



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BİREYSEL SULAMA KUYU
İŞLETMECİLİĞİNİN ENERJİ KULLANIMI
VE BUNA BAĞLI SERA GAZI (SG)
EMİSYONUNUN BELİRLENMESİ

Abdurrahman Yusuf HALKACI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarımsal yapılar ve Sulama Anabilim Dalını

Kasım-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Abdurrahman Yusuf HALKACI tarafından hazırlanan “**Bireysel sulama kuyu işletmeciliğinin enerji kullanımı ve buna bağlı sera gazı (SG) emisyonunun belirlenmesi**” adlı tez çalışması 28/11/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarımsal Yapılar ve Sulama** Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

.....

Danışman

Prof. Dr. Ramazan TOPAK

.....

Üye

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

.....

Üye

Doç. Dr. Sevim Seda YAMAÇ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Sait GEZGİN
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Abdurrahman Yusuf HALKACI

Tarih: 28.11.2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİREYSEL SULAMA KUYU İŞLETMECİLİĞİNİN ENERJİ KULLANIMI VE BUNA BAĞLI SERA GAZI (SG) EMİSYONUNUN BELİRLENMESİ

Abdurrahman Yusuf HALKACI

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Ramazan TOPAK

2022, 35 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

Prof. Dr. Ramazan TOPAK

Doç. Dr. Sevim Seda YAMAÇ

Bu çalışmada, bireysel derin kuyu sulama işletmesinde yıllık enerji kullanımı ve buna dayalı sera gazı (SG) salımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Konya bölgesinde iki farklı çiftçinin derin kuyu sulama işletmesinde 2021 yılında yürütülmüştür. Bu kapsamda işletmelerde üretilen bitkiler için gerçekleştirilen faaliyetler ve faaliyetlerde kullanılan üretim girdileri ve miktarları ile ürün verimleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Girdilerin her birinin birim enerji eş değerleri ve SG emisyon faktörleri dikkate alınarak; işletmenin yıllık enerji kullanımı ve SG emisyon değerleri hesaplanmıştır. Benzer şekilde üretilen ürünlerin birimine (kg) ilişkin enerji içeriği ve ürün verimi dikkate alınarak, yıllık üretilen enerji miktarı hesaplanmıştır. Bireysel kuyu sulama işletmesi için enerjinin kullanılan ve üretilen miktarları ile SG emisyonu değerleri ilgili göstergeler kullanılarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bireysel derin kuyu sulama işletmelerinde yıllık enerji tüketiminin yaklaşık %70'i ve yıllık SG emisyonunun yaklaşık %45-52'sinin sulamada tüketilen elektrik kaynaklı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bireysel Derin Kuyu İşletmesi, Sulama, Enerji Kullanımı, Sera Gazı (SG) Emisyonu, Konya

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF ENERGY USE AND RELATED GREENHOUSE GAS (GHG) EMISSIONS OF INDIVIDUAL IRRIGATION WELL ENTERPRISE

Abdurrahman Yusuf HALKACI

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FARM STRUCTURES AND IRRIGATION**

Advisor: Prof. Dr. Ramazan TOPAK

2022, 35 Pages

Jury

Prof. Dr. Nizamettin ÇİFTÇİ

Prof. Dr. Ramazan TOPAK

Assoc. Prof. Dr. Sevim Seda YAMAÇ

This study was conducted to determine the annual energy use and related greenhouse gas (GHG) emissions of individual deep well irrigation enterprise. That study was conducted at two deep well irrigation enterprise in crop growing season of 2021 year in Konya region. In this context, the production inputs and amounts used for crops cultivated in enterprises and product yields were determined separately. By considering unit energy equivalent values and GHG emission factors of each input, annual energy consumption and GHG emission values were calculated. Similarly by examining energy content and crop yield in accordance of crop production unit (kg), annual produced energy amount was calculated. The evaluation was made using energy used and energy produced as well as GHG emission values indicators at individual deep well irrigation farm. According to the results of the research, it has been determined that in individual deep well irrigation enterprises, 70% of the annual energy consumption and approximately 45-52% of the annual GHG emission is originate from the electricity consumed in irrigation.

Keywords: Individual irrigation enterprise, Groundwater Irrigation, Energy Use, Greenhouse Gas (GHG) Emission, Konya

ÖNSÖZ

Günümüzün en önemli tartışma konularından biri iklim değişikliği konusudur. İklim değişikliği sorunu ve bu sorun üzerine tartışmalar ve çözüm arayışları yakın geçmişimizde başlamış ve gelecekte de devam edeceğe benzetilmektedir. İklimde yaşanan değişikliğe ise neden olarak insan faaliyetleri sonucu atmosfere salınan sera gazları gösterilmektedir. Yüksek Lisans tez çalışması olarak yürütülen bu çalışmada, bireysel derin kuyu sulama işletmesinde üretimde enerji kullanımı ve sera gazı salımı belirlenmeye çalışılmıştır. Günümüzün önemli bir sorunu haline gelmiş olan enerji kullanımı ve karbon salımı gibi güncel bir konuda yüksek lisans tezinin planlanıp, yürütülmesi ve sonuçlarının değerlendirmesinde her zaman yardım ve desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Ramazan TOPAK'a, bilgi birikimlerini bizimle paylaşan anabilim dalındaki değerli hocalarıma, arazi çalışmaları kapsamında işletmelerinin 2021 yılı bitkisel üretim verilerini bizimle paylaşan çok değerli iki çiftçimize teşekkür ediyorum. Ayrıca bizleri yetiştirip, bu günlere getiren, bana bu fırsatları sunan çok değerli aileme sonsuza kadar teşekkürü borç bilirim.

Abdurrahman Yusuf HALKACI
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Materyal	10
3.1.1. Konum ve iklim	10
3.1.2. Bitkisel üretim yapısı	11
3.1.3. Konya'nın su potansiyeli ve YAS sulamaları	11
3.1.4. Derin kuyu sulama işletmelerine ilişkin bilgiler	12
3.2. Metot	16
3.2.1. YAS Kuyu İşletmesinin Enerji Analizleri	16
3.2.2. YAS Kuyu İşletmesinin SG emisyon analizleri	18
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	20
4.1. YAS Sulama İşletmesi Enerji Tüketimi	20
4.2. Enerji Üretimi ve Enerji Göstergeleri	22
4.3. YAS Sulama İşletmesi SG Emisyonları	24
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	28
5.1 Sonuçlar	28
5.2 Öneriler	29
KAYNAKLAR	30
ÖZGEÇMİŞ	35

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

CO₂: Karbondioksit

C: Karbon.

⁰C: santigrat derece

Da: dekar

Ha: hektar

mm: milimetre

kg: Kilogram

m: Metre

m³: Metre küp

%: Yüzde

Kısaltmalar

DSİ: Devlet Su İşleri

eşd: Eşdeğer

MJ: Megajul

SG: Sera gazı

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

YAS: Yeraltı suyu

YÜS: Yerüstü suyu

1. GİRİŞ

Tarımsal üretim, hem bir enerji kullanıcısı hem de enerji üretici bir sistemdir. Biyokütle üretmek için güneş enerjisini kullanırken, bitkiler ana karbon kaynağı olarak atmosferik karbondioksiti (CO_2) kullanmaktadır. Tarım, güneş enerjisini biyokütleyle dönüştüren ürünler yetiştirerek enerji üretir ve bu da insanlara ve hayvanlara enerji sağlar. Ancak tarım, tohum, motorin, elektrik, gübre, bitki koruma, kimyasallar, makine ve insan emeği gibi büyük miktarda enerji girdisi kullanır. Tarımsal kurak alanlarda özellikle sulama işlemi en önemli enerji tüketicisidir. Konya ilinde 652 bin hektar alan sulanmakta olup, bunun yaklaşık 483 bin hektarı YAS kaynaklarından sulanmaktadır. Görüldüğü üzere, il düzeyindeki sulama alanının yaklaşık %74'ünün sulama suyu ihtiyacı YAS kaynaklarından kuyularla karşılanmaktadır. Bölgede sulama kuyuları önemli bir enerji tüketicisidir. Özellikle plansız şekilde açılan ruhsatsız kuyularla emniyetli rezervin dışında aşırı çekim yapıldığı için havzada YAS seviyesi her yıl daha aşağıya düşmektedir. Bu durum, tarımda enerji tüketimini arttırmakta ve dolayısıyla sulama masraflarını ve sera gazı (SG) salımını da arttırmaktadır. Kısacası Konya Ovasında sulama önemli bir enerji kullanıcısı ve önemli bir sera gazı emisyon unsurudur. Bitki üretim sistemlerinin enerji analizleri üzerine yapılmış bazı araştırmalara göre (Mrini ve ark., 2002; Singh ve ark., 2003; Topak ve ark., 2005; Karimi ve ark., 2008; Mantineo ve ark., 2009; Topak ve ark., 2010; Ceran, 2020) sulama işleminin diğer üretim işlemlerine kıyasla önemli miktarda enerji tükettiğini ve sulama ile tüketilen enerjinin büyük bir kısmının yenilenemeyen fosil enerjiden sağlandığını ortaya koymuştur.

Enerji tüketiminin yanı sıra sera gazı emisyonu ve küresel ısınma potansiyeli (GWP) konuları da son yirmi yılda tarımsal üretim sistemlerinde kritik öneme sahip hale gelmiştir (Khoshnevisan ve ark., 2013). Çünkü bitkisel üretimde yapılan üretim faaliyetleri sonucunda karbondioksit (CO_2) ve CO_2 olmayan gazlar (N_2O : nitroz oksit; CH_4 : metan) gibi sera gazları üretildiğinden, doğal sera etkisini artırır. Bununla birlikte, tarımsal bitkiler, fotosentez süreci yoluyla havadaki CO_2 'yi kullanarak azaltırken, kendisinin üretimi de bir sera gazı emisyonu kaynağıdır.

CH_4 ve N_2O ile karşılaştırıldığında, yüksek miktarda CO_2 , tarımsal faaliyetler aracılığı ile bir döngüye uğratılır. Bitkiler, fotosentez yoluyla yüksek miktarda CO_2 'i tüketirken gıda, yem, lif ve yakıt olarak kullanılan tüm bitkisel ürünler en sonunda çürümeyle veya tüketimle tekrar CO_2 'e geri çevrilirler. Tarımdaki karbon

döngüsünün büyüklüğü düşünüldüğünde; tarımsal faaliyetler sonucu oluşan net CO₂ salınımı miktarı düşüktür ve bu salınımın ana kaynağı tarımsal faaliyetler ile tarım ürünlerinin işlenmesi ile nakliyesi sırasındaki enerji kullanımındır (Kayıkcıoğlu ve Okur, 2012). Yine bu konu ile ilgili olarak Küsters (2009) bildirmektedir ki, her ürün için atmosferik CO₂ fiksasyonu, ürünlerin üretimiyle ilişkili olarak atmosfere salınan CO₂ emisyonlarından çok daha yüksektir.

İklim değişikliği ile mücadele uyum ve azaltım başlıkları altında değerlendirilmektedir (Black ve ark., 2011). Yeşil alanların artırılması iklim değişikliği ile mücadelede azaltım başlığı altında değerlendirilmektedir (Spittlehouse ve Stewart, 2003). Bu da göstermektedir ki tarımsal amaçlı bitkisel üretim de doğrudan azaltıma katkı sağlamaktadır. Ancak bitkisel üretim faaliyetleri neticesi açığa çıkan ve iklim değişikliğine katkı sunan sera gazlarının minimal seviyede olması büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda Robertson (2004) tarımsal üretim kaynaklı CO₂ salımının azaltılmasına yönelik olarak 4 öneride bulunmuştur. Bunlar: enerjinin verimli kullanımı, toprakta karbon tutulumunun artırılması, üretimde kullanılan girdilerin üretiminde fosil yakıt kullanımının azaltılması ve bitkisel ve hayvansal üretimde verimliliğin artırılması.

Birçok araştırmacı dünyanın farklı yerlerindeki sera gazı emisyonlarını CO₂ eşdeğeri olarak tahmin etmiş ve Çin'deki tarımsal sulamadan kaynaklanan SG emisyonlarının 36,72–54,16 Mt CO₂ eş değerine tekabül ettiği bildirilmiştir (Zou ve ark., 2015). Su pompalama ve taşıma, tarım sektöründeki enerji faaliyetlerinden kaynaklanan toplam emisyonların %50-70'ini oluşturmaktadır. Kuyudan pompalama, toplam emisyonların %61'ini oluşturan en büyük emisyon kaynağıdır. Pakistan'da yeraltı suyu sulamasının bir sonucu olarak 3,8 Mt karbon yayıldığı rapor edilmiştir (Qureshi, 2014). Bununla birlikte, basınçlı sulama gibi gelişmiş sulama uygulama yöntemlerinin benimsenmesi, uygulama verimliliğini artıracak ve bu da yeraltı suyu çekimlerini azaltacaktır. Bu durum, enerji tüketiminde ve ardından da yeraltı suyu kullanımının karbon emisyonun da %40'lık bir düşüşe yol açacaktır (Karimi ve ark., 2012).

Konya havzası düşük yağışa ve kısıtlı su kaynaklarına sahiptir; ancak Konya ovası, Türkiye'deki en önemli tarımsal üretim alanıdır ve yüksek ürün verimi elde etmek için sulama vaz geçilmezdir. Sulama suyu ihtiyacının çok büyük bir bölümü YAS kaynaklarından karşılanmakta ve aşırı çekim nedeniyle su tablası sürekli düşüş göstermektedir. Havzada bireysel YAS sulama kuyu işletmesi enerji kullanımı ve sera gazı salımına ilişkin her hangi bir veri bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı; havzada

bireysel YAS sulama kuyusu işletmesinin yıllık enerji tüketimi ve sera gazı emisyonunun belirlenmesidir.

Beş bölümden oluşan bu tez çalışmasında giriş bölümünden sonra ikinci bölümde konu ile ilgili olarak yapılmış çalışmalar gözden geçirilmiştir. Üçüncü bölümde araştırmada kullanılan materyal ve metot açıklanmış, dördüncü bölümde ise araştırmadan elde edilen bulgular değerlendirilerek, tartışılmıştır. Beşinci bölümde ise araştırmadan elde edilen sonuçlar verilmiş ve gerekli öneriler yapılmıştır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde genel olarak tarımsal üretim ve özel de ise sulama kaynaklı enerji kullanımı ve seragazi emisyonu konusunu ele almış bazı çalışmaların kısa bir özeti verilerek, bu çalışmanın amacı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Şeflek ve ark. (2018) yaptıkları bir araştırmada, Türkiye koşullarında üretimi yeni olan ketencik bitkisinin enerji bilançosunu analiz etmişlerdir. Çalışma kapsamında; söz konu bitkinin tarımında tüketilen enerji ile üretilen enerji miktarları belirlenerek, enerji verimliliği değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; yapılan denemelerde ve hesaplamalarda 0.756 t ha^{-1} verime bağlı olarak, toplam enerji girdisi $15\ 347.20 \text{ MJ ha}^{-1}$, toplam enerji çıktısı $77\ 390.73 \text{ MJ ha}^{-1}$, enerji kullanım etkinliği 5.04 ve net enerji oranı (NER) 4.04 olarak belirlenmiştir.

Karaağaç ve ark. (2018) ayçiçeği tarımının enerji blancosu üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada ayçiçeği tarımının gerektirdiği üretim girdileri ve miktarları ile ürün verim değerleri çeşitli kaynaklardan temin edilerek, söz konusu bitki için enerji analizi değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilere göre; ayçiçeği üretiminde hektar başına toplam enerji girdisi 11045 MJ/ha , toplam enerji çıktısı ise 88368 MJ olarak hesaplanmış olup, net enerji kazancı 77322.41 MJ/ha olarak belirlenmiştir. Toplam enerji girdileri içerisinde gübre kullanımı %50.9 ile en yüksek paya sahip olduğu bulunmuştur. Bunu sırasıyla %32.8 ile yakıt-yag enerjisi, %10.7 ile makina enerjisi izlemiştir.

Unakıtan ve Aydın (2018) Türkiye’de Trakya bölgesi için buğday ve ayçiçeği tarımının ekonomisi ve enerji verimliliğini analiz etmişlerdir. Çalışma verileri ankete dayalı olarak elde edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlarına göre, buğday tarımı için toplam girdi enerjisi 23231 MJha^{-1} ve ayçiçeği için ise 10139 MJha^{-1} olarak hesaplanmıştır. Üretilen enerji miktarları buğday için 81720 MJha^{-1} ve ayçiçeği için ise 38250 MJha^{-1} olarak belirlenmiştir. Bölgede buğday üretiminin net enerji kazancı 58490 MJha^{-1} ve ayçiçeğinde ise 28111 MJha^{-1} olarak gerçekleştiği bildirilmiştir.

Davoodi ve Housyar (2009) İran’da ankete dayalı olarak yürüttükleri bir çalışmada, ayçiçeği ve kolza üretiminde enerji girdilerini analiz etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen göre, kolza tarımında toplam enerji tüketimi hektar başına 30889 MJ ve ayçiçeği bitkisi üretimi için hektar başına toplam enerji tüketimi ise 22945 MJ olarak hesaplanmıştır. Ayçiçeği üretiminde toplam enerji tüketiminin %28.6’sını elektrik, %27,9’unu dizel yakıtı ve %26.6’sını da gübre kullanımı oluşturmuştur. Benzer

şekilde ayçiçeği üretiminde kullanılan enerjinin %28.6'sı elektrik kullanımından, %27.9'u dizel yakıtından ve %26.6'sı ise gübreden kaynaklıdır.

Rodrigues ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada yağmurlama yöntemi ile sulamalı ayçiçeği üretiminde enerji bilançosunu analiz etmişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, ayçiçeği üretiminde, net enerji kazancı; dairesel hareketli yağmurlama sulama sisteminde 63100-79000 MJha⁻¹ ve geleneksel yağmurlama sulama uygulamasında ise 39200-46100 MJha⁻¹ aralığında değiştiği bildirilmiştir. Bu sonuçlardan görüldüğü üzere, ayçiçeği tarımında, dairesel hareketli yağmurlama sistemi enerji üretkenliği yönünden büyük bir başarı sağlamıştır.

Tzilivakis ve ark. (2005), tarafından yapılan bir çalışmada, İngiltere'de şeker pancarı üretiminde enerji girdilerini ve sera gazı emisyonlarını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, İngiltere'de şekerpancarı üretiminin ortalama enerji girdisi 15720 ile 25940 MJ/ha arasında değişmektedir. Küresel ısınma potansiyeli de hasat edilen her bir ton şeker pancarı başına 0.024 ton CO₂ olup, bu da bir GJ enerji çıktısına karşılık 0.0062 ton CO₂ karşılık gelmektedir. Hacıseferoğulları ve ark (2003) Konya ili Çumra ilçesinde yaptıkları bir tarla çalışma ile şeker pancarının enerji blancosunu belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre; toplam enerji girdisi, toplam enerji çıktısı, çıktı/girdi oranı ve net enerji oranı sırasıyla, şekerpancarı üretiminde tüketilen toplam enerji miktarı 19760 MJ/ha iken buna karşılık üretilen enerji miktarı ise 378491 MJ/ha olarak belirlenmiştir. 19.15 ve 18.15 bulunmuştur.

Yavuz ve ark. (2016) yaptıkları bir çalışmada yerüstü ve yeraltı su kaynakları ile damla yöntemiyle sulanan patates üretimini enerji verimliliği yönüyle değerlendirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen verilere göre; yarı kurak iklim koşullarında patates tarımının enerji tüketimi 63222 MJ/ha ve enerji üretimi ise 183132 MJ/ha olarak gerçekleşmiştir. Patates üretim sisteminin enerji verimliliği yaklaşık 2.9 olarak ifade edilmiştir. Üretimde tüketilen toplam enerjinin yaklaşık %44'ünün sulama işleminden kaynaklandığı bildirilmiştir

Albayati ve Topak (2018) yaptıkları bir çalışmada Konya bölgesinde damla yöntemiyle sulanan taze fasulye tarımını ekonomik açıdan ve enerji kullanımı yönünden değerlendirmişlerdir. Çalışmada, damla sulama kapsamında üç farklı sulama sistemi altında tarla koşullarında üretilen taze fasulyenin üretim girdileri ve ürün değerleri kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, planlanan farklı damla sulama sistemleri taze fasulye tarımında tüketilen toplam enerji miktarını etkilemiş olup, tüketilen enerji 47782 ile 53353 MJ/ha arasında değişmiştir. Ayrıca üretilen enerji-tüketilen enerji oranı ise

0.60-0.86 arasında belirlenmiştir. Benzer şekilde sistem tasarımı, net geliri etkilemiş olup, damla sulama sistemine göre net gelir 22195 ile 25014 TL/ha arasında gerçekleşmiştir. Ayrıca brüt gelir- masraf oranı ise 1.76 ile 1.86 arasında belirlenmiştir. Yazarların bildirdiğine göre, taze fasulye üretimi enerji verimliliği düşük, fakat ekonomik verimliliği yüksek seviyede olan bir üretim sistemidir.

Konya ilinde 652 bin hektar alan sulanmakta, bunun yaklaşık 483 bin hektarı YAS kaynaklarından sulanmaktadır. Görüldüğü üzere, il düzeyindeki sulama alanının yaklaşık %74'ünün sulama suyu ihtiyacı YAS kaynaklarından kuyularla karşılanmaktadır. Bölgede sulama kuyuları önemli bir enerji tüketicisidir. Sulu tarımda bazı bitkilerin enerji analizleri üzerine yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre (Mirini ve ark., 2002; Singh ve ark., 2003; Topak ve ark., 2005; Mantineo ve ark., 2009) sulama işleminin diğer üretim faaliyetlerine kıyasla önemli miktarda enerji tükettiğini ortaya koymuşlardır. Bu bağlamda bazı araştırmacılar tarafından yapılmış çalışmaların bazılarının kısa bir özeti aşağıda verilmiştir.

Topak ve ark. (2005) Yağmurlama sulamalı bitki üretiminde enerji verimliliği üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma kapsamında buğday ve şekerpancarı tarla koşullarında yetiştirilerek, gerekli veriler tarla denemesinden elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; bitkilerin üretiminde tüketilen enerji miktarı buğdayda 19267 MJ/ha, şekerpancarında ise 38100 MJ/ha olarak gerçekleşmiştir. Üretilen –tüketilen enerji oranı ise buğday için 3.86 ve şekerpancarı için ise 7.74 olarak belirlenmiştir. Araştırmacılara göre, enerji verimliliğini arttırabilmek için, sulamada tüketilen enerjinin azaltılması gerekmektedir. Bunun yolu olarak da suyun tasarruflu kullanılması gerektiği ifade edilmiştir.

Topak ve Ceran (2021) bir YAS sulama kooperatifi sahasında basınçlı sulama sistemleri ile sulanan ayçiçeği üretiminin enerji kullanımı ve sera gazı emisyonu değerlendirmişlerdir. Bu kapsamda 19 çiftçinin ayçiçeği üretim faaliyetleri yerinde gözlemlenerek, gerekli veriler toplanmış ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Araştırmacılara göre; ayçiçeği üretiminde hektar başına enerji tüketimi ortalama 31971 MJ olup, bunun yaklaşık %80'ini (25716 MJ/ha) sulama işlemi oluşturmuştur. Üretimden kaynaklı sera gazı salımı ise 2514 kg CO₂eşd/ha olarak belirlenmiş olup, bunun yaklaşık %52'sini (1316 kgCO₂eşd) sulamada tüketilen elektriğin oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Topak ve ark. (2010), şekerpancarı üretiminde farklı sulama rejimlerinin enerji blancosuna etkisini araştırmışlardır. Bu kapsamda damla yöntemiyle tam sulama, %25 kısıntılı ve %50 kısıntılı sulama uygulamalarının enerji kullanımına ve üretim

verimliliğine etkisi değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonuçları, şekerpancarı üretiminde sulama suyundan %25 kısıntı yapılabileceğini, bu uygulamanın şekerpancarı üretimi enerji kullanımında da %11.2 azaltım yapacağını göstermiştir. Ayrıca bu araştırma sonuçlarına göre, şekerpancarı üretimde kullanılan toplam enerjinin yaklaşık %60'ı sulama işleminden kaynaklanmaktadır.

Qureshi (2014) yaptığı bir çalışmada Pakistan'da tarımsal sulamada kullanılan YAS kaynakları yönetiminin iyileştirilmesi yoluyla karbon salımının azaltımı imkanlarını değerlendirmiştir. Bu kapsamda çekilen su miktarının azaltılması ve dolayısıyla enerji tüketiminin azaltılabilme imkanlarını analiz ederek, sera gazı salımının azaltılma imkanları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Pakistan'da her yıl YAS kaynaklarından yaklaşık 50 milyar m³ sulama suyu çekilmekte, bunun için her yıl 6 milyar kWh elektrik ile 3.5 milyar litre dizel yakıtı tüketilmektedir. Bu enerji kullanımına atfedilen karbon emisyonları, yılda 3,8 milyon ton CO₂ tekabül etmektedir. Araştırmacıya göre, Pakistan'da sulama yönetimi iyileştirilerek, YAS kaynaklarından çekilen su miktarının yılda 24 milyar m³ kadar azaltılabileceği ve buna binaen karbon salımının da yine yaklaşık %40'a kadar azaltılabileceği bildirilmiştir.

Topak ve ark. (2009) Konya ili Çumra ilçesinde yapılan bir çalışmada, bazı tarla bitkilerinin (kışlık buğday, şeker pancarı, mısır, kuru fasulye, patates ve havuç) sulamasında tüketilen enerji miktarları belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, sulamada tüketilen enerji havuç bitkisinde 47655 MJ/ha ile en yüksek bulunurken, kışlık buğday üretiminde ise 13167 MJ/ha ile en düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılara göre, tarımsal alandan kurak bölgelerde sulamalı bitki üretiminde sulama suyu ve enerji kullanım etkinliğinin artırılabilmesi için, bitkilere göre sulama programı geliştirilmesi ve uygulanması gerektiğine dikkat çekilmiştir.

Cheng ve ark. (2013) Çin'in Minqin vaha bölgesinde tarımda tüketilen su ve enerji miktarı üzerine yaptıkları bir çalışmada, son 50 yılda tarımsal su kullanımı sonucu bölgede açığa çıkan sera gazı emisyonlarının tahminini yapmışlardır. Değerlendirme sonuçlarına göre; Yeraltı suyu temininde enerji kullanımı, yer altı su seviyesinin ciddi bir şekilde düşüş göstermesinden dolayı % 76 oranında artmış, pompayla suyun ortalama bir metre yükseltilmesi de sera gazı emisyonlarının %2 oranında artmasına neden olmuştur. Ayrıca son 10 yılda yer altı suyunun temininden kaynaklanan sera gazı emisyonları, tarımsal sulamadan kaynaklanan toplam emisyonun % 65-88'ini oluşturmuştur.

Soto-Garcia ve ark. (2013), Güney doğu İspanyanın yarı kurak iklim koşullarındaki Segura nehir havzası sulama bölgelerinde su enerji ilişkilerini analiz etmişlerdir. Çalışmada sulama suyunun farklı su kaynaklarından sağladığı ve zaman içinde su kıtlığına maruz kalan üç bölgenin durumu, 2002-2011 dönemi için analiz edilmiştir. Bu kapsamda su ve enerji ilişkilerini değerlendirebilmek için havza, sulama bölgesi ve çiftlik gibi üç yönetim düzeyinde bir dizi performans göstergesi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre; Havza düzeyinde, sulama suyunun birim hacmi (m^3) başına 0.95 - 1.55 kWh elektrik tüketimi ile yıllık en yüksek enerji tüketimi gerçekleşmiş ve havza toplam tüketimini %71-82'sini oluşturmuştur. Sulama birlikleri, yıllık toplam tüketimin %12-12'ine karşılık gelirken, çiftliklerin bu konuda paylarının oldukça düşük olduğu bildirilmiştir.

Qiu ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, temel sulama suyu kaynağını yeraltı su kaynaklarının oluşturduğu ve dolayısıyla son 10 yılda su tablasının sürekli düşme gösterdiği Kuzey Çin ovasında, yeraltı su seviyesindeki düşmenin neden olduğu enerji tüketimi ve SG emisyonları analiz edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre;, 1996-2013 döneminde, toplam tarımsal yeraltı su tüketiminin %20 arttığı, aşırı çekim nedeniyle yeraltı su tablasının yaklaşık 0.6 m/yıl hızla düştüğü ve bunun sonucu olarak da birim sulama suyu (m^3) başına elektrik tüketiminin 0.5 kWh/ m^3 değerinden, %22 artışla 0.61 kWh/ m^3 artış gösterdiği belirlenmiştir. Bunların bir sonucu olarak, sera gazı emisyonları da %42 artış göstererek, 6.16Mt'dan 8.72 Mt'a yükseliş göstermiştir. Yine ayrıca yeraltı su tablasının düşmesi ile sulama maliyetlerinin büyük oranda arttığı, bu durumun sürdürülebilir tarımsal gelişmeye tehdit oluşturduğuna dikkat çekilmektedir. Ayrıca çözüm olarak yazarlar, ürün kaybı oluşturmayacak şekilde sulama suyu ve enerji tüketiminin azaltılması gerektiği, bunun içinde su tasarruflu sulama yapılması gerektiğine dikkat çekmişlerdir. Bunun bir sonucu olarak da sera gazı emisyonlarında da azalma yaşanabileceği ifade edilmiştir.

Zhao ve ark. (2020) Kuzey Çin'de Habei bölgesinde 3.74 milyon hektarlık alanda ve 870 bin yeraltı suyu sulama kuyusu ile sulanan bir alanda, sulama işlemlerini dikkate alarak, sulama suyu tüketimi ve enerji tüketimi arasındaki ilişkileri analiz etmişlerdir. Çalışmada 1980-2015 yılları arası dönem incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; söz konusu dönemde aşırı çekim nedeniyle yeraltı su tablası sürekli düşüş göstermiş ve bu dönem içinde su kullanımı azalarak, 4800 m^3/ha 'dan 3300 m^3/ha azalmıştır. Söz konusu dönemde sulama suyu çekimi azalmasına rağmen, yeraltı su taplasındaki düşme nedeniyle enerji tüketiminde azalma görülmediği gibi, yaklaşık 100

milyar kWh artış göstermiştir. Bu çalışmanın 2015 yılı sulama verileri kullanılarak yaptığımız hesaplamalara göre; sulama kuyusu başına elektrik tüketimi 17240 kWh ve sera gazı salımı ise CO₂ eş değeri olarak 5550 kg olarak kestirilmiştir.

Yukarıda kısmi fakat kapsayıcı şekilde özetlenen tarım-sulama-enerji tüketimi-karbon salımı ilişkilerinden de görülebileceği gibi bireysel kuyu sulama işletmesi bazında enerji kullanımı ve karbon salımı konusunda yeterli bir veri yer almamaktadır. Bu çalışmada yarı kurak iklime sahip ve tarımsal kuraklığın hüküm sürdüğü Konya bölgesi için derin kuyu sulama işletmesinin yıllık enerji kullanımı ve seragazı salımı belirlenmeye çalışılmıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Konum ve iklim

Bu çalışma, bireysel kuyu sulama işletmesinde üretimde kullanılan yıllık enerji miktarı ile salınan sera gazı miktarını belirlemek için yapılmıştır. Çalışma Konya bölgesinde yürütülmüş olup, Konya ili İç Anadolu Bölgesinde yer alan (Şekil 3.1) ve tarım alanı en büyük ve kullanılabilir su kaynakları bakımından fakir olan ilimizdir.



Şekil 3.1. Konya ilinin yeri

Konya Türkiye'nin en az yağış alan bölgesinde bulunmakta olup, yarı kurak iklime sahiptir. Konya iline ait uzun yıllar (1929-2021) ortalaması değerler olarak bazı iklim verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Çizelge verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 11.8 °C'dir. Aylık sıcaklık ortalamaları açısından en soğuk ay -0.3°C ile Ocak ayı, en sıcak ay ise 24 °C ile Temmuz ayıdır. Yıllık ortalama toplam buharlaşma 1352.5 mm, ortalama yıllık yağış miktarı ise 329 mm olup, yağışların %33.4'ü kış ve %31.6'sı ilkbahar mevsiminde düşmektedir. Ortalama nispi nem %59.5 olup, nispi nem miktarları %40.1 ile %79.8 arasında değişmektedir. En düşük nispi nem Temmuz ve Ağustos aylarında, en yüksek nispi nem ise Aralık ayında gerçekleşmektedir.

Çizelge 3.1. Uzun yıllar (1929-2021) ortalaması iklim verileri (MGM, 2022)

İklim Elemanları	AYLAR												Ort/yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sıcaklık, °C	-0.2	1.5	5.6	11.1	15.9	20.1	23.5	23.3	18.8	12.8	6.5	1.7	11.7
Güneşlenme, h	3.3	4.6	5.9	7.2	9	10.7	11.8	11.4	9.7	7.3	5.3	3.2	7.4
Yağış, mm	38.1	28.5	29.3	32	43.1	26.1	7.5	6.4	13.5	29.5	32.2	43.2	329.4
*Buharlaşma,mm	-	-	-	94.7	166.3	225.3	286.9	266.7	186.1	107.6	19	-	1352.5

*:1985-2020 dönemi (MBM, 2021)

3.1.2. Bitkisel üretim yapısı

Konya yaklaşık 1.86 milyon hektar tarım alanına (TÜİK, 2022) sahip olup, önemli tarla bitkileri dikkate alındığında, Türkiye buğday üretiminin %10'unu, arpa üretiminin %12'sini, kuru fasulyenin %25'ini, şekerpancarının %28'ini üretmektedir. 2018 yılı itibari ile dane mısır üretiminin %20'sini, ayçiçeğinin %16 ve patates üretiminin ise %13'ünü üretir hale gelmiştir. Yine 2018 yılı itibari ile yonca (yeşil ot) üretiminin %7.5'ni ve slaj mısır üretiminin %7.5'ini üretmiştir (Topak ve Kalender, 2019). Bu veriler dikkate alındığında, Konya hem günümüz ve hem de gelecekte gıda üretimi ve dolayısıyla gıda güvenliği boyutuyla Türkiye'nin çok önemli bir üssü olma potansiyeline sahiptir. Yukarıda belirtilen bitkilerden; şekerpancarı, patates, dane ve slajlık mısır, ayçiçeği, kuru fasulye, yonca ve sebzeler sulanarak üretilebilen bitkilerdir. Ayrıca arpa ve buğday tarımının bir kısmı da yine suluda yetiştirilmektedir.

Konya bölgesi yarı kurak bir iklime sahip olup, yıllık yağışın alansal dağılımı 280 ile 600 mm arasında değişmektedir. Ancak, Konya ovalarının yer aldığı çok büyük bir bölümde yıllık yağış miktarı 300-350 mm civarında olup, Türkiye'de en düşük yağış düşen alanı oluşturmaktadır. Dolayısıyla bölgede çok büyük bir alanda yağışa dayalı buğday, arpa, yulaf, çavdar, nohut gibi az sayıda bitkinin üretimi yapılabilen ve bunların da verimi düşük seviyede gerçekleşmektedir.

3.1.3. Konya'nın su potansiyeli ve YAS sulamaları

Konya Tarım ve Orman İl Müdürlüğü verilerine göre, Konya 3.28 milyar m³'ü yerüstü, 2 milyar m³'ü yeraltı olmak üzere toplam 5.286 milyar m³ yenenebilir su potansiyeline sahiptir. Ancak toplam su potansiyelin kullanılabilir miktarı ise 3.87 milyar m³ civarında olup, bunun 2 milyar m³'ü yeraltı sularından (YAS) ve 1.87 milyar m³'ü ise yer üstü sularından oluşmaktadır. Konya'nın toplam tarım alanının 1.87 milyon ha olduğu ve tamamına yakınının sulamaya uygun olduğu dikkate alındığında, su kaynakları varlığının çok kısıtlı olduğu görülmektedir. Konya ilinde günümüze kadar

147803 hektarı YAS sulama kooperatifleri ile YAS ve 211747 hektarı da yerüstü su (YÜS) kaynaklarından olmak üzere devletçe planlı şekilde yaklaşık 359550 ha tarım alanı sulamaya açılmış durumdadır. Bunun dışında Konya bölgesinde halk sulamaları kapsamında 56877 ha'ı yer üstü ve 198872 ha'ı ise YAS kaynakları ile olmak üzere toplam 249749 ha civarında tarım alanı sulamaya açılmış durumdadır (Anonim, 2022). ruhsatlı kuyulardan 143 bin ha ve ruhsatsız kuyular ile 205 bin ha olmak üzere toplam 348 bin ha civarında tarım alanının sulamaya açılmış olduğu da tahmin edilmektedir. Buna göre Konya bölgesinde ruhsatlı 22006 ve ruhsatsız 41071 olmak üzere toplam 63077 adet bireysel YAS sulama kuyusu bulunmaktadır. Bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, Konya ilinde 609299 hektar alan sulanmakta, bunun yaklaşık 340675 hektarı YAS kaynaklarından sulanmaktadır. Görüldüğü üzere, il düzeyindeki sulama alanının yaklaşık %56'sının sulama suyu ihtiyacı YAS kaynaklarından kuyularla karşılanmaktadır. Bölgede sulama kuyuları önemli bir enerji tüketicisidir. Özellikle plansız şekilde açılan ruhsatsız kuyularla emniyetli rezervin dışında aşırı çekim yapıldığı için havzada YAS seviyesi her yıl daha aşağıya düşmektedir. Bu durum, tarımda enerji tüketimini arttırmakta ve dolayısıyla sulama masraflarını ve sera gazı (SG) salımını arttırmaktadır. Kısacası Konya Ovasında sulama önemli bir enerji kullanıcısı ve önemli bir seragazı emisyon unsurudur. Daha önce yapılmış bazı araştırma sonuçlarına göre (Mrini ve ark., 2002; Singh ve ark., 2003; Topak ve ark., 2005; Karimi ve ark., 2008; Mantineo ve ark., 2009; Topak ve ark., 2010; Ceran, 2020), kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama işlemi diğer üretim faaliyetlerine kıyasla önemli miktarda enerji tükettiğini ve sulama ile tüketilen enerjinin büyük bir kısmının yenilenemeyen fosil enerjiden sağlandığını ortaya koymuştur.

3.1.4. Derin kuyu sulama işletmelerine ilişkin bilgiler

Bu çalışmada, Konya bölgesinde yeraltı suyunu kullanan iki adet bireysel sulama kuyu işletmesinin yıllık enerji kullanımı ve buna bağlı seragazı (SG) emisyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma çiftçi koşullarında yürütülmüştür. Bu kapsamda Konya'nın Meram ve Çumra ilçelerinin olmak üzere iki adet bireysel derin kuyu işletmesinin verileri kullanılmıştır. Çalışma 2021 yılı üretim sezonunu kapsamıştır. Çarıklardaki işletmede (1 nolu) 2021 yılında 39 dekar yonca ile 7,5 dekar kuru fasulye parseli olmak üzere toplam 46,5 dekar alanda sulu üretim yapılmıştır. İçeri Çumra

mahallesindeki işletmede ise (2 nolu) 2021 üretim yılında 112.5 dekar alanda şekerpancarı tarımı yapılmıştır. Bu işletmelerde 2021 yılında tarımı yapılan bitkilerin üretiminde kullanılan elektrik, akaryakıt ve gübre miktarları ile hasat edilen ürün miktarları Çizelge 3.2’de verilmiştir. Bu işletmelerde, üretim aşamasında çiftçilere hiç bir şekilde yönlendirme yapılmamıştır. 1 nolu İşletmedeki yoncada 2021 yılı üretim döneminde 5 biçim yapılmış olup, yine 5 kez de balyalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Araştırma konusu işletmelerin YAS kuyularına ilişkin bazı teknik bilgiler Çizelge 3.3’de verilmiştir. Kuyuların elektrik tüketimi 1 nolu işletmede kuyunun elektrik sayacında ilk sulama öncesi ve son sulamadan sonra okuma yapılarak belirlenmiştir. 2 nolu işletmede ise kuyu elektrik faturalarından belirlenmiştir. İşletmelere ait YAS kuyularının ürünler bazında sulama süreleri ve sezonluk uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 3.4’de verildiği gibidir. İşletmelerdeki üretim faaliyetlerinde kullanılan traktör ve makinalar ile bunların kullanım bilgileri Çizelge 3.5’de verilmiştir. Traktör ve makinaların kullanım süreleri söz konusu işletmelerden temin edilmiştir. Traktör ve makine yapım enerji değerleri, onların saat olarak bilinen toplam faydalı ömürlerine bölünerek, saat (h) başı enerji değerleri (MJh^{-1}) belirlenmiştir. Mekanizasyona dayalı tarımsal işlemlerde tüketilen yakıt miktarı, toplam olarak işletmenin kayıtlarından belirlenmiştir. Söz konusu bitkilerin üretiminde kullanılan girdiler ile ürünün birim miktarının (kg) sahip olduğu enerji değerleri literatürlerden derlenerek Çizelge 3.6’da verilmiştir. Benzer şekilde, üretim girdilerinin birim miktarının, karbondioksit eş değeri ($kg CO_2eşd$) olarak kg cinsinden sera gazı emisyon faktör değerleri de literatürden derlenerek Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.2’den görüleceği gibi, 1 nolu işletmede 2021 yılında kuyu elektrik tüketimi 17465 kWh olmuştur. Yine işletmenin yıllık dizel yakıt tüketimi 912.5 L, azot tüketimi 652 kg ve fosfor kullanımı ise 401 kg olarak gerçekleşmiştir. Aynı çizelgeye göre, işletmede 2021 yılında 50 ton kuru yonca ve 2 ton kuru fasulye danesi olmak üzere toplam 52 ton ürün üretilmiştir. Aynı çizelgeden görüleceği gibi, 2 nolu işletmede elektrik tüketimi 33312 kWh, yakıt tüketimi 1095 L, azot tüketimi 1440 kg ve fosfor kullanımı ise 1035 kg olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu 2 nolu işletmede 2021 yılında 720 ton pancar kökü üretilmiştir.

Çizelge 3.2. YAS Kuyu İşletmelerinde 2021 yılı üretim bilgileri

Kuyu İşletmesi	Üretilen Bitkiler	Üretim Alanı (da)	Direk Enerji Kullanımı		Gübre kullanımı		Ürünler Ürün Miktarı(kg)
			Elektrik Tüketimi (kWh)	Dizel Tüketimi (L)	Azot (Kg)	P ₂ O ₅ (Kg)	
1 nolu							
	Yonca	39	15056	877.5	604	366	50000
	K. Fasulye	7.5	2409	35	48	35	2000
	İşletme Gn.	46.5	17465	912.5	652	401	52000
2 nolu							
	Şekerpancarı	112.5	33312	1095	1440	1035	720 000
	İşletme Gn.	112.5	33312	1095	1440	1035	720 000

Çizelge 3.3. İşletmelerin YAS kuyularına ilişkin teknik bilgiler

Kuyu İşletmesi	Kuyu derinliği (m)	Pompa derinliği (m)	Kuyu debisi (m ³ h ⁻¹)
1 Nolu	80	60	96
2 Nolu	110	40	160

Çizelge 3.4. YAS kuyularının 2021 yılı çalışma süreleri ve sezonluk çekilen sulama suyu miktarı

Kuyu İşletmesi	Tarımı Yapılan Bitkiler	Sulama Süresi (h)	Yıllık Çekilen Sulama Suyu Miktarı (m ³)
1 Nolu	Yonca	390	37440
	Kuru Fasulye	60	5760
	İşletme Geneli	450	43200
2 Nolu	Şekerpancarı	500	80000
	İşletme Geneli	500	80000

Çizelge 3.4 verilerinden görüleceği üzere, 1 nolu işletmenin YAS kuyusu 2021 yılında toplam 450 saat çalışarak, yonca için 37440 m³ ve kuru fasulye için 5760 m³ olmak üzere toplam 43200 m³ sulama suyu pompalaması yapmıştır. 2 nolu işletmede ise sulama kuyusu 500 saat çalışmış ve 80 000 m³ sulama suyu çekimi gerçekleştirmiştir.

Çizelge 3.5. YAS Kuyu işletmelerinde Traktör ve makine kullanım bilgileri

Kuyu İşletmesi	Bitkiler	Traktör (h)	Pulluk (h)	Kültivatör (Kazayağı) (h)	Rotatil (Alabora) (h)	Ekim makinesi (h)	Çapa makinesi (h)	Bıçme makinesi (h)	Balya makinesi (h)	Pülverizatör (h)	Hasat makinesi (h)	Harman makinesi (h)	İşçilik (h)
1 Nolu	Yonca	136	-	-	-	-	-	78	58.5			-	-
	K. Fasulye	7	2	1		1	1.5	-	-			1.5	180
	İşletme Gn.	143	2	1		1	1.5	78	58.5			1.5	180
2 Nolu	Şekerpancarı	98	22	10	20	15	20	-	-	11	20		1760
	İşletme Gn.	98	22	10	20	15	20	-	-	11	20		1760

3.2. Metot

3.2.1. YAS Kuyu İşletmesinin Enerji Analizleri

Bireysel sulama kuyusu işletmesinin enerji verimliliğini değerlendirebilmek için üretimde tüketilen enerji (TE_T) miktarı ile üretilen enerji ($ÜE_T$) miktarının analizine gereksinim vardır. Bu kapsamda, bireysel sulama kuyu işletmesinde tarımı yapılan bitkilerin 2021 yılı üretim girdilerinin kullanım miktarları ile elde edilen ürün miktarları belirlenmiştir. Belirlenen üretim girdi miktarları ve ürün miktarları enerji eş değerine dönüştürülerek, Megajul (MJ) enerji biriminde ifade edilmiştir. Bunun için kullanılan her bir üretim girdisinin miktarı, Çizelge 3.6'da verilen enerji katsayısı ile çarpılarak hesaplama yapılmıştır. Üretimde kullanılan Traktör ve diğer makinelerin faydalı ömürleri(ASAE, 1999)'dan derlenmiştir. Aynı şekilde işletmede üretilen ürünlerin miktarları, Çizelge 3.6'da verilen enerji katsayısı ile çarpılarak, işletmede 2021 yılında üretilen enerji miktarı hesaplanmıştır.

Çizelge 3.6. YAS kuyu işletmelerinde üretim girdileri ve çıktıların (ürün) enerji eş değerleri

A-Üretim girdileri	Enerji katsayısı	Referanslar
Elektrik	10.28 MJ kWh ⁻¹	Acaroğlu (2001)
Dizel Yakıtı	40.68 MJ L ⁻¹	Boustead (2003)
Azot (N)	38 MJ kg ⁻¹	Tzilivakis ve ark. (2005)
P ₂ O ₅	12 MJ kg ⁻¹	Tzilivakis ve ark. (2005)
Makine	49.35 MJ kg ⁻¹	Haciseferoğulları ve Acaroğlu (2015)
Traktör	71.38 MJ kg ⁻¹	Acaroğlu ve Aksoy (2005)
İşgücü	1.87 MJ h ⁻¹	Fluck (1992)
B-Ürün çıktısı		
Kuru Fasulye	12.73 MJ kg ⁻¹	Alonso ve Guzman (2010)
Yonca (kuru ot)	9.25 MJ kg ⁻¹	Alataş ve ark. (2016)
Şekerpancarı(kök kurusu)	17.40 MJ kg ⁻¹	Koga (2008)

Bireysel YAS sulama işletmelerinin yıllık toplam enerji tüketimi (TE_T) aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$TE_T = E \times E_1 + D \times E_2 + F \times E_3 + M \times E_4 + TR \times E_5 + HP \times E_6$$

Formülde:

TE_T – YAS sulama işletmesinin yıllık enerji tüketimi (MJ ha⁻¹),

E – Derin kuyunun yıllık elektrik tüketimi (kWh),

E_1 – Elektriğin enerji katsayısı (MJ kWh⁻¹),

D – İşletmede bitkisel üretimde tüketilen yıllık dizel yakıtı (L),

- E_2 – Dizelin enerji katsayısı ($MJ L^{-1}$),
 F – Bitkilerde kullanılan gübre miktarı (kg),
 E_3 – Gübrelerin enerji katsayısı ($MJ kg^{-1}$),
 M – Üretimde makine kullanım süresi (h),
 E_4 – Makinelerin enerji katsayısı ($MJ h^{-1}$),
 TR – Üretimde Traktör kullanım süresi (h),
 E_5 – Traktör enerji katsayısı ($MJ h^{-1}$),
 HP – İnsan işgücü kullanımı(h),
 E_6 – İşçinin birim zamanda harcadığı enerji ($MJ h^{-1}$) değerlerini göstermektedir.

YAS sulama kuyu işletmesinde yıllık üretilen toplam enerji miktarı (\dot{U}_{ET}) aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$\dot{U}_{ET} = \dot{U}_1 \times E_1 + \dot{U}_2 \times E_2 + \dots + \dot{U}_n \times E_n$$

Formülde:

- \dot{U}_{ET} – Yıllık üretilen enerji miktarı (MJ),
 \dot{U}_1 – Birinci bitki ürün miktarı (kg),
 E_1 – Birinci bitki birim ürün ağırlığı enerji eşdeğeri ($MJ kg^{-1}$),
 \dot{U}_2 – İkinci bitki ürün miktarı (kg),
 E_2 – İkinci bitki birim ürün ağırlığı enerji eşdeğeri ($MJ kg^{-1}$),
 \dot{U}_n –n’inci bitki ürün miktarı (kg),
 E_n –n’inci bitki birim ürün ağırlığının enerji eşdeğeri ($MJ kg^{-1}$) değerlerini göstermektedir.

Bir üretim sisteminin enerji verimliliği bazı göstergeler yardımıyla değerlendirilebilmektedir. Bu maksatla çalışmada; alansal (1 hektar alan) ve spesifik (tüketilen 1 MJ enerji ve uygulanan 1 m³ sulama suyu) olmak üzere iki fonksiyonel birim seçilmiştir. Bu kapsamda birim alan sulama enerjisi (SE_A), birim alanda tüketilen enerji (TE_A), birim alanda üretilen enerji (\dot{U}_{EA}), net enerji kazancı (NEK_A), üretilen-tüketilen enerji (\dot{U}_{TE}) oranı, enerji üretkenliği (EP) ve sulama suyu enerji üretkenliği (SSEÜ) gibi temel göstergeler dikkate alınmıştır. SE_A , YAS kuyusu yıllık enerji tüketiminin suladığı işletme alanına bölümü ile hesaplanmıştır. TE_A , üretimde tüketilen

yıllık enerji miktarının üretim alanı büyüklüğüne bölümü ile belirlenmiştir. $\dot{U}E_A$, işletmede üretilen yıllık enerji miktarının üretim alanına bölünmesiyle hesaplanmıştır. NEK_A , hektar başına üretilen enerji miktarından tüketilen enerji miktarı çıkarılarak hesaplanmaktadır. ÜTE oranı, birim alan (ha) başına üretilen enerjinin tüketilen enerjiye oranını göstermektedir. EP, tüketilen 1 MJ enerjiye karşılık üretilen ürün miktarını ifade etmektedir. SSEÜ, birim alan (ha) başına üretilen enerji miktarının birim alana uygulanan sulama suyu miktarına bölümü ile hesaplanmaktadır.

3.2.2. YAS Kuyu İşletmesinin SG emisyon analizleri

Bireysel YAS kuyu işletmelerinin çevresel etkisini değerlendirebilmek için sera gazı (SG) emisyonlarının hesaplaması yapılmıştır. Bu kapsamda işletmedeki yıllık üretimde kullanılan her bir üretim girdisinin SG emisyonları ayrı ayrı hesaplanarak, YAS kuyu işletmesi için toplam sera gazı emisyonları elde edilmiştir. Üretim girdileri için SG emisyonları, Tablo 3.7'de sunulan emisyon faktörü değerleri kullanılarak karbondioksit eş değeri (CO_2 eşd) sisteminde hesaplanmıştır. İşletme için sera gazı emisyonları, girdi miktarının (dizel yakıt, gübreler, makine-ekipman ve sulama için kullanılan elektrik) ona karşılık gelen CO_2 eşd emisyon faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanarak, toplam üretilen sera gazı emisyonları CO_2 eşdeğeri ($kg CO_2$ eşd) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.7. YAS kuyu işletmelerinde üretim girdilerinin seragazı (SG) emisyon faktörleri

Üretim girdileri	Emisyon faktörü	Referanslar
Elektrik	0.55 $kg CO_2$ eşd kWh^{-1}	Dulkadiroğlu (2018)
Dizel Yakıtı	2.76 $kg CO_2$ eşd L^{-1}	Dyer ve Desjardins (2003)
İnsan İş gücü	0.7 $kg CO_2$ eşd h^{-1}	Nguyen ve Hermansen (2012)
Azot (N)	7.759 $kg CO_2$ eşd kg^{-1}	Chen ve ark. (2015)
P_2O_5	2.332 $kg CO_2$ eşd kg^{-1}	Chen ve ark (2015)
Traktör-Makine	0.071 $kg CO_2$ eşd MJ^{-1}	Dyer ve Desjardins (2006)

Bireysel YAS sulama işletmelerinin 2021 yılı sera gazı emisyonu ($kg CO_2$ eşd kuyu⁻¹ yıl) aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$SG_T = E \times EF_1 + D \times EF_2 + G \times EF_3 + M \times EF_4 + \dot{I}G \times EF_5$$

Formülde:

SG_T – YAS kuyu işletmesi SG emisyon miktarı ($kg CO_2$ eşd),

- E – Elektrik tüketim miktarı (kWh),
EF₁ – Elektrik emisyon faktörü (kg CO₂eşd kWh⁻¹),
D – Tüketilen dizel miktarı (L),
EF₂ – Dizel yakıtı için emisyon faktörü (kg CO₂eşd L⁻¹),
G– Kullanılan gübre miktarları (kg),
EF₃– Gübrelerin emisyon faktörü (kg CO₂eşd kg⁻¹),
M – Traktör ve makina kullanımı kaynaklı enerji miktarı (MJ),
EF₄– Traktör ve makine enerjisi için emisyon faktörü (kg CO₂eşd MJ⁻¹),
İG – İnsan işgücü kullanımı (h),
EF₅ – İnsan işgücü emisyon faktörü (kg CO₂eşd h⁻¹).

Bireysel YAS sulama işletmesi için SG emisyonlarının sonuçlarını değerlendirmek için; YAS kuyu işletmesi SG emisyonları (SG_K), spesifik SG emisyonları (SG_S) ve alansal SG emisyonları(SG_A) olmak üzere üç fonksiyonel gösterge seçilmiştir. SG_K, YAS kuyu işletmesinde yıllık salınan kg CO₂eşd miktarını ifade etmek için gereklidir. SG_S, bir kg ürün başına salınan kg CO₂eşd miktarını değerlendirmek için tanımlanır. SG_A, üretimin yapıldığı arazisinin hektarı başına yayılan kg CO₂eşd miktarını değerlendirmek için kullanılır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. YAS Sulama İşletmesi Enerji Tüketimi

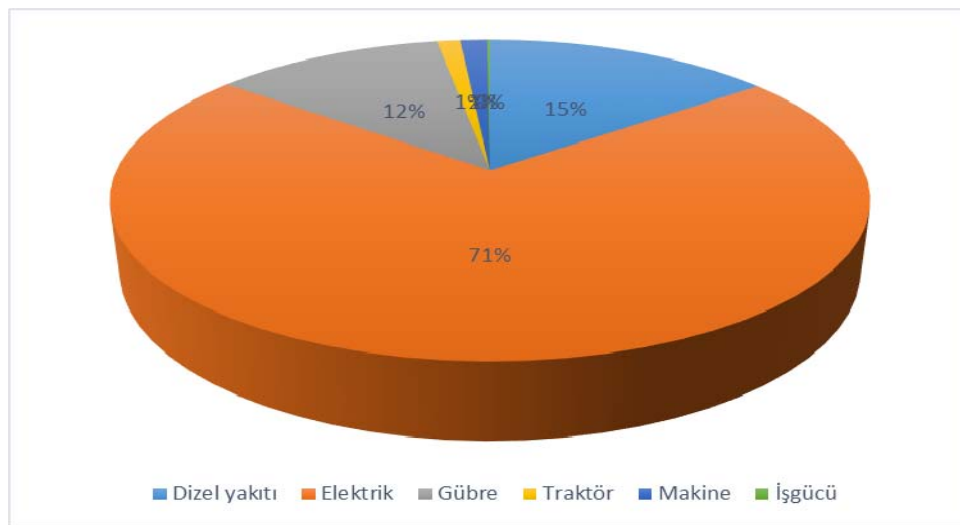
Araştırmanın yürütüldüğü bireysel derin kuyu sulama işletmelerinde 2021 yılında gerçekleştirilen bitkisel üretimde tüketilen enerji (TE_T) miktarları, üretimde kullanılan girdilere göre hesaplanarak Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir. Ayrıca söz konusu sulama işletmelerinde; işletmelerin yıllık sulama enerji tüketimi ve toplam enerji tüketimi ile enerji üretimi değerlerine ilişkin verileri ise Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelge 4.1 verilerine göre, 1 nolu çiftçi YAS sulama işletmesinde, 2021 yılında tüketilen toplam enerjinin yaklaşık %97’sini elektrik, dizel yakıtı ve gübreden oluşan üç üretim girdisi oluşturmuştur. İşletmede gerçekleştirilen bitkisel üretimde toplam 253035 MJ enerji kullanılmıştır. Bu miktarın 223989 MJ (%88.5) yonca üretiminde ve 29046 MJ (%11.5) ise kuru fasulye tarımında kullanılmıştır. İşletmede kullanılan enerjinin 179540 MJ (%71) gibi çok büyük bir bölümü sulama işleminde tüketilen elektriğe aittir (Şekil 4.1). Bunu 37120 MJ (%14.7) ile tarımsal faaliyetlerde traktör tarafından tüketilen dizel yakıtı ve 29588 MJ (%11.7) ile gübre izlemiştir. Bu işletmede üretim girdisi olarak kullanılan elektrik ve dizel yakıtından oluşan direk enerji taşıyıcılarından kaynaklı enerji tüketimi, toplam enerji tüketiminin %85.6’sına tekabül etmektedir. Görüldüğü gibi diğer dolaylı enerji taşıyıcı üretim girdilerinden kaynaklanan enerji tüketimi düşük seviyede gerçekleşmiştir. Yine Çizelge 4.2 den görülebileceği gibi, 2 nolu çiftçi işletmesinde 2021 yılında bitkisel üretim için toplam 406 577 MJ enerji kullanılmıştır. Tüketilen enerjinin 285 794 MJ’u (%70.3’ü) işletmedeki sulama işleminde kullanılmış, bunu 67140 MJ ile gübreler, 44545 MJ ile tarımsal makine işlemlerinde tüketilen dizel yakıtı izlemiştir. Bu işletmede de yine direk enerji taşıyıcıları olan elektrik ve dizel yakıtı kaynaklı enerji tüketimi, toplam enerji tüketiminin yaklaşık %81.25’ini oluşturmaktadır. Üretimde kullanılan diğer dolaylı enerji taşıyıcı girdilerin işletmedeki enerji tüketimine katkıları düşük olup, %19 kadardır.

Şekil 4.1 ve 4.2’den görüldüğü gibi her iki sulama işletmesinde de sulama işlemi en büyük enerji tüketicisidir. Tarımsal enerji tüketimi üzerine daha önce yapılan pek çok araştırmada da sulama işleminin en çok enerji tüketen faaliyet olduğu bildirilmiştir. Tarımsal kurak bölgelerde, sulama yoluyla enerji girdisi, en önemli enerji girdisidir. Söz gelimi Topak ve ark. (2010) Konya koşullarında yaptıkları bir çalışmada şekerpancarı üretiminde tüketilen toplam enerjinin yaklaşık %69.5’nin sulama işleminde tüketildiğini

bildirmişlerdir. Benzer şekilde Konya yöresinde Yavuz ve ark. (2016) tarafından yapılan bir araştırmada, patates tarımında tüketilen toplam enerjinin yaklaşık %44'nün sulama işleminden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Karimi ve ark. (2008) şeker kamışı tarımında, sulama işleminin en önemli enerji kullanıcısı olduğunu ve toplam enerji girdisinin %43'nün sulamadan kaynaklandığını, Mrini ve ark. (2001) ise Fas koşullarında %50'sinin sulamada tüketildiğini bildirmişlerdir. Rafiee ve ark. (2022) İran'da sulu buğday üretimi koşullarında ortalama enerji girdisinin yaklaşık %23-53 arasında değişen oranının sulamada tüketildiğini bildirmektedirler.

Çizelge 4.1. 1 nolu bireysel sulama işletmesinde 2021 yılı üretiminde tüketilen enerji miktarı

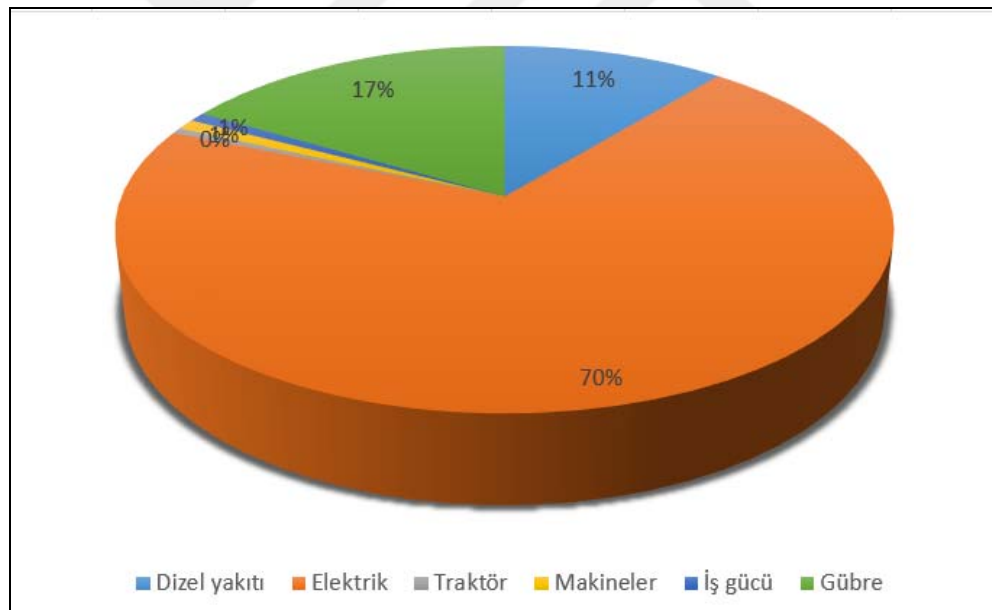
Üretim girdileri	Yonca			Kuru Fasulye			İşletme geneli
	Birim	Kullanılan miktar	Enerji değeri (MJ)	Birim	Kullanılan miktar	Enerji değeri (MJ)	
Dizel yakıtı	L	877.5	35697	L	35	1424	37120
Elektrik	kWh	15056	154775	kWh	2409	24764	179540
Traktör	h	136	2829	h	7	145	2974
Makineler							3460
Pulluk	h			h	2	15	15
Kültivatör	h			h	1	8	8
Mibzer	h			h	1	26	26
Biçme makinesi	h	78	1014				1014
Balya makinesi	h	59	2330				2330
Harman makinesi	h	-	-	h	1.5	55	55
Ara çapa makinesi	h	-	-	h	1.5	12	12
İşgücü	h	-	-	h	180	353	353
Gübre							29588
Azot	kg	604	22952	kg	48	1824	24776
Fosfor (P ₂ O ₅)	kg	366	4392	kg	35	420	4812



Şekil 4.1. 1 nolu İşletmede tüketilen yıllık enerjinin girdilere göre dağılımı

Çizelge 4.2. 2 nolu bireysel sulama işletmesinde 2021 yılı üretiminde tüketilen enerji miktarı

Üretim girdileri	Birim	Şekerpancarı		İşletme geneli
		Kullanılan miktar	Enerji Değeri (MJ)	Enerji tüketimi (MJ)
Dizel yakıtı	L	1095	44545	44545
Elektrik	kWh	27801	285794	285794
Traktör	h	98	2038	2038
Makineler				3769
Pulluk	h	22	165	165
Kültivatör	h	10	112	112
Rotatil (Alabora)	h	20	296	296
Mibzer	h	15	389	389
Ara çapa makinesi	h	20	518	518
Pülverizatör	h	11	149	149
Hasat makinesi	h	20	2140	2140
	h	-		
İşgücü	h	1760	3291	3291
Gübre				67140
Azot	kg	1440	54720	54720
Fosfor (P ₂ O ₅)	kg	1035	12420	12420



Şekil 4.2. 2 nolu işletmede tüketilen yıllık enerjinin girdilere göre dağılımı

4.2. Enerji Üretimi ve Enerji Göstergeleri

YAS çiftçi sulama işletmelerinde 2021 yılında üretilen toplam ürün miktarı ve ürünlerin enerji miktarlarına ilişkin veriler Çizelge 4.3'de verilmiştir. Çizelgeye göre Çarıklar'daki bireysel YAS sulama işletmesinde 2021 üretim döneminde toplam 487960 MJ enerji üretimi (ÜE_T) gerçekleştirilmiştir. Bunun yaklaşık 462500 MJ' u yonca

bitkisinden ve 25460 MJ' u ise kuru fasulye bitkisinden elde edilmiştir. Görüldüğü gibi bu YAS işletmesindeki enerji üretiminin çok büyük bir kısmı (%94.8) yonca bitkisinden elde edilmiştir. 1 nolu bireysel YAS işletmenin yıllık net enerji kazancı ise 234925 MJ kadardır. Çizelge 4.3'den görüldüğü gibi, işletmede üretilen kuru fasulye danelerinin enerji miktarı, kuru fasulye üretiminde tüketilen toplam enerji miktarından daha azdır. Dolayısıyla işletmede yapılan kuru fasulye tarımından bir enerji kazancı sağlanamamıştır. Yomca tarımının yıllık net enerji kazancı ise 238511 MJ olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.3. YAS Kuyu İşletmelerinde 2021 yılı enerji tüketimi ve enerji üretim değerleri

Kuyu işletmesi	Üretilen bitkiler	Sulama kuyusu enerji tüketimi (MJ yıl ⁻¹)	TE _T (MJ yıl ⁻¹)	Ürün miktarı (kg yıl ⁻¹)	ÜE _T (MJ yıl ⁻¹)	İşletme net enerji kazancı (MJ yıl ⁻¹)
1Nolu	Yonca	154775	223989	50000	462500	238511
	K. Fasulye	24764	29046	2000	25460	-3586
	İşletme Gn.	179540	253035	52000	487960	234925
2 Nolu	Şekerpancarı	285794	406577	180000	3 132 000	2 439 629
	İşletme Gn.	285794	406577	180000	3 132 000	2 439 629

Yine Çizelge 4.3'den görüldüğü gibi 2 nolu bireysel sulama işletmesinin 2021 yılı üretim döneminde ürettiği toplam enerji miktarı toplam 3 132 000 MJ olarak gerçekleşmiştir. Bu işletmenin bitkisel üretiminde yıllık kullanılan enerji tüketimi ise 406577 MJ olmuştur. 2021 yılında 2 nolu bireysel YAS işletmenin yıllık net enerji kazancı ise 2 439 629 MJ kadardır.

Çalışmanın yürütüldüğü derin kuyu sulama işletmeleri için enerji verimliliği alansal ve spesifik olmak üzere iki farklı açıdan değerlendirilmiştir. Bu kapsamda ele alınan göstergeler ve hesaplanan değerleri her iki işletme için Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge 4.4'deki alansal enerji göstergeleri dikkate alındığında; 1 nolu işletmede hektar başına tüketilen enerji miktarı 54416 MJha⁻¹ olup, bunun yaklaşık 38610 MJha⁻¹'i YAS kuyusundan yapılan sulama işleminde kullanılmıştır. Bu verilerden de görüldüğü gibi, işletmede hektar başına tüketilen enerjinin yaklaşık %71'ini YAS ile yapılan sulamada kullanılan elektrik oluşturmaktadır. İşletmede birim alana (ha) düşen üretilmiş enerji miktarı 104937 MJha⁻¹ olarak gerçekleşmiş olup, işletmenin hektar başına net enerji

kazancı ise 50521 MJha⁻¹ kadardır. 2 nolu işletmede ise birim alana (ha) tüketilen enerji miktarı 36140 MJ olup, bunun 25419 MJ'ü sulama işleminde tüketilmiştir. Bu işletmede de tüketilen enerjinin yaklaşık %70.3'ünün sulamada tüketildiği görülmektedir. İşletmede birim alana (ha) düşen üretilmiş enerji miktarı 278400 MJha⁻¹ olarak gerçekleşmiş olup, işletmenin hektar başına net enerji kazancı ise 216855 MJha⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Enerji verimliliği değerlendirme göstergeleri

Kuyu işletmesi	Alansal göstergeler				Spesifik göstergeler		
	SE _A (MJha ⁻¹)	TE _A (MJha ⁻¹)	ÜE _A (MJha ⁻¹)	NEK _A (MJ ha ⁻¹)	ÜTE oranı	EP (kg MJ ⁻¹)	SSEÜ (MJ m ⁻³)
1 Nolu	38610	54416	104937	50521	1.93	0.20	14.60
2 Nolu	25419	36140	278400	216855	7.7	0.44	39.15

Sulama işletmeleri, Çizelge 4.4'deki üretilen - tüketilen enerji (ÜTE) oranı açısından değerlendirildiğinde ise, ÜTE oranı 1 nolu işletme için 1.93 ve 2 nolu işletme için ise 7.7 olarak gerçekleştiği görülmektedir. Yani 1 nolu işletmede tüketilen bir birim enerjiye karşılık yaklaşık iki birim enerji, 2 nolu işletme için ise bir birim enerji tüketimine karşılık yaklaşık 8 birim enerji üretilebildiği görülmektedir. Söz konusu işletmelerde, tüketilen 1 MJ enerji ile üretilen ürün miktarını ifade eden enerji üretkenliği (EP) değeri ise 1 nolu işletme için 2021 yılında 0.20 kgMJ⁻¹ ve 2 nolu işletme için ise 0.44 kgMJ⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yani, 1 nolu işletmede bir MJ enerji tüketimine karşılık 0.20 kg (200 gram), 2 nolu işletmede ise 0.44 kg (440 gram) ürün üretilmiştir. Söz konusu işletmede tarımı yapılmış olan yonca, kuru fasulye ve şekerpancarı bitkilerinin bölgede sulamasız üretimi mümkün değildir. Bu nedenle sulama suyu enerji üretkenliği göstergesi bu tip alanlarda önemli bir parametredir. İşletmelerde 2021 yılı için gerçekleşmiş olan sulama suyu enerji üretkenliği 1 nolu işletmede 14.6 MJm⁻³ ve 2 nolu işletmede ise 39.15 MJm⁻³ olarak hesaplanmıştır. Yani 1 m³ sulama suyuna karşılık 1 nolu işletmede 14.6 MJ ve 2 nolu işletmede ise 39.15 MJ değerinde enerji üretimi gerçekleşmiştir.

4.3. YAS Sulama İşletmesi SG Emisyonları

Çalışmanın yürütüldüğü sulama işletmelerinin 2021 üretim döneminde atmosfere yaydıkları sera gazı miktarları üretim girdileri bazında hesaplanarak Çizelge 4.5'de

verilmiştir. Çizelge 4.5'den görüldüğü üzere, 1 nolu işletmede 2021 yılında gerçekleştirilen bitkisel üretimde açığa çıkan sera gazı emisyonu toplam 18574 kgCO₂eşd yıl⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Bu miktarın 15921 kgCO₂eşd (%85.7) yonca üretiminde ve 2653 kgCO₂eşd (%14.3) ise kuru fasulye tarımında gerçekleşmiştir. İşletmede 2021 yılında gerçekleşen toplam sera gazı emisyonununun 9605 kgCO₂eşd (%51.7) gibi çok büyük bir bölümü sulama işleminde tüketilen elektriğe aittir (Çizelge 4.5). Bunu 5993 kgCO₂eşd (%32.3) ile kullanılan gübreler ve 2518 kgCO₂eşd (%13.6) ile traktör tarafından tüketilen dizel yakıtı izlemiştir (Çizelge 4.5). Yine Çizelge 4.5'den görüleceği gibi 2 nolu işletmede, 2021 yılı üretiminde kullanılan temel girdiler ve bu girdilerden kaynaklanan sera gazı emisyon değerleri verilmiştir. 2 nolu işletmede 2021 yılında gerçekleştirilen bitkisel üretim faaliyeti sonucu atmosfere 33543.7 kgCO₂eşd sera gazı salımı gerçekleşmiştir. Bu işletmede 2021 yılı üretiminde; kullanılan dizel yakıtı kaynaklı 3022.2 kgCO₂eşd, gübre kaynaklı 13586.6 kgCO₂eşd, insan işgücü kaynaklı 1232 kgCO₂eşd, traktör-makine kullanımı kaynaklı 412.3 kgCO₂eşd ve sulama işleminde tüketilen elektrik kaynaklı 15290.6 kgCO₂eşd sera gazı açığa çıkmış olduğu görülmektedir. Bu çizelgeden de görüldüğü gibi 2 nolu işletme bazında 2021 yılında salınan toplam sera gazı miktarının yaklaşık %45.6'sı sulamada kullanılan elektrik kaynaklıdır.

Çizelge 4.5. Kuyu sulama işletmeleri için 2021 yılı sera gazı (SG) salımı miktarı (kg CO₂eşd)

Sulama işletmesi		Elektrik	Dizel yakıtı	Azot	P ₂ O ₅	İnsan	Traktör+Makina	Toplam SG salımı
1 Nolu	Yonca	7522	2422	4686	853	-	438	15921
	K. Fasulye	2083	97	372	82	126	19	2653
	İşletme Gn.	9605	2518	5058	935	126	457	18574
2 Nolu	Şekerpancarı	15290.6	3022.2	11173	2413.6	1232	412.3	33543.7
	İşletme Gn.	15290.6	3022.2	11173	2413.6	1232	412.3	33543.7

Bu çalışmanın bulgularının değerlendirildiği yukarıdaki metinde de görüleceği üzere, her iki kuyu sulama işletmesinde de sulama işlemi en önemli seragazı kaynağını oluşturmaktadır. Tarımsal üretimin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi üzerine daha önce yapılan pek çok araştırmada (Mohammadi ve ark., 2013; Yousefi ve ark., 2014; Wang ve ark., 2016), tarımsal kurak bölgelerde sulama işleminin en çok enerji tüketen faaliyet olduğu ve dolayısıyla sulama işleminin önemli seviyede sera gazı emisyonuna

neden olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde Topak ve Kalender (2020) Konya koşullarında farklı seviyelerde sulanan şekerpancarı üretiminde oluşan toplam sera gazı emisyonlarının %33 ile %57 arasında değişen miktarlarının sulamadan kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Topak ve Ceran (2021) yağlık ayçiçeğinde farklı sulama seviyelerinde toplam SG emisyonunun % 35-63 arasında değişen miktarının sulama kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Çin’de Gao ve ark. (2022) tarafından yapılan bir araştırmada, kışlık buğday tarımında salınan toplam sera gazlarının yaklaşık %46’sının sulamada tüketilen enerjiden kaynaklandığını bildirmişlerdir. He ve ark. (2017) Çin koşullarında YAS sulamalı kışlık buğday üretiminde, sulama işleminin sera gazı emisyonunu %45-55 oranında arttırdığını bildirmişlerdir. Rafiee ve ark. (2022) İran koşullarında sulamalı buğday üretimi için toplam SG emisyonlarının yaklaşık %52’sine sulamada kullanılan elektriğin neden olduğunu bildirmişlerdir. Yine Nisar ve ark. (2021) sulama kaynaklı emisyonları buğday tarımı için toplam emisyonun %66’sı ve mısır için ise %47’si olarak bildirmektedirler.

Tarımsal üretimden kaynaklı gerçekleşen sera gazı emisyonlarının değerlendirilmesinde alan ve ürün bazlı göstergeler kullanılmaktadır. Çalışmaya ilişkin bu gösterge değerleri hesaplanarak, Çizelge 4.6’da verilmiştir. Çizelge 4.6’da görüleceği üzere, işletmelerin birim alana düşen SG salımı (SG_A); 1 nolu kuyu sulama işletmesi için $3994 \text{ kg CO}_2\text{eşdha}^{-1}$ ve 2 nolu işletme için ise $2982 \text{ kgCO}_2\text{eşdha}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılmış bazı araştırmalarda bu göstergeye ilişkin belirlenmiş olan değerler şu şekilde belirlenmiştir. Örneğin sulu buğday üretiminde Rafiee ve ark. (2022) birim alana sera gazı emisyonlarını $2243 \text{ kgCO}_2\text{eşd ha}^{-1}$ olduğunu bildirmişlerdir. Topak ve Kalender (2020) SG emisyonlarını tam sulamalı şekerpancarı üretiminde 4431 ve %25 kısıntılı sulamada ise $3860 \text{ kgCO}_2\text{eşd ha}^{-1}$ olarak gerçekleştiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.6. Kuyu sulama işletmeleri için SG emisyon göstergeleri

Sulama işletmesi	YAS işletme geneli ($\text{kg CO}_2\text{eşd kuyu}^{-1}$)	Alansal SG emisyonları ($\text{kg CO}_2\text{eşd ha}^{-1}$)	Spesifik SG emisyonları ($\text{kg CO}_2\text{eşd t}^{-1}$)
1 Nolu	18574	3994	357
2 Nolu	33543.7	2981.7	46.59

Üretilen ürünün birim ağırlığı (ton = t) başına düşen emisyon miktarını ($\text{kgCO}_2\text{eşd t}^{-1}\text{ürün}$) ifade eden ve ürün bazlı veya spesifik SG emisyonu veya sera gazı emisyon yoğunluğu olarak bilinen göstergeye (SG_S) ilişkin değerler, çalışılan sulama

işletmeleri için izelge 4.6’da verilmiş olup, SG_s değeri 1 nolu sulama işletmesinde $357 \text{ kgCO}_2\text{eşd t}^{-1}$ ve 2 nolu sulama işletmesinde ise $46.6 \text{ kgCO}_2\text{eşd t}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Daha önce farklı bitkiler için yapılmış çalışmalarda bu gösterge değeri koşullara göre farklılık göstermiştir. Söz gelimi Cui ve ark. (2014) Çin’de farklı bölgelerdeki sulu buğday üretimi için bu gösterge değerinin 343 ile $998 \text{ kgCO}_2\text{eşd t}^{-1}$ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yine İnan koşullarında Jamali ve ark. (2021) sulu buğday üretiminde uygulanan sulama yönteminin SG emisyonlarını çok etkilediğini, SG emisyon yoğunluğunu yağmurlama sulama için $170 \text{ kgCO}_2\text{eşd t}^{-1}$ ve salma sulama yöntemi için ise $273 \text{ kgCO}_2\text{eşd t}^{-1}$ şeklinde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Topak ve Ceran (2021) Konya koşullarında YAS ile sulanan ayçiçeğinde sulama yöntemi ve sulama suyu seviyesinin SG emisyonlarını önemli lde etkilediğini, emisyon yoğunluğu değerini yağmurlama sulama için $800 \text{ kgCO}_2\text{eşd t}^{-1}$ ve damla sulama için ise $650 \text{ kgCO}_2\text{eşd t}^{-1}$ olarak gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Juarez-Hernandez ve ark. (2019) Meksika’da sulu dane mısır üretimi için SG emisyon yoğunluğu değerini salma sulama için $320-380 \text{ kgCO}_2\text{eşd t}^{-1}$ ve basıncılı sulama için ise $545-601 \text{ kgCO}_2\text{eşd t}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Yüksek Lisans Tezi olan bu çalışmada, bireysel kuyu sulama işletmesinde yıllık enerji tüketimi ve buna dayalı sera gazı emisyon miktarı belirlenmeye çalışılmıştır. Tez çalışması Konya’da, biri Meram ve diğeri ise Çumra ilçesinde olan iki çiftçi işletmesinde 2021 yılı üretim verileri üzerinden yürütülmüştür. Çalışma kapsamında işletmelerden 2021 yılında üretilen bitkiler, ekiliş alanları, üretim faaliyetleri ve kullanılan girdiler ve miktarları, ürün miktarları gibi temel veriler işletmelerden temin edilmiştir. Girdilerin ve ürünlerin bir biriminin enerji değeri ile sera gazı emisyon faktörleri literatürden temin edilmiştir. İşletmelerden temin edilen verilere göre; 1 nolu işletmede (Meram-Çarıklar Mah.) 2021 yılında 39 dekar yonca ve 7.5 dekar kuru fasulye olmak üzere toplam 46.5 dekar alanda üretim yapılmış, YAS kuyusundan 43200 m³ sulama suyu çekilmiş ve bu işlemde 17465 kwh elektrik tüketilmiştir. Bu işletmede 50 ton kuru yonca ve 2 ton kuru fasulye danesi elde edilmiştir. İçeriçumra’daki işletmede (2 nolu işletme) 2021 yılı üretim döneminde 112.5 dekar alanda şekerpancarı üretilmiş, sulama için YAS kuyusundan 80000 m³ su çekimi yapılmış ve 33000 kWh elektrik tüketilmiştir. Bu işletmede 780 ton pancar kökü üretilmiştir. Üretimde kullanılan dizel yakıtı, gübre ve traktör-makine gibi diğer önemli girdilere ilişkin veriler işletmecilerden ayrıca temin edilmiştir. İşletmelerde bitkisel üretimde kullanılan direk ve dolaylı enerji taşıyıcı olan her bir girdi, miktarı ve enerji katsayısı dikkate alınarak, megajul (MJ) enerji biriminde hesaplanmış ve işletmelerin yıllık enerji tüketimi belirlenmiştir. Yine benzer şekilde her bir üretim girdisinin miktar ve sera gazı emisyon faktörü değeri dikkate alınarak, işletmelerin yıllık sera gazı salım miktarları kilogram karbondioksit eşdeğeri (kgCO₂eşd) olarak hesaplanmıştır. Yine ayrıca, işletmelerin ürettikleri ürünlerin kuru madde olarak miktarları ve bir birim ürünün enerji değeri (MJ/kg) dikkate alınarak, yıllık ürettikleri enerji miktarları da yine MJ biriminde hesaplanmıştır.

Bu çalışma kapsamında elde edilen veriler kullanılarak bireysel kuyu sulama işletmeleri enerji tüketimi ve sera gazı salımı yönünden değerlendirilmiştir. İki işletme bazında yapılan bu çalışmadan edilen sonuçlara göre; 1 nolu işletmede, üretimde tüketilen yıllık enerji miktarı 253035 MJ, üretilen enerji miktarı 487960 MJ ve net enerji kazancı ise 234925 MJ olarak gerçekleşmiştir. Bu işletmede tüketilen toplam

enerji miktarı içerisinde en yüksek payı %71 ile sulamada tüketilen elektrik oluşturmuştur. Bunu sırasıyla % 14.7 ile dizel yakıtı ve %11.7 ile gübre izlemiştir. 1 nolu işletme bazında gerçekleşen yıllık sera gazı emisyonu, 18574 kgCO₂eşd olarak belirlenmiştir. Bu SG emisyonunun yaklaşık %51.7'sini sulama kuyusunda tüketilen elektrik oluşturmaktadır. Diğer üretim girdilerinden gübrenin katkısı %32.3 ve dizel yakıtının katkısı ise %13.6 seviyesindedir. 2 nolu işletmeye ilişkin sonuçlara göre; 2021 yılı üretiminde tüketilen enerji 406577 MJ ve üretilen enerji miktarı ise 3 132 000 MJ olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu bu işletmede 2021 yılı net enerji kazancı ise 2 439 629 MJ kadar olmuştur. Tüketilen toplam enerjinin üretim girdilerine göre dağılımı ise şöyle gerçekleşmiştir: 285794 MJ'u sulamada tüketilen elektrikten, 67140 MJ'u bitki beslemede kullanılan gübre, 44545 MJ'u makine faaliyetleri için tüketilen dizel yakıtı, 5807 MJ kadarı makine kullanımından ve 3291 MJ'u ise insan işgücünden oluşmuştur. 2 nolu işletmede gerçekleşen 2021 yılı sera gazı emisyonu, 33544 kgCO₂eşd olarak belirlenmiştir. Bu SG emisyonunun yaklaşık %45.6'sını sulama kuyusunda tüketilen elektrik oluşturmaktadır. Diğer üretim girdilerinden gübrenin katkısı %40.5, dizel yakıtının katkısı %9 ve insan işgücü katkısı ise %3.7 seviyesindedir.

Bu çalışmanın sonucunu kısaca ifade etmek gerekirse, bu çalışma Konya havzasındaki bireysel derin kuyu sulama işletmeciliğinde yıllık enerji tüketimi ve sera gazı salımı miktarlarını yaklaşık olarak ortaya çıkarmıştır.

5.2 Öneriler

Konya bölgesi yeraltı su kaynakları temel sulama suyu kaynağı durumunda olup çok sayıda derin kuyu bulunmaktadır. Bu tez çalışmamızda bu sulama kuyularına sahip olan iki işletmede enerji kullanım miktarı ve sera gazı emisyon miktarı araştırılabildiği. Bireysel kuyu sulama işletmeciliğinde daha sağlıklı ve bölgeyi daha iyi bir şekilde temsil edebilecek verilere ulaşılması bakımından yaptığımız çalışma baz alınarak bölgede yeni ve daha kapsamlı çalışmaların yapılması faydalı olacaktır. Bu tip yeni çalışmalarında bölgedeki farklı özellikli akiferlerde farklı bitkilerin yetiştirildiği işletmelerde ve farklı işletme büyüklüklerinde yapılması daha yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Acaroğlu, M., 2001, Tarımsal üretimde enerji bilançoları-I. Selçuk Teknik Online Dergisi 2(2):1-9.
- Alataş, M. S., Kara, K., İnal, F., Kahraman, O., Özbilgin, A. ve Coşkun, B., 2016, Comparison of Alfalfa (*Medicago sativa*) Energy Values Estimated by Using the NRC-2001, Hohenheim and UC Davis Equations. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 22 (5): 785-792.
- Albayati, İ. J. A. ve Topak, R., 2018, Damla sulamalı taze fasulye üretiminin enerji kullanımı ve ekonomik analizi. Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi, Bildiriler kitabı, 2735-2740. 30 Ekim-3 Kasım, 2018, Alanya.
- Anonim, 2022, Konya Tarımı, T.C. Konya Valiliği İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Mayıs 2022.
- ASAE, 1999, ASAE Standarts. D497.4 MAr99. Agriculture Machinery Data. pp. 350-357, ASAE 2950 Niles Rd., St. Joseph, MI, 49085-9659, USA.
- Black, R., Bennett, S. R., Thomas, S. M. ve Beddington, J. R., 2011, Climate change: Migration as adaptation. *Nature*, 478(7370), 447-449.
- Boustead, I., 2003, Eco-profiles of the European plastics industry Olefins. Brussels: Association of Plastics Manufacturers (APME).
- Ceran, R., 2020, Konya'da sulu koşullarda yapılan ayçiçeği tarımının ekonomik ve enerji verimliliğinin değerlendirilmesi.. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.
- Chen, S., Lu, F. ve Wang, X., 2015, Estimation of greenhouse emission factors of China's nitrogen, phosphate and potash fertilizers. *Acta Ecologica Sinica*, 35: 1–19.
- Cheng, L., Yue, W. ve Guo-yu, Q., 2013, Water and Energy Consumption by Agriculture in the Minqin Oasis Region, *Journal of Integrative Agriculture*, 2013 12(8): 1330-1340.
- Cui, Z. L., Wu, L., Ye, Y. L., Ma, W. Q., Chen, X. P. ve Zhang, F. S., 2014, Trade-offs between high yields and greenhouse gas emissions in irrigation wheat cropland in China. *Biogeosciences*, 11: 2287–2294.
- Davoodi, M. J. Ş. ve Housyar, E., 2009, Energy consumption of canola and sunflower production in Iran. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 6(4): 381-384. ISSN 1818-6769, IDOSI Publications.

- Dulkadiroğlu, H., 2018, Türkiye’de elektrik üretiminin sera gazı emisyonları açısından incelenmesi. *ÖHÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi* 7(1):67-74.
- Dyer, J. A. ve Desjardins, R. L., 2003, The impact of farm machinery management on the greenhouse gas emissions from Canadian agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* 22:59 – 74.
- Fluck, R. C., 1992, Energy of human labour. In Fluck, R.C (Ed.), *Energy in farm production*. *Energy in world agriculture*, 6: 31–37, Amsterdam: Elsevier.
- Gao, Z., Wang, C., Zhao, J., Wang, K., Shang, M., Qin, Y., Bo, X., Chen, F. ve Chu, Q., 2022, Adopting different irrigation and nitrogen management based on precipitation year types balances winter wheat yields and greenhouse gas emissions. *Field Crops Research*, 280: 108484.
- He, G., Cui, Z., Ying, H., Zheng, H., Wang, Z. ve Zhang, F., 2017, Managing the trade-offs among yield increase, water resources inputs and greenhouse gas emissions in irrigated wheat production systems. *Journal of Cleaner Production*, 164: 567-574.
- Jamali, M., Soufizadeh, S., Yeganeh, B. ve Emam, Y., 2021, A comparative study of irrigation techniques for energy flow and greenhouse gas (GHG) emissions in wheat agroecosystems under contrasting environments in south of Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 139:110704.
- Juarez-Hernandez, S., Uson, S. ve Pardo, C. S., 2019, Assessing maize production systems in Mexico from an energy, exergy, and greenhouse-gas emissions perspective. *Energy*, 170: 199-211.
- Karaağaç, H. A., Bolat, A., Sağlam, C., Yazgan, E. ve Çil, A., 2018, Ayçiçeği Üretimini Enerji ve Ekonomik Analizi: Adana İli Örneği, *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1(2): 1-12, 2018.
- Karimi, M., Rajabi-Pour, A., Tabatabaefar, A. ve Borghei, A., 2008, Energy Analysis of sugarcane production in plants farms a case study in Debel Khazai agro-industry in Iran. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 4, 165–171.
- Karimi, P., Qureshi, A. S. ve Bahramloo, R., 2012, Reducing carbon emissions through improved irrigation and groundwater management: a case study from Iran. *Agricultural Water Management*, 108: 52–60.
- Kayıkçıoğlu, H. H. ve Okur, N., 2012, Sera gazı salınımlarında tarımın rolü. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2) : 25 – 38.

- Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M. ve Mousazadeh, H., 2013, Reduction of CO₂ emission by improving energy use efficiency of greenhouse cucumber production using DEA approach. *Energy*, 55: 676–682.
- Küstters, J., 2009, Energy and CO₂ balance of bio-energy plants and of various forms of bio-energy. International Symposium on Nutrient Management and Nutrient Demand of Energy Plants, 6-8 July, Budapest-Hungary.
- Mantineo, M., M., D. A. G., Copani, V., Patane, C. ve Cosentino, S. L., 2009, Biomass yield and energy balance of three perennial crops for energy use in the semi-arid Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 114: 204-213.
- MBM, 2021, Uzun yıllar (1985-2020) ortalaması bazı meteorolojik veriler. Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü kayıtları. Konya.
- MGM, 2022, Konya İlinin 1929-2021 dönemine ait uzun yıllar ortalaması iklim verileri
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Jafari, A., Dalgaard, T., Trydeman-Knudsen, M., Keyhani, A., Mousavi-Avval, S. H. ve Hermansen, E., 2013, Potential greenhouse gas emission reductions in soybean farming: a combined use of Life Cycle Assessment and Data Envelopment Analysis. *Journal of Cleaner Production*, 54: 89-100.
- Mrini, M., Senhaji, F. ve Pimentel, D., 2001, Energy analysis of sugarcane production in Morocco. *Environment, Development and Sustainability*, 3(2):109-126.
- Mrini, M., Senhaji, F. ve Pimentel, D., 2002, Energy analysis of sugar beet production under traditional and intensive farming systems and impacts on sustainable agriculture in Morocco. *Journal of Sustainable Agricultural*, 20(4):5-28.
- Nguyen, T. L. T. ve 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.
- Nisar, S., Benbi, D. K. ve Toor, A. S., 2021, Energy budgeting and carbon footprints of three tillage systems in maize-wheat sequence of north-western Indo-Gangetic Plains. *Energy*, 229: 120661.
- Qiu, G. Y., Zhang, X., Yu, X. ve Zou, Z., 2018, The increasing effects in energy and GHG emission caused by groundwater level declines in North China's main food production plain. *Agricultural Water Management*, 203: 138–150.
- Qureshi, A. S., 2014, Reducing carbon emissions through improved irrigation management: a case study from Pakistan. *Irrigation and Drainage*, 63(1), 132–138.

- Rafiee, H., Aminizadeh, M., Hosseini, E. M., Aghasafari, H. ve Mohammadi, A., 2022, A Cluster Analysis on the Energy Use Indicators and Carbon Footprint of Irrigated Wheat Cropping Systems. *Sustainability*, 14: 4014.
- Robertson, G. P., 2004, Abatement of nitrous oxide, methane, and the other non-CO2 greenhouse gases: the need for a systems approach. In: *The Global Carbon Cycle* (Field, C.B. and M.R. Raupach, eds.). Island Press, Washington, DC, pp. 493– 506.
- Rodrigues, G. C., Carvalho, S., Paredes, P., Silva, F. G. ve Pereira, L. S., 2010, Relating energy performance and water productivity of sprinkler irrigated maize, wheat and sunflower under limited water availability. *Biosystem Engineering* 106: 195-204.
- Singh, H., Mishra, D., Nahar, N. M. ve Ranjan, M., 2003, Energy use pattern in production agriculture of a typical village in arid zone India: part II. *Energy Conversion and Management*, 44(7):1053-1067.
- Soto-Garcia, M., Martin-Gorritz, B., Garcia-Bastida, P. A., Alcon, F. ve Martinez-Alvarez, V., 2013, Energy consumption for crop irrigation in a semiarid climate (south-eastern Spain), *Energy*, 55 (2013) 1084-1093.
- Spittlehouse, D. L. ve Stewart, R. B., 2003, Adaptation to climate change in forest management. *Journal of Ecosystems and Management*, 4(1):1-11.
- Şeflek, A. Y., Acaroğlu, M., Yalçın Dokumacı, K., Özbek, O. ve Haciseferoğulları, H., 2018, Energy balance for camelina under turkish conditions. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 35 (2): 134-140.
- Topak, R., Süheri, S., Kara, M. ve Çalışır, S., 2005, Investigation of the energy efficiency for raising crops under sprinkler irrigation in semi-arid area. *Applied Engineering in Agriculture*, 21(5):761-768.
- Topak, R., Süheri, S. ve Acar, B., 2010, Comparison of energy of irrigation regimes in sugar beet production in a semi-arid region. *Energy*, 35: 5464-5471.
- Topak, R. ve Kalender, M. A., 2019, Agricultural potential of Konya and its importance for Turkey: assessment on soil, water and agro-production potential. *Annals of the University of Craiova. Biology, Horticulture, Food Produce Processing Technology, Environmental Engineering*, XXIV (LX) :254-259.
- Topak, R. ve Kalender, M. A., 2020, Environmental Mitigation Through Irrigation Management in Sugar Beet Production. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 34 (3): 207-213.

- Topak, R. ve Ceran, R., 2021, Energy use and related greenhouse gas emissions of groundwater-irrigated oil sunflower production. *Lucrări Ştiinţifice-Seria Agronomie*, 64(2):285-294.
- TÜİK, 2022, Türkiye İstatistik Kurumu. Tarım, Bitkisel Üretim İstatistikleri Tablolar, Tarım ve Orman alanları (2021 yılı). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Ziyaret 12.04.2022).
- Tzilivakis, J., Warner, D. J., May, M., Lewis, K. A. ve Jaggard, K., 2005, An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (*Beta vulgaris*) production in the UK. *Agricultural Systems*, 85:101–119.
- Unakıtan, G. ve Aydın, B., 2018, Comparison of energy use efficiency and economic analysis of wheat and sunflower production in Turkey: A case study
- Wang, Z., Zhang, H., Lu, X., Wang, M., Chu, Q., Wen, X. ve Chen, F., 2016, Lowering carbon footprint of winter wheat by improving management practices in North China Plain. *Journal of Cleaner Production*, 112(1): 149–157.
- Yavuz, D., Süheri, S. ve Yavuz, N., 2016, Energy and Water Use for Drip-Irrigated Potato in the Middle Anatolian Region of Turkey. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 35 (1):212-220.
- Yousefi, M., Khoramivafa, M. ve Mondani, F., 2014, Integrated evaluation of energy use, greenhouse gas emissions and global warming potential for sugar beet (*Beta vulgaris*) agroecosystems in Iran. *Atmospheric Environment*, 92: 501–505.
- Zhao, Y., Wang, Q., Jiang, S., Zhai, J., Wang, J., He, G., Li, H., Zhang, Y., Wang, L. ve Zhu, Y., 2020, Irrigation water and energy saving in well irrigation district from a water-energy nexus perspective. *Journal of Cleaner Production* 267: 122058.
- Zou, X., Li, Y., Li, K., Cremades, R., Gao, Q., Wan, Y. ve Qin, X., 2015, Greenhouse gas emissions from agricultural irrigation in China. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 20:295-315.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Abdurrahman Yusuf HALKACI
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Adil Karaağaç Anadolu Teknik Lisesi, Selçuklu, KONYA	2009
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri, Selçuklu, KONYA	2018
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama , Selçuklu, KONYA	Devam ediyor

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2015	SUNYAK YENİLENEBİLİR ENERJİ SANAYİ VE TİCARET LİMİTED İSTANBUL/TÜRKİYE	Teknik destek ve proje yöneticisi
2020	SİSTEMLERİ İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ANDIJON/ÖZBEKİSTAN	Sulama sistemleri Teknik destek ve bölge sorumlusu
2021	SUNSTREAM AFRİKA&FRANSA CO YAOUNDE/KAMERUN	Sulama sistemleri Teknik destek ve bölge sorumlusu
2022	ONUR PLAS SANAYİ VE TİCARET LİMİTED TAŞKENT/ÖZBEKİSTAN	Sulama sistemleri Teknik destek ve bölge sorumlusu

UZMANLIK ALANI

AutoCAD ve Solid Works bilgisayar çizim programları üzerinde makine tasarımı ve sulama projelendirilmesi.

Yenilenebilir enerji kaynakları üretim kurulum ve elektrik devre tasarımları.

YABANCI DİLLER

İNGİLİZCE
 ÖZBEKÇE

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR