Pannu, C.J.S., Singh, J., 1999. Energy input and yield relations for wheat in different agro-climatic zones of the Punjab. *Applied Energy*. 63, 287-298
- Singh, J. M. 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. International Institute of Management University of Flensburg, *Sustainable Energy Systems and Management*. Master of Science, Germany.
- Singh, S., Singh, S., Singh, J., 2003. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab. *Energy Conversion & Management*. 45, 453-465.
- Styles, D. and Jones, M.B., 2007. Energy crops in Ireland: quantifying the potential life-cycle greenhouse gas reductions of energy-crop electricity. *Biomass and Bioenergy*, 31, 759-772.

- Şahin, G., and Avcıoğlu, A.O., 2016. Tarımsal üretimde sera gazları ve karbon ayak izi, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 2016, 12 (3), 157-162
- Şanlı B., Bayrakdar, S., İncekara, B., 2017, Küresel iklim değişikliğinin etkileri ve bu etkileri önlemeye yönelik uluslararası girişimler, Süleyman Demirel Üniversitesi, *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 22(1), 201-212
- Şehri, M., 2012. Adana yöresi pamuk üretiminde enerji kullanım etkinliği ve maliyet analizi. *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Adana 74s
- Tipi, T., Çetin B., Vardar. Ç., 2009. An analysis of energy use and input costs for wheat production in Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(2), 352-356.
- Tokay, Z., 2018, Türkiye'nin çeltik yetiştiriciliği kaynaklı sera gazı emisyonlarının değerlendirilmesi, *H.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Adana 112s.
- Tuğrul, K. M. 2021. Energy balance for production of selected crops in Turkey, *Journal of Agricultural Machinery Science*, 17(1), 14-21.
- TUIK, 2020, Tarım alet varlığı, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr>, erişim tarihi: 15.11.2021
- TUIK, 2021, Sera gazı emisyon istatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2019-37196&dil=1>, erişim tarih: 05.11.2021.
- Unakıtan, G., Hurma G., Yılmaz. F. 2010. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. *Energy*, 35, 3623-3627.
- USDA Plants, Erişim linki: <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/wheat/data/>, Erişim tarihi: 2.03.2020
- Yaldız, O., Öztürk, H.H., Zeren Y., Başçetinçelik. A., 1993. Energy usage in production of field crops in Turkey. 5th international congress on mechanization and energy in agriculture, Kusadası, Turkey. 11-14 October, 527-536.
- Yaldız O, Öztürk HH, Zeren Y, Başçetinçelik A (1993) Energy usage in production of field crops in Turkey. 5th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, Kuşadası, 11–14. October, pp 527–536
- Yılmaz, İ., Özalp, A., Aydoğmuş, F. 2010. Antalya ili bodur elma üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi: Elmalı ilçesi örneği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 93-97.
- Yousefi, M., Mohammadi, A., 2011. Economical analysis and energy use efficiency in alfalfa production systems in Iran. *Scientific Research and Essays* 6(11), 2332-2336.

EK-1

ANKET ÖRNEĞİ

Ürün :.....

Üretim alanı: Dekar

Üretim işlemleri	İşlem tarihi (Ay)	Kullanılan alet, ekipman	(1 dekada harcanan)			
			İşgücü	Atılan tohum, gübre, ilaç miktarı	Yakıt tüketimi	Girdiler
Kişi sayısı saat	Kaç çalıştı	kg, litre				
1. Toprak işl. çapa vb.						
a) 1. işlem						
b) 2. işlem						
c) 3. işlem						
2. Gübreleme						
d) 1. işlem						
e) 2. işlem						
f) 3. işlem						
3. İlaçlama						
g) 1. işlem						
h) 2. işlem						
i) 3. işlem						
4. Budama						
5. Sulama						
a) Salma sulama						
b) Damla sulama						
c) Diğer						
6. Hasat, nakliye, taşıma						
Hasat						
7. Diğer girdiler						
8. Ürün verimi (kg da ⁻¹)						

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet Hüseyin DEMİREL

EĞİTİM

Derece	Adı,	İl	Bitirme Yılı
Lise	Melik Ahmet Lisesi		2001
Üniversite	: Harran Üniversitesi		2015
Yüksek Lisans	: Dicle Üniversitesi		2020
Doktora	:		

YABANCI DİLLER: İngilizce