



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SULAMA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ:
ŞANLIURFA/BOZOVA YAYLAK OVASI POMPAJ
SULAMASI ÖRNEĞİ**

MUSA POLAT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSİLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2023

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SULAMA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ:
ŞANLIURFA/BOZOVA YAYLAK OVASI POMPAJ
SULAMASI ÖRNEĞİ

MUSA POLAT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

KAHRAMANMARAŞ 2023

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Musa POLAT



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

**SULAMA PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: ŞANLIURFA/BOZOVA
YAYLAK OVASI POMPAJ SULAMASI ÖRNEĞİ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

MUSA POLAT

ÖZET

Sulama, üretimde verimliliği arttıran en önemli girdidir. Sulama projelerinin etkin ve verimli işletme, bakım ve yönetimi tarımsal üretim üzerinde etkilidir. Bu nedenle son yıllarda sulama projelerinin performanslarının sürekli izleme ve değerlendirmesi konusu önem kazanmıştır. Bu çalışmada, sulama performansını değerlendirmek amacı ile Devlet Su İşleri tarafından inşa edilen Atatürk Barajı Sulama Birliği tarafından işletilen Şanlıurfa/Bozova Yaylak Ovası Pompaj Sulama Projesi materyal olarak alınmıştır. Çalışma kapsamında; 2018-2022 yılları verileri kullanılarak sulamada enerji kullanım etkinliği, finansal yeterlilik ve sulama suyu kullanım etkinliği başlıkları altında toplam 16 farklı performans göstergesi kullanılmıştır. Ortalama spesifik enerji değeri 0.18 kWh m^{-3} , sulama alanında birim alan için tüketilen enerji 1279 kWh ha^{-1} , sulanan alanda birim alan için tüketilen enerji 2270 kWh ha^{-1} , sulanan alanda birim alan için harcanan enerji maliyeti 2602 TL ha^{-1} , şebekeye alınan suyun birim enerji maliyeti 0.19 TL m^{-3} , tüketilen enerji maliyetinin gerçekleşen gidere oranı %0.79 olarak belirlenmiştir. Finansal yeterlilik göstergeleri ortalama sonuçlarına göre; gerçekleşen bakım-onarım giderinin gerçekleşen gelire oranı %33, masrafları karşılama oranı %80, birim sulama suyuna karşılık harcanan bakım-onarım masrafı 0.05 TL m^{-3} , sulanan alanda birim sulama alanına harcanan bakım-onarım masrafı 707 TL ha^{-1} , sulama alanında birim alana harcanan bakım masrafı 375 TL ha^{-1} ve gelir toplama performansı ise %63 olarak hesaplanmıştır. Sulama suyu kullanım etkinliği göstergelerine göre ise; sulama oranı ortalama %56, sulama alanında birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı ortalama $6988 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ve sulanan alanda birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı ortalama $12810 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Yapılan değerlendirmeler neticesinde; tarımsal enerji tarifesinde artan yüksek maliyetler nedeni ile su tüketiminin azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir. Ayrıca işletme ve bakım sulama ücret tarifesinin dekar bazlı değil hacim esaslı uygulanması, ön ödemeli su sayacı kullanımına başlanması ve yaygınlaştırılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Finansal yönetim, Performans değerlendirmesi, Sulama Birlikleri, Enerji kullanımı, Sulama performansı

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimler Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Temmuz /2023

Danışman: Prof. Dr. Hasan DEĞİRMENCİ
Sayfa Sayısı: 57

ASSESSMENT OF IRRIGATION PERFORMANCE: A CASE STUDY
ŞANLIURFA/BOZOVA YAYLAK PLAIN PUMPED IRRIGATION
(MASTER'S THESIS)

MUSA POLAT

ABSTRACT

Irrigation is the most important input that enhances productivity in agricultural production. The effective and efficient operation, maintenance, and management of irrigation projects have an impact on agricultural production. Therefore, in recent years, the monitoring and evaluation of irrigation project performances have gained significance. In this study, the Şanlıurfa/Bozova Yaylak Ovası Pump Irrigation Project operated by the Atatürk Dam Irrigation Union, which was constructed by the State Hydraulic Works, was taken as the material to evaluate irrigation performance. Within the scope of the study, 16 different performance indicators were used under the headings of energy use efficiency in irrigation, financial viability, and irrigation water use efficiency, using data from 2018-2022. The average specific energy value was 0.18 kWh m^{-3} , energy consumption per unit area for irrigation was 1279 kWh ha^{-1} , energy consumption per unit area for the irrigated area was 2270 kWh ha^{-1} , energy cost per unit area for the irrigated area was 2602 TL ha^{-1} , unit energy cost of water taken from the grid was 0.19 TL m^{-3} , and the ratio of realized energy cost to total expenditure was determined as 0.79%. According to the average results of financial viability indicators, the ratio of realized maintenance and repair expenses to realized income was 33%, the expense coverage ratio was 80%, the maintenance and repair expense per unit irrigation water was 0.05 TL m^{-3} , the maintenance and repair expense per unit irrigated area was 707 TL ha^{-1} , and the maintenance expense per unit irrigated area was 375 TL ha^{-1} . The income collection performance was calculated as 63%. According to the irrigation water use efficiency indicators, the average irrigation rate was 56%, the annual amount of irrigation water delivered per unit irrigated area was $6988 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, and the annual amount of irrigation water delivered per unit irrigated area was $12810 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. As a result of the evaluations, reducing water consumption and utilising renewable energy sources is necessary due to the increasing high costs in agricultural energy tariffs. In addition, it has been revealed that the operation and maintenance irrigation fee tariff should

be applied on a volume basis rather than per hectare, and the use of pre-paid water meters should be initiated and expanded.

Keywords: Financial management, Performance evaluation, Water user associations, Energy use, Irrigation performance

Kahramanmaraş Sutcu Imam University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystem Engineering, July/ 2023

Supervisor: Prof. Dr. Hasan DEĞİRMENÇİ

Page number: 57

TEŐEKKÜR

Öncelikle bu çalışmada bilgisini ve yardımını esirgemeyen, engin tecrübesi ile çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren, birlikte çalışmaktan onur duyduğum tez danışmanım Prof. Dr. Hasan DEĞİRMENCİ ve Dr. Öğr. Üyesi Fırat Arslan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamı yürüttüğüm süreç boyunca veri toplamam hususunda beni hiçbir şekilde ihmal etmeyen, her türlü desteği sağlayan çok değerli Atatürk Barajı Sulama Birliği çalışanlarına, mesai arkadaşlarıma, bu günlere gelmeme vesile olan, maddi ve manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiği annem ve babama, tez çalışmam boyunca büyük fedakarlık göstererek bana çalışma olanağı sağlayan sevgili eşim Pınar POLAT'a teşekkürü borç bilirim.

Musa POLAT

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACTiii
TEŞEKKÜRv
İÇİNDEKİLERvi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	.viii
ÇİZELGELER DİZİNİix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	.x
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL VE METOT.....	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. Çalışma Alanı Genel Bilgileri	19
3.1.2. Çalışma Alanı Toprak Yapısı ve Sulama Suyu Özellikleri	20
3.1.3. Çalışma Alanında Sudan Yararlanma	20
3.1.4. Çalışma Alanında Bitki Deseni	21
3.2. Metot	22
3.2.1. Sulamada Enerji Kullanım Etkinliği	23
3.2.2. Finansal Yeterlilik	23
3.2.3. Sulama Suyu Kullanım Etkinliği.....	24
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1. Sulamada Enerji Kullanım Etkinliği	25
4.1.1. Spesifik enerji (A1)	25
4.1.2. Sulama alanında birim alan için tüketilen enerji (A2).....	26
4.1.3. Sulanan alanda birim alan için tüketilen enerji (A3).....	26
4.1.4. Sulanan alanın enerji maliyeti (A4).....	27
4.1.5. Şebekeye alınan suyun birim enerji maliyeti (A5)	28
4.1.6. Tüketilen enerji maliyetinin gerçekleşen gidere oranı (A6).....	29
4.2. Finansal Yeterlilik	30
4.2.1. Gerçekleşen bakım onarım giderinin gerçekleşen gelire oranı (B1)	30
4.2.2. Bakım onarım giderinin planlanan bakım onarım ödeneğine oranı (B2).....	32
4.2.3. Masrafları karşılama oranı (B3)	33
4.2.4. Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan bakım masrafı (B4).....	34

4.2.5.	Sulanan alanda birim sulama alanına harcanan bakım masrafı (B5).....	35
4.2.6.	Sulama alanında birim alana harcanan bakım masrafı (B6).....	36
4.2.7.	Gelir toplama performansı (B7)	37
4.3.	Sulama Suyu Kullanım Etkinliği.....	38
4.3.1.	Sulama oranı (C1)	38
4.3.2.	Sulama alanında birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı (C2)	40
4.3.3.	Sulanan alanda birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı (C3)	41
4.4.	İstatistiksel değerlendirme.....	42
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR		50
ÖZGEÇMİŞ		Hata! Yer işareti tanımlanmamış.



ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Çalışma Alanı Konumu.....	18
Şekil 4.1. Spesifik Enerji.....	25
Şekil 4.2. Sulama Alanında Birim Alan İçin Tüketilen Enerji.....	26
Şekil 4.3. Sulanan Alanda Birim Alan İçin Tüketilen Enerji.....	27
Şekil 4.4. Sulanan Alanın Enerji Maliyeti.....	28
Şekil 4.5. Şebekeye Alınan Suyun Birim Enerji Maliyeti.....	29
Şekil 4.6. Tüketilen Enerjinin Maliyetinin Gerçekleşen Gidere Oranı	30
Şekil 4.7. Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Gerçekleşen Gelire Oranı	32
Şekil 4.8. Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Planlanan Bakım Onarım Ödeneğine Oranı	33
Şekil 4.9. Masrafları Karşılama Oranı	34
Şekil 4.10. Birim Sulama Suyu Miktarına Karşılık Harcanan Bakım Masrafı	35
Şekil 4.11. Sulanan Alanda Birim Sulama Alanına Harcanan Bakım Masrafı	36
Şekil 4.12. Sulama alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı	37
Şekil 4.13. Gelirleri Toplama Performansı	38
Şekil 4.14. Sulama Oranı.....	39
Şekil 4.15. Sulama Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı	40
Şekil 4.16. Sulama Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1. Pompa İstasyonu Karakteristikleri	20
Çizelge 3.2. 2018-2019 Yılları Yetiştirilen Bitki Çeşitleri ve Yüzde Oranları	21
Çizelge 3.3. Sulamada Enerji Kullanım Etkinliği Göstergeleri Ve Tanımları	23
Çizelge 3.4. Finansal Yeterlilik Göstergeleri ve Tanımları.....	23
Çizelge 3.5. Sulama Suyu Kullanım Etkinliği gösterge ve Tanımları	24
Çizelge 4.1. Spesifik Enerji.....	25
Çizelge 4.2. Sulama Alanında Birim Alan İçin Tüketilen Enerji.....	26
Çizelge 4.3. Sulanan Alanda Birim Alan İçin Tüketilen Enerji	27
Çizelge 4.4. Sulanan Alanın Enerji Maliyeti.....	28
Çizelge 4.5. Şebekeye Alınan Suyun Birim Enerji Maliyeti.....	29
Çizelge 4.6. Tüketilen Enerjinin Maliyetinin Gerçekleşen Gidere Oranı	30
Çizelge 4.7. Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Gerçekleşen Gelire Oranı	31
Çizelge 4.8. Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Planlanan Bakım Onarım Ödeneğine Oranı ...	32
Çizelge 4.9. Masrafları Karşılama Oranı.....	33
Çizelge 4.10. Birim Sulama Suyu Miktarına Karşılık Harcanan Bakım Masrafı	34
Çizelge 4.11. Sulanan Alanda Birim Sulama Alanına Harcanan Bakım Masrafı	35
Çizelge 4.12. Sulama alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı	36
Çizelge 4.13. Gelirleri Toplama Performansı	38
Çizelge 4.14. Sulama Oranı.....	39
Çizelge 4.15. Sulama Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı.....	40
Çizelge 4.16. Sulanan Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı.....	41
Çizelge 4.17. Performans Göstergeleri Korelasyon Katsayıları.....	44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
<	:Küçük
>	:Büyük
\$:Amerikan Doları
TL	: Türk Lirası
°C	: Santigrat derece
%	:Yüzde

Kısaltmalar	Açıklama
DSİ	:Devlet Su İşleri
FAO	:Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
IPTRID	:Sulama ve Drenajda Uluslararası Teknoloji ve Araştırma Programı
IWMI	:Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü
ha	:Hektar
kWh	KiloWattsaat
mm	:Milimetre
mS	:Milisiemens
km	:Kilometre
m	:Metre
m ³	:Metreküp
da	:Dekar

1. GİRİŞ

Tarımsal sulama, insanlık tarihi ile bugünlere süre gelmiştir. Medeniyetler henüz oluşmadan bile bitki yetiştirme işinde ilkel sulama metotları kullanıldığı söylenmektedir. Bu nedenle birçok medeniyet suya yakın yerlerde yaşamlarını sürdürerek gelişim göstermişlerdir.

Tarımsal sulamanın ilk olarak yapıldığı yerin Mısır olduğu söylenerek uygulamaların milattan önce yapıldığı ifade edilmektedir. M.Ö. 5000 yılları civarında Nil nehrinden su, zirai alanlara yönlendirilmiştir. Ve hatta bilinen ilk kaya ile doldurulan baraj yine Nil nehri üzerinde Kral Menes tarafından inşa edildiği bilinmektedir. Ayrıca Mısır'da M.Ö. 2000 yıllarında devasa sulama kanalları yapılarak birçoğu günümüzde faaliyet göstermektedir.

Orta Doğunun birçok bölgesinde yaklaşık 3000 yıl önce sulama faaliyetleri görülmüştür. Babil kralı Hamurabi M.Ö. 1700 yıllarında sulama sistemleri kurdurarak, sulama kanunları uygulamış olup söz konusu kanunlara uymayanlar için cezai müeyyideler uyguladığı bilinmektedir.

Ülkemizde sulama tarihi ise Ormanlı İmparatorluğu döneminde, 19. Yüzyılın sonlarına doğru başlanmış olup çalışmalar devletçe yürütülmüştür. Konya Ovası Sulaması ülke sınırlarımız dahilinde ilk sulama tesisidir. Birinci dünya savaşı öncesi sulama anlamında birçok planlama ve çalışma yapılmış, ancak savaş nedeni ile devam ettirilememiştir. Ülkemizde sulama faaliyetleri 2. Dünya savaşı akabinde DSİ'nin kurulması sonrası hızlanarak devlet eli ile yapılan yatırımlarla sağlanmıştır (Yıldırım, 2008).

Sulama yapıları inşa işi 20. yy başlarına kadar vakıflar tarafından yapılmıştır. Su işlerinin planlı biçimde ele alınması, 1914 yılında Umur-ı Nafia Müdüriyet-i Umumiyesi'nin (Bayındırlık İşleri Genel Müdürlüğü) kurulmasıyla başlamıştır.

1925 yılında Bayındırlık İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı "Sular Fen Heyeti Müdürlüğü", daha sonra da daha yetkili bir kamu kurumu olan "Sular Umum Müdürlüğü" kurulmuş ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün temelini oluşturmuştur. 1937 yılında, Sular Umum Müdürlüğü'nün adı "Su İşleri Reisliği" olarak değiştirilmiştir.

28.02.1954'te yürürlüğe giren 6200 sayılı kanunla Bayındırlık Vekâletine bağlı, katma bütçeli, tüzel kişiliğe sahip "Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü (DSİ)" kurulmuştur (DSİ, 2018).

Ülkemizde tarıma elverişli alan 28x106 ha olup, bu alanın 25x106 hektarlık kısmı sulamaya elverişlidir. Tüketim amaçlı fayda sağlanabilecek su kaynağının yerüstü ve yeraltı olmak üzere toplamda 112x109 m³ yıl⁻¹ olarak bilinmektedir. Ülkemizin 2030 yılında 100 milyon nüfusa ulaşacağı saptanmış ve su kaynaklarının 18x109 m³ yıl⁻¹ içme ve kullanma olduğu ve 22x109 m³ yıl⁻¹ miktarında da sanayide kullanılacağı öngörülmektedir. Ülkemizin sulamaya elverişli olan alanlarının %80'inde yüzey sulama yöntemleri kullanılmakta olup bu alanın büyük bir kısmında sulama randımanı düşük olan salma sulama metodunun olduğu saptanmaktadır (Yıldırım, 2008).

Sulama birliklerinin tek gelir kaynağı tahakkuk edilip tahsil edilen işletme ve bakım sulama ücreti bedeli iken birçok gider kalemi mevcuttur. Bunlardan en önemlileri bakım-onarım gideri ve pompajlı sulamalarda elektrik enerjisi gideridir. Devredilen sulama şebekelerinin performanslarının doğru göstergelerle değerlendirilmesi çok önemlidir. Bu çalışmada, Devlet Su İşleri tarafından Şanlıurfa ili Bozova ilçesi sınırları içerisinde inşa edilmiş olan ve 15.09.2006 tarihinde Atatürk Barajı Sulama Birliği'ne devredilen ve 2008 yılında işletmeye açılan Yaylak Ovası Pompajlı Sulama Tesisi'nin sulama performans göstergeleri değerlendirilmiştir. Çalışma alanı olan Yaylak Ovası Pompajlı Sulama Tesisinin sulama alanı 18 322 hektardır. Sulama sahasında su temini, mevcut 11 pompa istasyonunda toplam 83 pompa ile sağlanmakta olup sulama sisteminin tamamı kapalı-borulu sistemdir. Yapılan literatür taramasında, ülkemizde bakım-onarım gideri ve enerji kullanımı ile ilgili çok fazla çalışma yapılmadığı görülmektedir. Yapılan bu değerlendirme çalışmasında; kapalı-borulu sistem şebeke tipine sahip Atatürk Barajı Sulama Birliği'ne ait 2018-2022 yılları arası, yıllar bazında tüketilen toplam enerji miktarı, enerji maliyeti, şebekeye alınan su, sulama alanı, sulanan alan, gerçekleşen toplam gider, gerçekleşen toplam gelir, tahmini gelir, tahmini gider, gerçekleşen bakım onarım gideri, toplam teşebbüs gelirleri, bütçede ayrılan bakım, onarım ödeneği, tahsil edilen sulama ücreti bedeli, yılı tahakkuk edilen gelir verileri ele alınarak 16 farklı performans göstergesi analiz edilmiştir.

Yaylak Ovası Pompaj Sulaması sahasında kapalı-borulu sistem olması nedeni ile su kaybı açık kanallı sistemlere oranla daha azdır. Dolayısıyla bitki su ihtiyacının karşılanması için daha az su terfi ettirilmiş olacaktır. Böylece enerji maliyeti açık kanal pompajlı sistemlere oranla daha düşük olacaktır.

Ülkemizde devredilen sulama tesislerinde enerji ve bakım-onarım gideri ile ilgili performans göstergeleri değerlendirme çalışması pek yapılmamıştır. Çalışma materyal alanı olan Atatürk Barajı Sulama birliğinin en büyük gider kalemi enerji maliyetidir. Ondan sonra bakım-onarım gideri gelmektedir. Sulama birliği etkinliğinin artırılması için bakım-onarım giderinin yeterli düzeyde, mevzuata uygun olması ve enerji giderinin de düşürülmesi gerekir. Bu çalışma, yapılacak olan benzer çalışmalarda kaynak, rehber niteliği taşıyacağı düşünülmektedir. Ayrıca sulama birliklerinin etkin ve verimli olmasında sulama performans göstergeleri çok önemli bir yere sahiptir.

Bu çalışmada; Atatürk Barajı Sulama Birliğinin devralıp işlettiği Yaylak Ovası Pompaj Sulama tesisinin 2018-2022 yılları arası verileri kullanılarak enerji kullanımı, finansal yeterlilik ve sulama suyu kullanım etkinliği ile ilgili toplam 16 performans göstergesi ele alınarak değerlendirilmiş olup söz konusu çalışma alanının başarı düzeyinin belirlenmesi ve benzer pompajlı sulama tesislerine örnek teşkil etmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ülkemizin nüfusunun TÜİK verilerine göre 2021 yılı itibariyle 84.680.273 kişi olup, yıllık kullanılabilir su potansiyelinin 112 milyar m³ hesaplanması durumunda, ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarının 2021 yılı için 1323 m³ olduğu hesaplanmıştır. Mevcut su potansiyeli toplamının 2021 yılı gerçekleşmesine göre 58.41 milyar m³'ünün çeşitli maksatlara yönelik olarak 45.05 milyar m³'ü (%77) sulama suyu, 13.36 milyar m³'ü (%23) ise içme-kullanma ve sanayi suyu olarak kullanıldığı tespit edilmiştir (DSİ, 2021).

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü sorumluluk alanı kapsamında, 2021 yılı için drenaj projeleri ve bakım onarıma harcama tutarı 209.593.653 TL olduğu belirtilmiştir (DSİ, 2021).

DSİ 2021 yılı faaliyet raporuna göre; Enerjide dışa bağımlılığın azaltılması için ise DSİ tarafından inşa edilen hidroelektrik enerji kurulu gücünün 12 556 MW'tan 14 314 MW'a çıkarılması hedeflenmektedir (DSİ, 2021).

Ülkemiz ekonomisinin son yıllarda önemli bir gelişme göstermesine paralel olarak elektrik enerjisi tüketiminin de arttığı görülmektedir. Ekonomik durgunluklar dikkate alınmazsa, Türkiye'de elektrik tüketimi her yıl %4-10 oranında artmaktadır. Bu talebi karşılamak için ülkemiz yeni enerji projeleri için her yıl 4 milyar ABD doları ayırmak zorundadır (DSİ, 2021).

Sulama tesislerinin faydalananlara devri çalışmaları kapsamında; 31.12.2021 tarihi itibarıyla 2 800 745 hektar (net) alana hizmet eden tesisin işletme ve bakım hizmetleri, sulama birlikleri başta olmak üzere kooperatif, belediye, köy tüzel kişiliği vb. kuruluşlara devredilmiştir. Devri yapılan sahanın %85.1'i sulama birliklerince işletilmektedir (DSİ, 2021).

Elshaikh ve ark. (2018), bir çalışmada, sulama performansını ölçmek ve değerlendirmek için çeşitli yöntemlerin geliştirildiğini ve kullanıldığını belirtilmiş olup, performans göstergeleri için; doğrudan ölçümler, bulanık küme teorisi, Analiz Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Uzaktan Algılama (RS) olmak üzere sulama performansını değerlendirmenin dört ana yöntemi tanımlanarak tartışılmıştır. Netice olarak değerlendirme yöntemlerinin seçiminin sulama sisteminin doğasına ve değerlendirmenin amacına bağlı olduğu saptanmıştır.

Abadía ve ark. (2010), 22 su kullanıcı örgütünde enerji verimliliğinin karşılaştırmalı analiz ettikleri çalışmalarında; sulama alanında birim alan enerji maliyetini en yüksek 543.35 € ha⁻¹ (WUA.1.11), en düşük 10.67 € ha⁻¹ (WUA. 3.2), birim sulama suyu enerji maliyetini ise en yüksek 0.264 € m⁻³(WUA.2.3), en düşük 0.009 € m⁻³ (WUA. 3.2) olarak belirlemişlerdir. Belirlenen gösterge değerlerinin WUA.3.2’de düşük olmasının nedeninin terfi yüksekliğinin çok düşük olması nedeni ile suyun sadece %22’sinin pompalanmasının yeterli olduğu olarak ifade edilmiştir. Materyal olarak seçmiş oldukları 22 su kullanıcı örgütü için yapılan değerlendirmede; önerilen göstergelerin analizini yaparak su kullanıcı örgütlerindeki enerji verimliliğini temsil edebilecek göstergelerin, birim sulama suyu için tüketilen enerji miktarı ve birim sulama suyu için enerji masrafı olduğunu belirtmişlerdir.

Aydın ve ark. (2021), Kayacık Su Kullanıcıları Birliği'nin 2012-2017 yılları için sulama sistemi performansını karşılaştırmalı olarak analiz etmişlerdir. 2015 yılından itibaren Kayacık sulama sisteminde su ölçümü için ön ödemeli su sayacı kullanılmaktadır. 2012 yılında sulanan alan 11 754 hektar iken, 2017 yılında 19 528 hektara ulaşmıştır. Sulama şemasına ön ödemeli su sayaçlarının takılmasından sonra önemli bir su tasarrufu ve ekonomik geri kazanım olduğu tespit edilmiştir. 2012 yılında 7414 m³ h⁻¹ olan su miktarı 2017 yılında 3617 m³ h⁻¹'a düşmüştür. Maliyet geri kazanım oranları 2013 ve 2017 yıllarında sırasıyla %76 ve %107 olmuştur. Sonuç olarak ön ödemeli su sayacı kullanımı hizmet sunumunda, ekonomide ve verimlilikte pek çok avantaj sağlamaktadır. Ayrıca drenaj kanalına boşaltılan su miktarı da önemli ölçüde azalmıştır. Sulama işleminde ön ödemeli su sayacı kullanımının yaygınlaştırılması tavsiye edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen performans gösterge değerleri, dikkate değer gelişmeler olduğunu ortaya koymuştur. Ön ödemeli su sayaçlarının kullanılması ile maliyet geri kazanım oranı ve bakım ücretinin su kullanım hizmet bedeline oranı önemli ölçüde artmıştır. Sulama suyu ücretlerinin zamanında ve eksiksiz toplanması, işletme, bakım ve onarım hizmetleri ile yüksek performans değerlerine sahip olması sağlanmıştır. Üretimde de hakeza önce azalma eğilimi gösterirken kullanımdan sonra artmaya başlamıştır. Sonuç olarak, sulama tesisine ön ödemeli sayaç takılmasıyla performans göstergelerinin zaman içinde iyileştiği tespit edilmiştir. Zamana bağlı bu gelişmenin nedeni, çiftçilerin zaman içinde ön ödemeli su sayaçlarını benimsemeleri ve alışkanlık kazanmalarıdır. Teknik, sosyal ve ekonomik olarak uygun ve uygulanabilir olan durumlarda ön ödemeli su sayaçlarını kullanarak tarımda su talebini yönetmek için bir araç olarak sulama maliyetlerini geri kazanmak ve fiyatlandırmayı ayarlamak mümkündür. Ön ödemeli su sayacı, su tasarrufu sağlayan bir

yönetim aracı olarak kullanılır ve böylece suyun pompalanmasında kullanılan enerjiyi etkiler. Bu çalışmanın sonuçlarına göre Kayacık sulamasında ön ödemeli su sayaçlarının kullanılması, su tasarrufu, verim ve ekonomik faydanın artırılması, olumsuz çevresel etkilerin azaltılması açısından oldukça etkilidir. Özellikle su kıtlığı koşullarında tüm çiftçilerin sudan daha adil ve verimli bir şekilde faydalanılabildiği sonucuna varılmıştır.

Kartal ve Değirmenci (2020), Antalya bölgesi sulama şebekelerinin değerlendirilmesi isimli çalışmalarında, 13 sulama şebekesini referans olarak 2006-2016 yılları arası 11 yıllık veriler üzerinde çalışmışlardır. Su dağıtımı, finansal ve tarımsal etkinlik göstergeleri kullanılarak söz konusu şebekelerin performanslarının belirlenmesi ve karşılaştırılmasında korelasyon analizi, temel bileşenler analizi yapılmış ve kalite indeksleri belirlenmiştir. Sulama oranı en yüksek %82.21 ile Korkuteli sulaması, birim sulanan alana dağıtılan toplam sulama suyu miktarı en düşük $5532.32 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ile Mursal sulama şebekesi bulunmuştur. Su temin oranı en yüksek (3.74) Alara sulaması, fayda masraf oranı en düşük (0.76) Manavgat sulamasında gerçekleştiği belirlenerek, yapılan çalışma sonucunda; sulama şebekelerinin başarısına en çok tarımsal etkinlik göstergelerinin etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Arslan ve ark. (2022), İtalya, İspanya ve Türkiye’de faaliyet gösteren 42 sulama birliğinde sulama suyunun toplu yönetimini analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda; daha az personele (%-90) ve daha yüksek gelir tahsilatına (%-53) sahip olan İspanya’daki sulama birliklerinin İtalya ve Türkiye’deki sulama birliklerinden daha iyi performans gösterdiği anlaşılmıştır. İtalya’daki sulama birlikleri çok yüksek işletme, bakım ve yönetim maliyetine ($1500 \text{ € ha}^{-\text{yıl}}$) ve çok sayıda personel sayısına da (100 hektara 5 kişi) sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Soto-García ve ark. (2013), Güneydoğu İspanya’nın yarı kurak koşulları altındaki üç ayrı sulama bölgesi (Campo de Cartagena, Miraflores ve Calasparra-Cieza sulama bölgeleri) için 2002-2011 yılları arası su ve enerji bağlantısını analiz etmiştir. Spesifik enerji 1., 2., ve 3. bölge için sırası ile 1.33, 0.99 ve 1.18 kWh m^{-3} olarak hesaplanmıştır. Sulanan alanda birim sulama alanı için tüketilen enerji, ortalama 1 891-2 997 kWh ha^{-1} , birim sulama suyu için tüketilen enerji miktarı ise ortalama 0.15 ile 0.18 kWh m^{-3} arasında belirlenmiştir.

Alcon ve ark. (2017), suyun kıt olduğu bir bölgede sulama birliklerinin performansını analiz etmişlerdir. Sulama alanında birim alana sağlanan suyu 2 889 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$

olarak hesaplamışlardır. İşletme ve bakım maliyetinin yeraltı suyu kullanımı ile ilgili olduğunu belirterek yalnızca yeraltı suyu kullanan bir su kullanıcı örgütünde sulanan alanda birim alan için harcanan işletme ve bakım maliyeti ortalama 1 014 € ha⁻¹, birim sulama suyu maliyeti ise 0.31 € m⁻³ olarak hesaplanmıştır. Ve yine enerji maliyeti konusunda da en yüksek değerler yeraltı suyu kullanan su kullanıcı örgütlerinde belirlenmiş olup sulama alanında birim alan başına enerji maliyetini 125 € ha⁻¹, birim sulama suyu için harcanan enerji maliyetini ise 0.04 € m⁻³ olarak saptamışlardır.

Borgia ve ark. (2013), Moritanya'daki Senegal Vadisi boyunca küçük ve büyük sulama planlarının performans değerlendirmesi için yapmış oldukları kıyaslama çalışmalarında; Senegal Nehri boyunca 17 küçük ve 3 büyük sulama planında kıyaslama analizi yapılmıştır. Birim sulama alanına düşen 17 küçük sulama planının ortalama enerji maliyetini 90.8 € ha⁻¹, 3 büyük sulama planı ortalamasını ise 37.4 € ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Zema ve ark. (2018), 10 su kullanıcı örgütünün materyal seçilerek yaptıkları bir çalışmada; su kullanıcılarından toplanan toplam geliri ortalama 341 660 € yıl⁻¹ faturalanan tutarın ortalama 528 070 € yıl⁻¹ olduğunu belirlemiş olup faturalanan tutarın tamamının tahsil edilmediğini belirtmişlerdir. Birim alan için işletme ve bakım maliyetinin hesaplanan en yüksek değeri yılda 5 561.6 € ha⁻¹ iken, en düşük ise 3.01 € ha⁻¹ olarak saptamışlardır.

Carrillo-Cobo ve ark. (2010), birim sulanan alan başına tüketilen enerji miktarını 1.361 kWh ha⁻¹, birim sulama suyu için tüketilen enerji miktarını 0.73 kWh m⁻³, sulama alanında birim sulama alanı enerji maliyetini 93 € ha⁻¹, sulanan alanda birim alan enerji maliyetini 87 € ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

Kartal (2021), zaman serisi analizi ile gelecekteki sulama performansının tahmini adlı çalışmalarında; Andırın Sulama Tesisi için 2006-2019 yılları arasında Andırın Sulama Şemasının verilerini kullanılarak seçilen performans göstergelerinin 2025 yılına kadar tahmin edildiğini belirtmişlerdir. Sulama alanında birim alan toplam işletme, bakım ve yönetim maliyeti en düşük 21.24 € ha⁻¹, en yüksek 109.6 € ha⁻¹ olup nokta tahmin değeri 65 € ha⁻¹ hesaplanmıştır. Sulamaya verilen suyun birim metreküp başına maliyeti en düşük 0.003 € m⁻³, en yüksek 0.018 € m⁻³ olup nokta tahmin değeri 0.011 € m⁻³ hesaplanmıştır. Birim sulanan alanda birim alan toplam maliyet 469.2 € ha⁻¹, en düşük 423.3 € ha⁻¹, en yüksek 515.1 € ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

2010 Yılı Dünya Enerji Görünümü raporundaki binlerce veriden üçü, eşitsizliklerine rağmen yan yana koymaya değer. 2009 yılında fosil yakıtlara yapılan tüketim sübvansiyonlarının maliyeti 312 milyar dolardır. 2009 yılında yenilenebilir enerjiye verilen desteğin maliyeti 57 milyar dolardır. 2030 yılına kadar küresel enerji yoksulluğunu sona erdirmenin maliyeti yılda 36 milyar dolardır. Küresel enerji tüketiminin 2035 yılına kadar yüzde 50'ye varan oranda artması bekleniyor (IEA, 2010).

İspanyada 1950-2017 yılları için yapılan bir çalışmada; sulama suyu alımının uzun vadeli değişimi ve sulama için tüketilen enerji analiz edilmiştir. Sulama alanı; 1950 yılı için 1 179 ha, 2017 yılı için 3 734 ha, su tüketimi; 1950 yılı için 3 721 hm³, 2017 yılı için 10 277 hm³, enerji tüketimi; 1950 yılı için 0.03 kWh m³, 2017 yılı için 0.17 m³ olarak belirlenmiştir. İspanyol sulu tarımının 1950-2017 dönemindeki eğilimi, sulanan alanda yıllık ortalama %1.72 büyüme gösterirken, su kullanımları yıllık %1.02 ve enerji tüketimi yıllık %3.40 oranında arttığını tespit etmişlerdir (Espinosa-Tasón et al., 2020).

Rodríguez-Díaz ve ark. (2011), bir çalışmalarında; su ve enerji kullanımının birlikte değerlendirilmesine yönelik bir metodoloji yürütülmüş ve Endülüs sulama bölgelerinden en temsili 10 sulamaya uygulanmıştır. Çalışılan sulama bölgelerinde 2589 m³ ha⁻¹ birim sulama suyu için gereken enerji yaklaşık 1000 kWh ha⁻¹, sulanan alan birimi başına güç gereksinimleri 1.56 kW ha⁻¹, sağlanan birim sulama suyu başına enerji tüketimi 0.41 kWh m⁻³ olarak hesaplanmıştır. Birim enerji tüketimi ile basınç yükü ve sulanan alan ile toplam yıllık enerji tüketimi arasındaki ilişkiler kurulmuştur. Her modernizasyon sürecinden önce detaylı bir analiz gerekli olsa da, bu ilişkiler, sulanan alan ve gerekli basınç yüksekliği bilindiğinde, modernizasyon süreçlerinden önce yöneticilerin enerji gereksinimlerinin bir ön değerlendirmesini yapmalarına yardımcı olabilir. Ayrıca sonuçlar, genellikle yüksek enerji gereksinimlerinin teorik gereksinimlerden daha az su uygulamasına yol açtığını göstermiştir. Bu nedenle, her iki kaynağı birlikte optimize etmek gerektiğini belirtmişlerdir.

Corominas (2009), ulusal düzeyde su kullanımının 8 250 m³ ha⁻¹'dan 6 500 m³ ha⁻¹'a (%21) düşürülmesine rağmen enerji talebinin 206 kWh ha⁻¹'dan 1 560 kWh ha⁻¹'a (%657) yükseldiğini bildirmişlerdir.

Son iki yılda İspanya'da enerji tarifeleri %120 oranında arttırılmıştır. Toplam enerji maliyetleri son yıllarda önemli ölçüde arttığından dolayı, modernizasyon bazen çiftçiler

için ek bir sorun olduğu, çünkü işletme, bakım ve yönetim masraflarında bir artışa yol açtığı belirtilmiştir (Rodríguez Díaz ve ark., 2009).

Córcoles ve ark. (2010), 2006-2008 yılları verilerine göre 7 sulama birliğinde yapmış oldukları çalışmada enerji maliyetinin yağmurlama sulama sistemine sahip sulama birliklerinde enerji maliyeti, toplam işletme, bakım ve yönetim maliyetinin %70'ini oluştururken, damla sulama sistemine sahip sulama birliklerinde bu oranın %45 olduğunu belirlemişlerdir.

Moreno ve ark. (2010), bir çalışmalarında 15 sulama birliğine ait performans verilerini hesaplamışlardır. Birim komuta alanı için toplam yıllık sulama suyu temini en yüksek $7189.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, en düşük ise $739.7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Sulanan alanda birim alan için tüketilen enerji en yüksek $6229.90 \text{ kWh ha}^{-1}$, en düşük $451.66 \text{ kWh ha}^{-1}$ belirlenmiştir. Şebekeye verilen birim sulama suyu için harcanan enerji en yüksek 1.2421 kWh m^3 , en düşük 0.2824 kWh m^3 hesaplanmıştır. Sulanan birim alan başına enerji maliyeti en yüksek 471.26 € ha^{-1} , 34.74 € ha^{-1} olarak belirlenmiştir.

Jiménez-Bello ve ark. (2011), yapmış oldukları araştırmada, bir su kullanıcıları derneğinde ardışık beş mevsimde (2006–2010) çeşitli enerji verimliliği göstergeleri hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Sulama alanında birim alan için tüketilen su miktarı en yüksek $3512 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, en düşük $2738 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Sulanan alanda birim alan için tüketilen enerji en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla $1281.6-904.3 \text{ kWh ha}^{-1}$, şebekeye verilen birim sulama suyu için harcanan enerji miktarı en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla $0.311-0.260 \text{ kWh m}^3$ olarak hesaplanmıştır.

Rocamora ve ark. (2013), birim sulanan alan için temin edilen sulama suyu miktarını 2009-2010 sulama sezonu için $1631.3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, 2010-2011 sulama sezonu için ise $1366.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Dağıtılan birim sulama suyunun enerji maliyeti 2009-2010 sulama sezonu için 0.1406 € m^3 , 2010-2011 sulama sezonu için ise 0.1462 € m^3 olarak saptanmıştır.

Kukul ve ark. (2008), Menemen Sulama Şebekesi için 1989-2004 yılları arasında yürütmüş oldukları bir çalışmada; devir öncesi dönemde (1984–1994) gelir toplama performansı %18.5 iken, devir sonrası (1994-2004) Menemen Sağ Sahil ve Sol Sahil Sulama şebekeleri sırası ile %87 ve %81 olarak belirlenmiştir.

Nalbantoğlu ve Çakmak (2007), Akıncı Sulama Birliğinde Sulama Performansının Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi çalışmalarında, yıllık su temini oranını 1.55-1.98, bakım

masrafının gelire oranını %2.51-10.82, birim alana düşen toplam işletme, bakım, yönetim masrafını 22.53-108.61 \$ ha⁻¹, su ücreti toplama performansını %70-93 olarak belirlemişlerdir. Sonuç olarak sulama yönetimi açısından suyun dağıtımının, tesisin işletme ve bakımının iyi durumda olduğunu ifade etmişlerdir.

Ersöz ve Çamoğlu (2020), Bursa'da 10 adet sulama birliğinin 2018 yılındaki performanslarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Değerlendirme neticesinde; tüm sulama birlikleri için ortalama olarak hesaplanan sulama oranının ortalama %57, sulama ücreti toplama oranının ortalama %65 olduğu, masrafları karşılama oranının ortalama %90 olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca bakım masraflarının gelire oranı ortalama %21, birim alana dağıtılan sulama suyu ortalama 3 980 m³ ha⁻¹, birim sulanan alana dağıtılan sulama suyu miktarının 4992.3-10103.2 m³ ha⁻¹ arasında değiştiği, birim sulama alanına düşen toplam işletme, bakım ve yönetim masrafının ortalama 977 TL ha⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, hâlihazırda faaliyet gösteren açık kanal sisteminden basınçlı borulu sisteme geçilmesi önerilmiştir.

Sönmez yıldız ve Çakmak (2013), Eskişehir ili Beyazaltın köyü arazi toplulaştırma alanında sulama performansının değerlendirilmesi çalışmalarında, araştırma alanında dağıtılan sulama suyu 4 147 200 m³ yıl⁻¹, birim alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı 4 311.02 m³ ha⁻¹, birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı 4 311.02 m³ ha⁻¹, bakım masrafının gelire oranı %8, birim alana düşen toplam işletme, bakım, yönetim masrafı 51.98 TL ha⁻¹, sulama ücreti toplama oranı % 100 olarak gösterilmiştir.

Kartal ve ark. (2021), Sulama Şebekelerinde Bakım Performansının Değerlendirilmesi: Yozgat İli Örneği isimli çalışmalarında materyal olarak seçilen Yozgat ilinde bulunan 8 sulama birliğinin bakım-onarım etkinliğinin değerlendirilmesi neticesinde; birim sulanan alana yapılan bakım, onarım, en yüksek 2017 yılında 58.2 € ha⁻¹, en düşük ise 0.4 € ha⁻¹ olduğu, sulama şebekelerinde bakım masrafının toplam gelire oranı en yüksek 2017 yılında %29, en düşük ise %0.4 olduğu belirlenmiştir. Finansal yeterlilik oranı en düşük %48, en yüksek %312 hesaplanmıştır. Materyal olarak kullanılan sulama şebekelerinde planlanan işletme bakım bütçesinin planlamaya uygun olmadığını değerlendirmişlerdir.

Kartal (2019), Masat, Beyler ve Iğdır Sulama Şebekelerinin Performans Değerlendirmesi adlı çalışmasında, DSİ'nin 3 farklı sulama bölgesinden seçilen Masat, Beyler ve Iğdır sulama şebekeleri ile ilgili performans değerlendirilmesi yapılmıştır.

Değerlendirme neticesinde; sulama oran en yüksek yaklaşık %50 oranında, birim sulanan alana dağıtılan toplam sulama suyu miktarı en yüksek $18\ 232\ m^3\ ha^{-1}$, birim sulama alana dağıtılan toplam sulama suyu miktarı en yüksek $9\ 156.9\ m^3\ ha^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Kartal ve Değirmenci (2019), Performans Göstergelerine Göre Sulama Şebekelerinin Değerlendirilmesi adlı çalışmalarında; Akdeniz bölgesinden seçilen Kahramanmaraş, Göksun, Andırın, Keysun ve Hancağız sulama şebekeleri için 16 performans göstergesini 11 yıllık (2006-2016) veri kullanılarak değerlendirmeye almışlardır. Bu çalışmada göstergelerden sulama oranı en yüksek %76.79 ile Kahramanmaraş sulaması için belirlenmiştir. Birim sulanan alana dağıtılan toplam sulama suyu miktarı en yüksek $15\ 230.51\ m^3\ ha^{-1}$ ile Hancağız sulamasında, birim sulama alanına dağıtılan toplam sulama suyu miktarı ise en yüksek $8\ 578.32\ m^3\ ha^{-1}$ ile Andırın sulaması için belirlenmiştir. Birim sulanan alana harcanan işletme-bakım masrafları en yüksek $236.74\ \$\ ha^{-1}$ ile Göksun sulaması, birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları en yüksek $82.09\ \$\ ha^{-1}$ ile Kahramanmaraş sulaması için belirlenmiştir. Birim sulanan alana harcanan toplam gider $2116.68\ \$\ ha^{-1}$ ile Göksun sulaması, birim sulama alanına harcanan toplam gider $946.42\ \$\ ha^{-1}$ ile Kahramanmaraş sulaması, birim sulama suyuna karşılık toplam gider $0.278\ \$\ m^{-3}$ ile Göksun sulamasında belirlenmiştir.

Tekiner (2020), Pompajla Su Temin Eden Bazı Sulama Birliklerinin Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi isimli çalışmada üç havzada pompajlı üç sulama birliğinin, 2009-2017 yılları arasındaki 9 yıllık ortalama verilerini kullanmıştır. 12 gösterge ile sulama sistem performansları karşılaştırılmıştır. Sulama oranı ortalama en yüksek değer %71.8, su ücreti toplama performansı en yüksek %87.9 ve masrafları karşılama oranı en yüksek %83.8 ile Gümüşsu Sulama Birliği için hesaplanmıştır. Toplam işletme, bakım ve yönetim masrafı en yüksek $1\ 242\ TL\ ha^{-1}$ Mersin Sulama Birliği için hesaplanmıştır.

Tekiner ve ark. (2021), Truva Sulama Birliğinde 2010-2017 yılları arası için yapılan değerlendirme neticesinde; şebeke sulama oranını %68.1-%90.2 olarak belirlemişlerdir. Toplam su ücreti toplama performansı %60.3-%128.2 olarak saptanmıştır. Masrafları karşılama oranı %55,6-%124, bakım masraflarının gelire oranı ise %1.3-%54.5 arasında saptanmıştır. Birim alana düşen toplam işletme, bakım ve yönetim masrafı $81.6-527.4\ TL\ ha^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Mali yeterlilik oranı ise 0.84 ile 1.72 değerleri arasında değişmektedir. Çalışma neticesinde sulama suyu ücret tarifesinin yüksek olmasının sulama oranını ve sulama ücreti toplama performansını düşürdüğü düşünülmektedir.

Kırnak ve ark. (2021), Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliği Performans Analizi adlı çalışmalarında, 2010-2015 yılları arası için veriler kullanılmış olup performans göstergeleri değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, 2010-2015 yılları arası için ortalama değer olarak; sulama oranı %104.88, su temin oranı %56.67, sulama ücreti tahsilat oranı %61.19 olarak hesaplanmıştır. İklimde yaşanan değişiklikler, küresel ısınma gibi nedenlerle sulama birliklerinin, işletme-bakım-yönetim açısından etkin bir şekilde yapılandırılmasının çok önemli olduğu belirtilmiştir.

Değirmenci ve Arslan (2018), Sulama Birliklerine Devredilen Sulama Şebekelerinde İşletme ve Bakım Giderlerinin Analizi adlı çalışmalarında, devredilen sulama şebekelerinde işletme, bakım ve onarım masraflarının yıllık toplam gider içindeki payının bilinmesi ve elde edilen gelirlerin etkin kullanımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Değerlendirmede 25 bölgeden 23 sulama şebekesi materyal olarak belirlenerek, her bölgeden 23 sulama şebekesi ele alınmıştır. 5 adet gösterge ile analiz edilen 23 sulama tesisi içinde ortalama olarak birim sulama alanı işletme bakım gideri 3.32-514 TL ha⁻¹ saptanmıştır. Birim sulanan alan işletme bakım gideri 22.04-1487.40 TL ha⁻¹, birim sulama alanı toplam yıllık gideri 308.48-2785.28 TL ha⁻¹ saptanmıştır. Birim sulanan alan toplam yıllık gideri 478.65-31504.57 TL ha⁻¹ ve işletme bakım gider oranı ise %0.40-43.86 arasında hesaplanmıştır. Bu çalışma ile sulama şebekelerinde işletme, bakım ve onarım giderlerinin yönetim başarısı açısından önem arz ettiği, pompajlı sulama şebekelerinde yıllık maliyetin çok yüksek olduğu, izleme ve değerlendirme çalışmalarına daha fazla önem verilmesi gerektiği neticesine varmışlardır.

Çifçi ve Değirmenci (2022), Sulama Performans Göstergeleri ve TOPSİS Yöntemi ile Asi Havzası Sulama Birliklerinin Analizi isimli çalışma kapsamında, Asi havzasında 4 sulama birliğinin 2013-2017 yılları arası verileri materyal olarak kullanarak göstergeleri analiz etmişlerdir. Birim sulama alanına verilen sulama suyu miktarını ortalama 6 530 m³ ha⁻¹, birim sulanan alana verilen sulama suyu miktarını ortalama 9 913 m³ ha⁻¹, sulama oranını ise 2013-2017 yılları arası ortalama %68 hesaplamışlardır. Mali yeterlilik oranını çalışma yılları için ortalama %52, bakım-onarım masraflarının gelire oranını %9-181 arasında olup ortalama %50 olarak hesaplamışlardır. Sulama alanı işletme-bakım ve yönetim masraflarını 49.17 ile 343.75 \$ ha⁻¹ arasında, sulama ücreti toplama oranını %24-83 arasında, birim sulama alanına karşılık gelen enerji giderini en yüksek 233.96 \$ ha⁻¹ olarak (2014 yılı Yarseli Sulama Birliği), birim sulanan alana karşılık gelen enerji giderini

ortalama 71.65 \$ ha⁻¹, birim sulama suyuna karşılık gelen enerji masrafını ortalama olarak 0.00704 \$ m⁻³ olarak saptanmışlardır.

Chote (2022), Bursa Boyalıca Pompaj Sulamasında Sulama Performansının Değerlendirilmesi konulu Yüksek Lisans Tezi çalışmasında; Boyalıca Pompaj Sulamasının 2016-2020 yılları arasındaki performansı değerlendirilmiştir. Söz konusu yıllar için sulama oranı en yüksek %65, en düşük %62 olarak hesaplanmıştır. Sulanan birim alana iletilen sulama suyu miktarı yıllık en düşük 5 696 m³ ha⁻¹, en yüksek 9 318 m³ ha⁻¹, sulama birim alanına iletilen sulama suyu miktarı yıllık en düşük 3 601.2 m³ ha⁻¹, en yüksek 6 088.5 m³ ha⁻¹ olarak saptanmıştır. Birim alana düşen işletme, bakım ve yönetim masrafı en düşük 571.89 TL ha⁻¹ olarak, en yüksek 1381.89 TL ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Tahsilat oranı en yüksek 2017 yılı için %108, en düşük 2019 yılı için %84 belirlenmiştir. Şebekeye verilen birim sulama suyuna karşılık işletme, bakım ve yönetim masrafı en yüksek 0.182 TL m⁻³, en düşük 0.063 TL m⁻³, masrafları karşılama oranı en yüksek %286.4, en düşük %152.1 olarak saptanmıştır.

Cengiz (2019), Acıpayam sulama birliği performansının değerlendirilmesi konulu Yüksek Lisans Tezi olarak yapmış olduğu çalışmada, Acıpayam Sulama Birliğinin performansını değerlendirmiştir. Elde edilen bulgulara göre; birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı en düşük 4 747 m³ ha⁻¹ en yüksek 9 793 m³ ha⁻¹ hesaplanmıştır. Yatırımın geri dönüşüm oranı %74-143 olarak, bakım-onarım masrafının gelire oranı %3.6-21.7 olarak, birim alana düşen toplam işletme-bakım-yönetim masrafı 1294-355 TL ha⁻¹ olarak saptanmıştır. Sulama suyu ücreti toplama oranı en yüksek %99.8, en düşük %46.9 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak; çiftçilerde sulama alışkanlıklarının iyileştirilmesi yönünde sulama birliği personeli tarafından bilgilendirme çalışmaları yürütülmesi gerektiği tavsiyesinde bulunulmuştur.

Diker (2018), Aşağı Seyhan Ovasında 18 Sulama Birliğinin değerlendirilmesi adlı yüksek lisans tez çalışmasında, 2011-2015 yıllarına ait verilerle belirlenen performans göstergeleri hesaplanmış olup değerlendirilmiştir. Araştırma alanında birim sulama alanına dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı ortalama 11974.70 m³ ha⁻¹, sulama oranı ortalama %85, mali yeterlilik oranı ortalama %68 olarak belirlenmiştir. Bakım, onarım masraflarının gelire oranı %12-140 arasında hesaplanmıştır. Birim sulama alana düşen işletme-bakım ve yönetim masrafları ortalama 126.14 \$ ha⁻¹, sulama ücreti toplama performansı ortalama % 62, birim sulama alanına düşen enerji masrafı ortalama 16.64 \$ ha⁻¹, birim sulanan alana

düşen enerji maliyeti ortalama 18.31 \$ ha⁻¹ olarak saptanmıştır. Birim sulama suyuna karşılık gelen enerji maliyeti ortalama 0.0016 \$ m⁻³ olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak; sulama birliklerinin işletme alanlarının büyük olmamasının işletme-bakım ve yönetim masraflarını arttırdığını, alanı küçük olan birliklerin birleşerek yeniden yapılanmasının önemli olduğu ifade edilmiştir.

Karataş Sulama Birliği Performansını Değerlendirmek üzere yapılan bir çalışmada, su kullanım etkinliği incelendiğinde sulama oranı değerlerinin Karataş Sulama Birliği için %20-72; Karaçal sulama birliği için %36-55 arasında olduğu belirtilerek istenilen düzeyde olmadığı belirtilmiştir. Birim sulama alanına verilen yıllık sulama suyu miktarı Karataş için 637.33 m³ ha⁻¹ ile 4245.71 m³ ha⁻¹ arasında olduğu, Karaçal için ise 1352.76 – 4276.78 m³ ha⁻¹ arasında olduğu hesaplanmıştır. Birim sulanan alana verilen yıllık sulama suyu miktarı ise Karataş için 3217.18 m³ ha⁻¹ ile 5922.88 m³ ha⁻¹ arasında olduğu, Karaçal için ise 3534.08- 7778.67 m³ ha⁻¹ arasında olduğu hesaplanmıştır. Tahsilat oranları Karataş için %78-44, Karaçal için 10-130 olarak saptanmıştır. Bakım-onarım masraflarının gelire oranı Karataş için %7-43, Karaçal için %17-48 belirlenmiştir. Birim alana düşen toplam işletme, bakım ve yönetim masrafı ise Karataş için 9.60-14.98 \$ ha⁻¹, Karaçal için 1.32-22.92 \$ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Sulamaların finansal açıdan yeterli olduğu sonucuna varılmıştır (Abdisamad, 2021).

Şeker (2015), Nazilli İlçesi Sulama Birliklerinde Sulama Performansının Değerlendirilmesi adlı yüksek lisans tez çalışmasında; Nazilli Sulama Şebekesinin sulama birliklerine devir öncesi ve sonrası (1984-2013 yılları arası) etkinlikleri analiz edilmiştir. Sulama oranı devir öncesi ortalama %101 iken, devir sonrası %106.75 olarak belirlenmiştir. Tahsilatın tahakkuka oranı ortalama %79 iken, devir sonrası %176.05 olarak belirlenmiştir.

Sesveren ve ark. (2019), yapmış oldukları Kartalkaya Sol Sahil Sulama Birliği sulama problemleri ve çözüm önerileri konulu çalışmalarında 2007-2017 yılları arası için bazı performans göstergelerini değerlendirmişlerdir. 10 yıl için belirlenen sulama oranını ortalama %81.1 olarak, işletme ve bakım sulama ücreti tahsilat oranını %93.7 olarak, bakım onarım oranını %22.4 olarak saptamışlardır.

Akçay (2018), yapmış olduğu bir çalışmada Aşağı Büyük Menderes ve Aşağı Gediz Havzalarında yer alan altı sulama birliğinde 10 yıllık bir süreç için yapmış olduğu performans değerlendirmesinde, sulama ücreti toplama oranını ortalama %62.6 – %101.8

arasında hesaplamıştır. Birim alana düşen işletme, bakım ve yönetim giderini ortalama 58.2 TL ha⁻¹ – 87.6 TL ha⁻¹ arasında saptamıştır.

Özdemir ve ark. (2010), bir çalışmada, birim sulama alanı için harcanan toplam işletme ve bakım giderini ortalama en yüksek %48.41 en düşük %59.25 belirlemiştir. Yıllık sulama ücreti toplama performansını ortalama en yüksek %75.5, en düşük %41.2 bulmuşlardır. Finansal yönde kendine yeterlilik oranı ortalama en yüksek 1.64, en düşük 0.79 hesaplanmıştır.

Büyükcangaz ve ark. (2018), yaptıkları bir çalışmada, Bursa bölgesinde materyal olarak alınan 9 adet sulama şebekesi için 4 yıllık veriler değerlendirilerek, sulama oranını ortalama %53.18 ile %12.23 arasında hesaplamışlardır.

Kartal ve ark. (2019) Boğaçay, Çamgazi ve Sarayköy Sulama Şebekelerinin İstatistiksel Yöntemlerle Analizi etmişlerdir. 2011-2016 yılları arası için yapılan değerlendirme neticesinde; sulama oranı en yüksek ve en düşük değerler sırası ile %91.67 ve %27.14 hesaplanmıştır. Sulanan alanda birim alana verilen sulama suyu miktarı en yüksek 24310.7 m³ ha⁻¹ hesaplanmıştır. Birim sulama alanına verilen sulama suyu miktarı ise 22496.8 m³ ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Su temin oranının 1'e eşit olması sulama şebekesine yeterli miktarda sulama suyunun verildiğini, 1'den küçük olması yetersiz su dağıtımının yapıldığını, 1'den yüksek olmasının ise su dağıtımının fazla olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir (Molden ve ark., 1998). Bu çalışmada da tüm sulama şebekelerinin ortalama su temin oranının 2.79 olduğu, dolayısıyla ihtiyaçtan fazla su verildiği belirtilmiştir. Birim sulama alanına düşen işletme, bakım ve yönetim masrafının en yüksek 333.00 \$ ha⁻¹ olduğu, birim sulama alanına düşen toplam giderin en yüksek 877.50 \$ ha⁻¹ olduğu belirlenmiştir (Kartal ve ark., 2019).

Yavuz (2019), Kayseri'de bulunan 11 adet sulama birliğine ait 2016-2018 yılları arası verileri kullanarak bir takım göstergeler analiz etmiştir. Birim sulama alanına verilen sulama suyu miktarını 2016-2018 yılları arası 11 sulama birliği için ortalama 4221 m³ ha⁻¹ hesaplamıştır. Sulanan alan için ise ortalama 6759 m³ ha⁻¹ hesaplamıştır. Mali yeterlilik oranı 2016-2018 yılları arası için %6.39-168.12 arasında değişiklik göstermiş olup ortalama %66.37 hesaplamıştır. Bakım-onarım masraflarının gelire oranını ortalama %33 saptamıştır. Sulama alanı için birim alana düşen işletme-bakım ve yönetim masrafını ortalama 81.09 \$ ha⁻¹, sulama ücreti toplama performansını ise ortalama %59 hesaplamıştır. Birim sulama alanı için harcanan enerji masrafını ortalama 40.34 \$ ha⁻¹,

birim sulanan alana düşen enerji masrafını ise ortalama 52.58 \$ ha⁻¹ saptamıştır. Birim sulama suyu miktarı için tüketilen enerji gideri ortalama 0.00961 \$ m⁻³, sulama oranını ise 2016-2018 yılları arasında %35-99 arasında belirlemiştir.

Özcan (2019), yapmış olduğu çalışmada 2016 yılı için 10 sulama birliğini materyal olarak almış ve sulama oranını %73.2-99.8 arasında, tahsilat oranını %29.1-87.8 arasında, finansal yeterlilik oranını ise %88.7-196.7 olarak saptamıştır.

Tavman (2019), Konya kapalı havzasında bulunan 17 adet sulama şebekesini materyal olarak ele almış olup 2005-2010 yılları arası için su dağıtım performansı, mali performans ve üretim performansına ilişkin değerlendirmeler yapmıştır. Bu kapsamda; birim sulanan alana verilen sulama suyu miktarını en az 951 m³ ha⁻¹, en fazla 63 441 m³ ha⁻¹ olarak hesaplamıştır. Birim alana düşen işletme-bakım ve yönetim masrafı en az değer olarak 1.95 TL ha⁻¹, en fazla değer ise 346.54 TL ha⁻¹ bulmuştur.

Kartal (2018), doktora tezi çalışmasında 185 sulama şebekesinin 2006-2016 yıllarına ait 11 yıllık izleme ve değerlendirme verisi kullanılmış olup performans değerlendirmesi yapmıştır. Birim alana harcanan sulama suyu miktarı için en yüksek değer 13352.94 m³ ha⁻¹ olarak DSİ 15. Bölge Müdürlüğü sahasında olduğunu belirtmiştir.

Kartal ve ark (2019), yapmış oldukları bir çalışmada, sulama kanalı çeşitleri ve uzunluklarının sulama performans göstergeleri üzerinde etkisini analiz etmişlerdir. Ege bölgesinde bulunan 9 adet sulama şebekesine ait 2009-2016 verileri kullanılmıştır. En düşük ortalama sulama oranı %19.46, en yüksek ortalama sulama oranı ise %75 hesaplanmıştır. Birim sulanan alana dağıtılan toplam sulama suyu ortalama en yüksek 12709 m³ ha⁻¹ ile Sarıgül sulama şebekesi, en düşük ortalama ise 8168 m³ ha⁻¹ ile Bergama sulama şebekesinde saptanmıştır. Sonuçta; kapalı-borulu su iletim kanalı kullanılan şebekelerde birim alana düşen sulama suyu miktarının azaldığını gözlemlemişlerdir.

Yürekli ve ark. (2018), yapmış oldukları bir çalışmada, birim sulanan alana verilen sulama suyu miktarı ortalama 7723 m³ ha⁻¹ saptanmıştır. Sulama ücreti toplama performansı yıllara göre değişim gösterdiği belirtilmiş olup %51.69 ile %99.99 arasında, ortalama %72.80 olarak hesaplanmıştır. Mali yeterlilik oranı ise %79.23-107.20 arasında değiştiği, ortalama %90 olduğu saptanmıştır.

Anderoğlu (2020), Anamur Sulama Birliğinin performans durumunu analiz etmek amacıyla 2012-2018 yılları verileri kullanılarak yapmış olduğu performans değerlendirme çalışmasında; sulama oranını %29-%40 arasında, ortalama değer olarak ise %35.7 olarak

saptamıştır. Sulanan alanda birim alana verilen sulama suyu miktarını en düşük 2015 yılı için $22164 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, en yüksek $91519 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak 2017 yılı için ve ortalama olarak ise $51483 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ hesaplamıştır. Sulanan alanda birim alana verilen sulama suyu miktarını en düşük 2015 yılı için $7981 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, en yüksek $34695 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak 2017 yılı için ve ortalama $937.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ hesaplamıştır. Bakım-onarım giderinin tahsilata oranını en düşük %24, en yüksek %51 olarak, birim alan için yapılan bakım-onarım ve yönetim masrafı 2012 yılı için minimum $204.33 \text{ TL}^3 \text{ ha}^{-1}$, 2017 yılında maksimum $474.82 \text{ TL}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak hesaplamıştır.

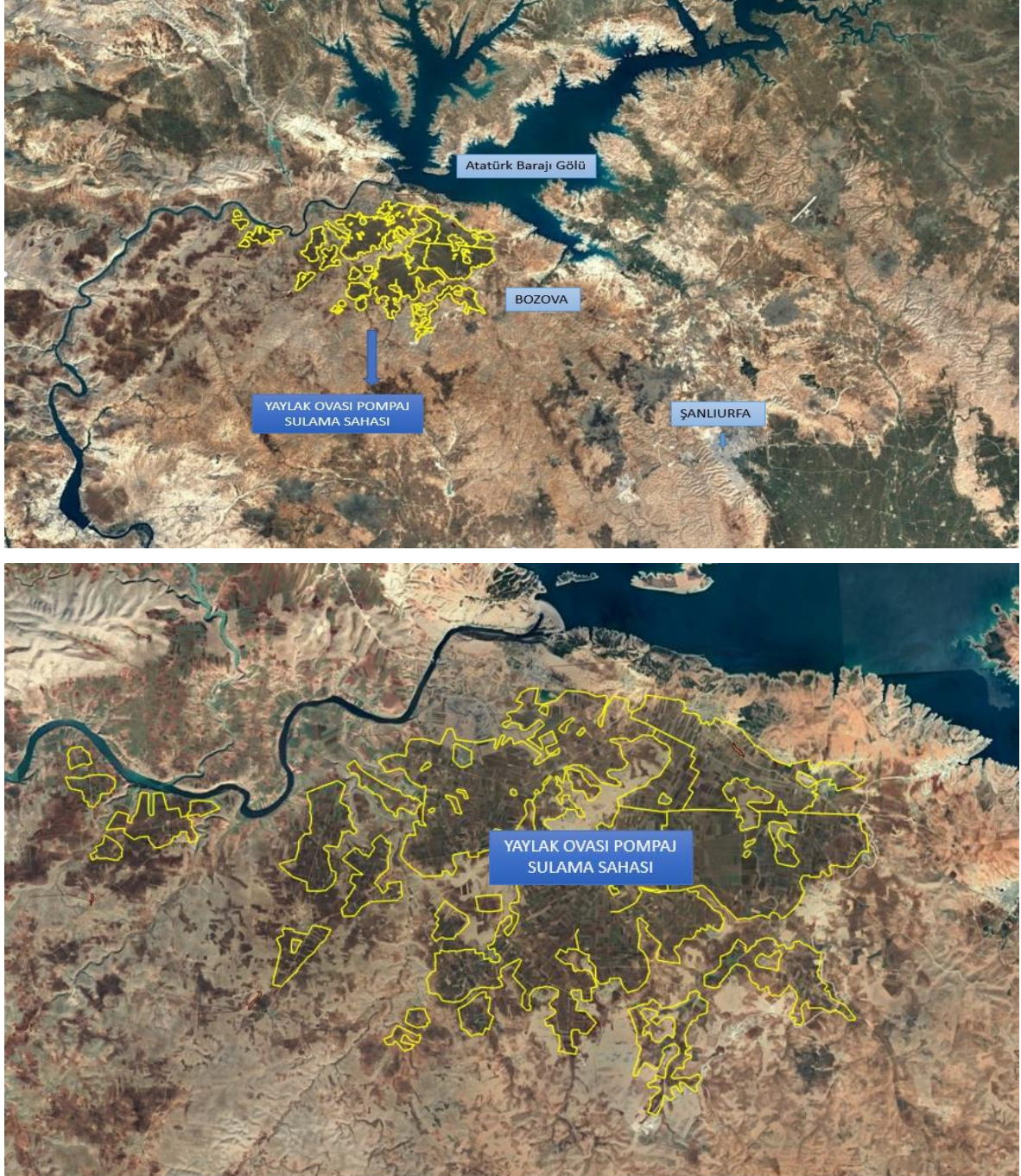
Ateşal (2022), Akıncı Ovası Sulama Birliği'ni 2016-2020 yılları verilerini kullanarak sulama birliğinin performansını analiz etmiştir. Bu çalışmada, tahsilat miktarının toplam işletme, bakım ve yönetim giderine oranını ortalama %50, Sulama Birliğinin kendi kendine yeterlilik oranını ortalama %34.41 olarak hesaplamıştır. Sulanan alanda birim alan için harcanan sulama suyu miktarı ortalama $16159 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, sulama oranı ise %23 olarak saptanmıştır. Sulama alanında birim alan için harcanan işletme-bakım ve yönetim masrafı ortalama 71.26 TL ha^{-1} , su kullanıcılarına yapılan tahakkukun tahsilat oranı ise ortalama %28'tür. Bakım onarım giderinin toplam gelire oranını ortalama %28.77 saptamıştır.

Gençoğlu ve Değirmenci (2019), Kırıkhan Sulama Birliği'nin 2008-2013 yılları verileri kullanılarak performansını değerlendirmişlerdir. Bu kapsamda; sulanan alanda birim alan için harcanan sulama suyu miktarı $5496-13684 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak saptamışlardır. Çalışma alanının mali açıdan kendine yetme oranını %57.5-108,3 arasında, sulama alanında birim alan için işletme, bakım ve yönetim gideri $81.52-141.96 \text{ \$ ha}^{-1}$, sulama suyu ücreti toplama oranını %34.42-92.08 arasında saptamışlardır. Sulanan alanın sulama alanına oranını ise minimum %33, maksimum ise %89 olarak hesaplamışlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak Şanlıurfa ili Bozova ilçesi sınırları içerisinde yer alan, Atatürk Barajı Sulama Birliğine devredilen 18 322 ha sulama alanına sahip Yaylak Ovası Pompaj Sulama Tesisi seçilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çalışma Alanı Konumu

3.1.1. Çalışma Alanı Genel Bilgileri

Atatürk Barajı Sulama Birliği'nin sorumluluk alanı Şanlıurfa ili Bozova ilçesi sınırlarında kalmakta olup Yaylak ve Yaslıca beldeleri ile Altınlı, Argıncık, Arıkök, Atgüden (Üçdirek), Binekli, Çakmaklı, Dutluca, Dutluk, Deliller, Eskin, Hacılar, Irmakboyu, Kabacık, Karacaören, Karapınar, Kargılı, Kepirce, Kılıçören, Kındıralı, Kızlar, Killik, Koçhisar, Konuksever, Maşuk, Mülkören, Ortatepe, Özgören, Salucakaçar, Soğukkuyu, Söğütlü, Sızan, Sığırcık, Şeyhler, Türkmenören, Umutlu, Uzunburç, Ürünlü mahalleleri olmak üzere toplam 39 yerleşim yerini kapsamaktadır. Toplamda 18 322 ha alana sahiptir. Sulama sahasında 11 adet pompa istasyonu, toplam 83 km kaplamalı beton kanal ve servis yolu, 343 km yedek ve tersiyer boru hattı bulunmaktadır. Sulama suyunu şebekeye iletimini sağlayan pompa istasyonlarına ilişkin karakteristikler Çizelge 3.1'de belirtilmiştir.

Yaslıca tüneli bitiminde yer alan P1 Pompa İstasyonuna ek olarak 31 metrelik basıncı elde etmek amacıyla toplam 10 adet pompa istasyonu hizmet vermektedir. Söz konusu pompalar sulama alanı şebekesinin ihtiyaç duyulan basıncını sağlamaktadır. Pompaların açma ve kapama zamanlarında şebeke basıncındaki oynamaları engellemek amacıyla her pompa istasyonuna bir adet regülasyon deposu ilave edilmiştir.

GAP sahasının yaklaşık %6'lık kısmını oluşturan projenin sahası Şanlıurfa-Bozova-Atatürk Barajı-Adıyaman Devlet Karayolları sahalarından geçmekte olup proje sahası Doğu-Batı Yönünde 60 km ve Kuzey-Güney yönünde 25 km uzunluğa sahiptir (Anonim, 2023).

Şanlıurfa ili Bozova ilçesi sınırları içerisinde yer alan, çalışma alanı olan Yaylak Ovası Sulama Sahasının bulunduğu alanda karasal iklim tipi görülmektedir. Kış mevsimi soğuk ve yağışlı, Yaz mevsimi ise sıcak ve kuraktır. Kış mevsimi, karasal iklim karakterine uygun bir şekilde yaşanmakta olup soğuk ve yağışlı geçmektedir. Türkiye-Suriye sınırından kuzeye doğru gidildikçe topoğrafya yükseldiğinden dolayı sıcaklık azalır ve yağış da artış gösterir. Yağışlar genelde kış mevsiminde ve erken ilkbaharda, en çok Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında görülmektedir. En yüksek sıcaklıklar Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında en düşük sıcaklık ise Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında görülmektedir.

Kış mevsimi yağışlı, soğuk ve karasal iklim özelliği göstermekte olup Yaz mevsimi ise sıcak ve kurak geçmektedir. Gece-gündüz, yaz-kış arasında büyük sıcaklık farkları görülür.

Çizelge 3.1. Pompa istasyonu karakteristikleri

Pompa İst.	Servis Alanı	Debi ($m^3 s^{-1}$)	Pompa Kotu (m)	Pompa Yüksekliği (m)	Toplam Yıllık Debi (hm^3)	Yıllık Enerji İhtiyacı (GWh)	Ünite Adedi	Toplam Kapasite (kW)
P1	18322	21.02	555.0	22	158.11	20.34	17	7000
P21	1372	1.709	591.0	38	12	1.73	9	932
P22	1577	2.029	593.0	34	13.78	2.2	8	958
P23	1418	1.804	586.0	33	12.39	1.74	7	797
P24	2115	2.773	584.0	35	18.49	2.52	9	1302
P25	130	0.285	586.0	35	1.13	0.17	3	122
P26	1328	2.065	565.0	30	11.61	1.13	7	825
P31	415	0.678	617.0	60	3.62	0.89	5	587
P32	1210	1.323	620.0	66	10.58	2.76	9	1242
P33	775	0.975	620.0	67	6.77	1.82	6	824
P34	415	0.750	620.0	72	3.63	0.99	5	706

3.1.2. Çalışma Alanı Toprak Yapısı ve Sulama Suyu Özellikleri

Yaylak Ovası Bozova ve Halfeti ilçeleri arasında yer almakta olup sahada toprak derinliği sığ ve topoğrafyasında eğim fazladır. Aynı zamanda yer yer yüzeyde taşlıklar mevcuttur. Ova toprakları farklı bünye gruplarından ağır, orta, hafif bünye gruplarından oluşmaktadır. Oadaki topraklar kalker ve bazalt üzerinde gelişen kil bünyeli residual topraklardır. Üst topraklar genellikle granüler olup geçirgenliği, su tutması ve havalandırması iyi derecededir. Proje sahası toprakları organik madde bakımından fakir, kireç bakımından zengindir. Topraktaki tuzluluk ve alkalilik, sulama açısından bir sorun teşkil etmemektedir. Arazilerin eğimli ve toprağın sığ oluşu arazi kabiliyetini düşürmektedir. Çalışma alanının topoğrafyası nedeni ile pompaj ihtiyacı yüksektir. Ovanın denizden yüksekliği 450 – 700 m arasında olup, genel eğim güneyden kuzeye doğrudur.

Çalışma alanı olan Yaylak Ovası Pompaj Sulama Sahasına sağlanan, Atatürk Barajı Gölünden alınan sulama suyunun EC değeri $46,20 mS m^{-1}$ ve SAR değeri 0,63 olup sulama suyu kalitesi C2S1 su sınıfında olup tuzluluk oranı orta derecede olmakla birlikte sulamada kullanılabilir kalitededir (Anonim, 2013).

3.1.3. Çalışma Alanında Sudan Yararlanma

Atatürk Barajı Sulama Birliği'nin 2006 yılında devraldığı Yaylak Ovası Pompaj Sulaması Projesi; mansap kontrollü inşa edilen, yüksek basınçlı, kapalı boru şebekeli bir

sulama projesidir. Yaylak Ovasına sulama suyu 4 metre çapında ve 1489 m uzunluğundaki Yaslıca Tüneli aracılığı ile Atatürk Barajı gölünden sağlanmaktadır. Çalışma alanının ihtiyaç duyduğu sulama suyu Yaslıca Tüneli vasıtası ile Atatürk Barajı Gölü'nden alınarak P-1 Ana Pompa İstasyonundaki 450 kW gücündeki 17 adet pompa ile 21,5 m³ debiyi 555 metre kotuna terfi ettirerek Yaylak Ana Kanal başlangıcına verilmektedir.

Yaylak Ovasında sulama suyunun dağılışı toplam 641 km uzunluğunda olan yüksek basınçlı ve mansap kontrollü boru şebekesi aracılığı ile yapılmaktadır. Şebeke boruları 9.3 hektarlık alana hitap eden ve 13.9 lt s⁻¹ toplam kapasiteye sahip iki çıkışı olan hidrantlarla son bulmaktadır. Hidrantlar basınç ve debi kontrollü olup, gerektiğinde verilen suyun miktarını ölçmek için sayaç takılabilecek şekilde dizayn edilmiştir.

3.1.4. Çalışma Alanında Bitki Deseni

Çalışma alanında son 5 yıla ait ekim ve dikimi en fazla yapılan 3 ürünün ekim alan yüzdeleri Çizelge 3.2'de belirtilmiştir. Sulama alanında son beş yıl içinde çoktan en aza doğru sırasıyla yetiştirilen başlıca bitki çeşitleri 2018'de Pamuk, Bağ ve Hububat, 2019 yılında Pamuk, Karışık Meyve ve Bağ, 2020 yılında Pamuk, Şeker Pancarı ve Hububat, 2021 yılında Pamuk, Hububat ve Mısır, 2022 yılında Pamuk, Hububat ve Mısırdır.

Çalışma alanı olan Yaylak Ovası Pompaj Sulaması projesinde önerilen sulama yöntemi %90 oranında yağmurlama sulama yöntemi, %10 oranında ise damla sulama yöntemi olarak belirlenmiştir. Ancak bu oranlar saha genelinde yetiştirilen bitki çeşidine göre değişiklik göstermektedir. Şebeke genelinde %100'e yakın basınçlı sulama yöntemleri kullanılmaktadır.

Çizelge 3.2. 2018-2019 yılları yetiştirilen bitki çeşitleri ve yüzde oranları

Yıllar	Bitki Deseni (%)		
	Pamuk	Bağ	Hububat
2018	72.8	11.2	5.4
2019	80.9	4.7	3.9
2020	32.6	20.6	16.7
2021	60	16	9.1
2022	62.3	20.6	14.7

3.2. Metot

Bu çalışmada, sulama performansını değerlendirmek için FAO tarafından geliştirilen ve Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) tarafından önerilen yaklaşımlar dikkate alınmıştır (Molden ve ark., 1998; Corcoles ve ark. 2010). Değerlendirmede kullanılan veriler Atatürk Barajı Sulama Birliği'nden alınmıştır. Araştırmada; spesifik enerji (kWh m^{-3}), sulama alanında birim alan için tüketilen enerji (kWh ha^{-1}), sulanan alanda birim alan için tüketilen enerji (kWh ha^{-1}), sulanan alanda birim alan için harcanan enerji maliyeti (TL ha^{-1}), şebekeye alınan suyun birim enerji maliyeti (TL m^{-3}), tüketilen enerji maliyetinin gerçekleşen gidere oranı (%), gerçekleşen bakım-onarım giderinin gerçekleşen gelire oranı (%), gerçekleşen bakım-onarım giderinin planlanan bakım onarım ödeneğine oranı (%), masrafları karşılama oranı (%), birim sulama suyuna karşılık harcanan bakım-onarım masrafı (TL m^{-3}), sulanan alanda birim sulama alanına harcanan bakım-onarım masrafı (TL ha^{-1}), sulama alanında birim alana harcanan bakım masrafı (TL ha^{-1}), gelirleri toplama performansı (%), sulama oranı (%), sulama alanında birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) ve sulanan alanda birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) olmak üzere 2018-2022 yılları arası için toplam 16 performans göstergesi ele alınmıştır. Elde edilen veriler Microsoft Excel programı yardımıyla bulunmuştur. Çalışmada, SPSS Statistics programı kullanılarak, korelasyon analizi yapılmıştır. Bu analiz yöntemi, ele alınan 16 performans göstergesini gruplandırıp sulama birliklerine olan etkilerini daha sağlıklı yorumlamayı amaçlamıştır. Korelasyon yöntemi yardımıyla analiz edilen 16 performans göstergesinin +1 ve -1 etki faktörü ile kendi aralarında hangi yönde (pozitif, negatif, nötr) ilişki olduğu ve bu ilişkinin gücü belirlenmiştir.

Çalışma alanının işletme, bakım, onarım ve yönetim performansını analiz edip karşılaştırmak ve değerlendirmek amacıyla kullanılan 16 adet performans göstergesi için 14 veriye ihtiyaç duyulmuş olup, söz konusu veriler hâlihazırda Yaylak Ovası Pompaj Sulaması Tesisinin işletme, bakım, onarım ve yönetim sorumluluğunu devralmış olup yürütmekte olan Atatürk Barajı Sulama Birliğinden sağlanmıştır. Performans göstergeleri sonuçlarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesi için para birimi olarak Türk Lirası kullanılmıştır.

3.2.1. Sulamada Enerji Kullanım Etkinliği

Çizelge 3.3. Sulamada enerji kullanım etkinliği göstergeleri ve tanımları

Göstergeler	Birim	Tanım
Spesifik Enerji (A1)	(kWh m ⁻³)	$\frac{\text{Tüketilen Toplam Enerji}}{\text{Şebekeye Alınan Su}}$
Sulama Alanında Birim Alan İçin Tüketilen Enerji (A2)	(kWh ha ⁻¹)	$\frac{\text{Tüketilen Toplam Enerji}}{\text{Sulama Alanı}}$
Sulanan Alanda Birim İçin Tüketilen Enerji (A3)	(kWh ha ⁻¹)	$\frac{\text{Tüketilen Toplam Enerji}}{\text{Sulanan Alanı}}$
Sulanan Alanın Enerji Maliyeti (A4)	(TL ha ⁻¹)	$\frac{\text{Enerji Maliyeti}}{\text{Sulanan Alan}}$
Şebekeye Alınan Suyun Birim Enerji Maliyeti (A5)	(TL m ⁻³)	$\frac{\text{Enerji Maliyeti}}{\text{Şebekeye Alınan Su}}$
Tüketilen Enerji Maliyetinin Gerçekleşen Gidere Oranı (A6)	(%)	$\frac{\text{Enerji Maliyeti}}{\text{Gerçekleşen Toplam Gider}} \times 100$

3.2.2. Finansal Yeterlilik

Çizelge 3.4. Finansal yeterlilik göstergeleri ve tanımları

Göstergeler	Birim	Tanım
Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Gerçekleşen Gelire Oranı (B1)	(%)	$\frac{\text{Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri}}{\text{Gerçekleşen Toplam Gelir}} \times 100$
Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Planlanan Bakım Onarım Ödeneğine Oranı (B2)	(%)	$\frac{\text{Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri}}{\text{Planlanan Bakım Onarım Gideri}} \times 100$
Masrafları Karşılama Oranı (B3)	(%)	$\frac{\text{Yılı Tahsil Edilen Sulama Ücreti}}{\text{Gerçekleşen Toplam Gider}} \times 100$
Birim Sulama Suyu Miktarına Karşılık Harcanan Bakım Masrafı (B4)	(TL m ⁻³)	$\frac{\text{Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri}}{\text{Şebekeye Alınan Su}}$
Sulanan Alanda Birim Sulama Alanına Harcanan Bakım Masrafı (B5)	(TL ha ⁻¹)	$\frac{\text{Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri}}{\text{Sulanan Alan}}$
Sulama Alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı (B6)	(TL ha ⁻¹)	$\frac{\text{Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri}}{\text{Sulama Alanı}}$
Gelir Toplama Performansı (B7)	(%)	$\frac{\text{Tahsilat Geliri}}{\text{Tahakkuk Geliri}} \times 100$

3.2.3. Sulama Suyu Kullanım Etkinliği

Çizelge 3.5. sulama suyu kullanım etkinliği gösterge ve tanımları

Göstergeler	Birim	Tanım
Sulama Oranı (C1)	(%)	$\frac{\text{Sulanan Alan}}{\text{Sulama Alanı}} \times 100$
Sulama Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı (C2)	(m ³ ha ⁻¹)	$\frac{\text{Şebekeye Alınan Su}}{\text{Sulama Alanı}}$
Sulanan Alanda Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı (C3)	(m ³ ha ⁻¹)	$\frac{\text{Şebekeye Alınan Su}}{\text{Sulanan Alan}}$

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

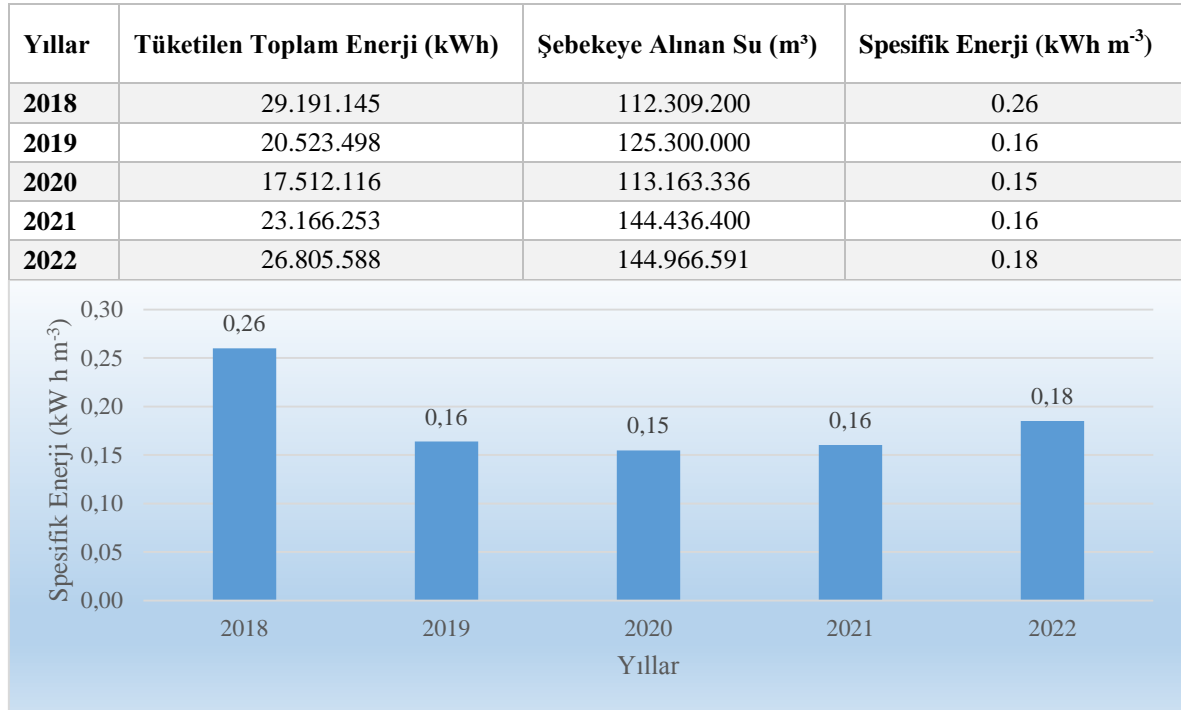
Bu kısımda, 2018-2022 yılları arası için sulamada enerji kullanım etkinliği, finansal yeterlilik ve sulama suyu kullanım etkinliği başlıkları altında toplam 16 performans göstergesi tartışılmıştır.

4.1. Sulamada Enerji Kullanım Etkinliği

4.1.1. Spesifik enerji (A1)

Bu gösterge, şebekeye verilen birim sulama suyu için tüketilen enerji miktarını ifade etmektedir. Araştırma alanında, 2018-2022 yılları arasında A1 değeri 0.15 ve 0.26 kWh m⁻³ arasında değişmiştir. En yüksek değer 2018 yılında gerçekleşmiştir (Çizelge ve Şekil 4.1). Abadia ve ark. (2010), 22 su kullanıcı örgütünde enerji verimliliğinin karşılaştırmalı analizini yaptıkları çalışmalarında, A1 değerini en yüksek 2.563 kWh m⁻³, en düşük 0.080 kWh m⁻³ olarak hesaplamışlardır. İspanya'da 2009-2010 sulama sezonu için A1 değeri 1.71 kWh m⁻³, 2010-2011 sulama sezonu için ise 1.69 kWh m⁻³ olarak belirlenmiştir (Rocamora ve ark., 2013). Kartal ve ark. (2023), Yozgat Esenli sulama birliğinde A1 değerini ortalama 0.33 kWh m⁻³ ve 0.12-0.48 kWh m⁻³ arasında hesaplamışlardır.

Çizelge 4.1. Spesifik enerji

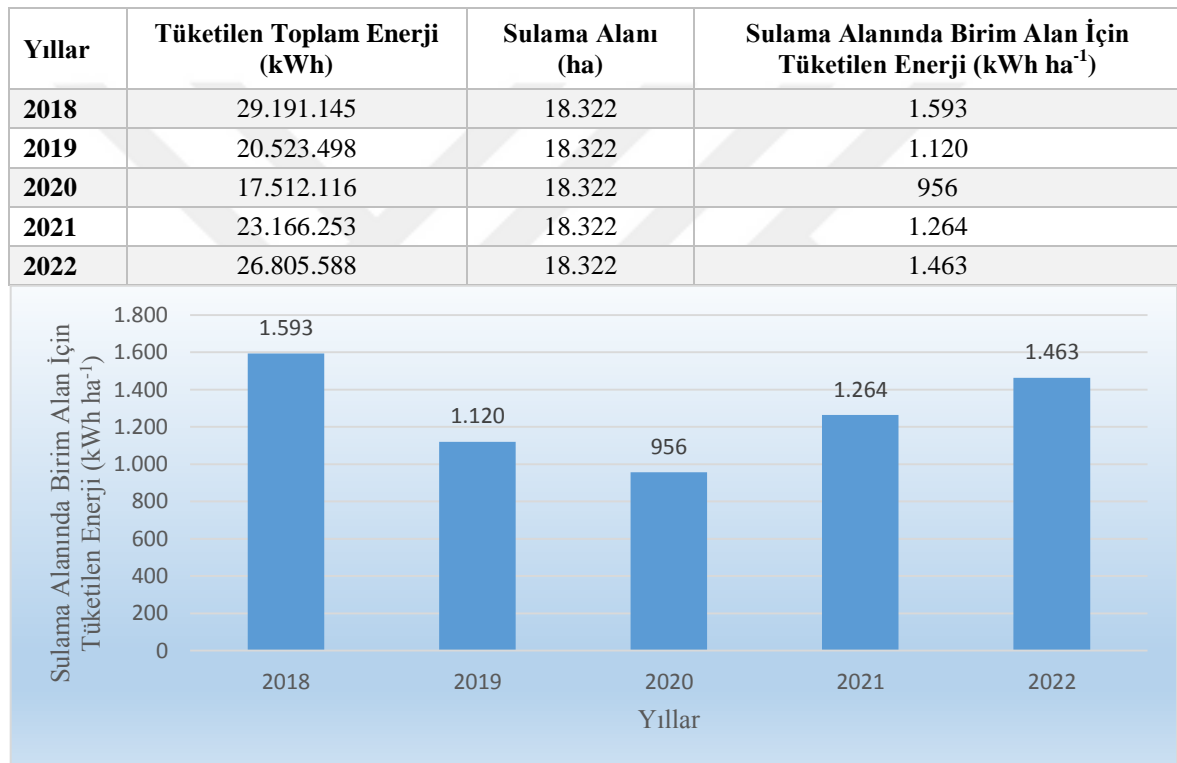


Şekil 4.1. Spesifik enerji

4.1.2. Sulama alanında birim alan için tüketilen enerji (A2)

Bu gösterge değeri, sulamaya açılan alanda birim alan için tüketilen enerjiyi ifade etmektedir. Sulama alanında birim alan için tüketilen enerji; sulanan alan, şebekeye verilen su ve verilen suyun terfi yüksekliği ile ilişkilidir. Araştırma alanında 2018-2022 yılları arası için A2 değeri, en düşük 2020 yılında 956 kWh ha^{-1} , en yüksek ise 2018 yılında $1.593 \text{ kWh ha}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge ve Şekil 4.2). Abadia ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada, sulama alanında birim alan için tüketilen enerji miktarını en yüksek $6.229 \text{ kWh ha}^{-1}$, en düşük ise $92.32 \text{ kWh ha}^{-1}$ olarak hesaplamışlardır.

Çizelge 4.2. Sulama alanında birim alan için tüketilen enerji



Şekil 4.2. Sulama alanında birim alan için tüketilen enerji

4.1.3. Sulanan alanda birim alan için tüketilen enerji (A3)

Sulanan alanda birim alan için tüketilen enerji miktarı sulanabilir alandaki su tüketimi ile bağlantılıdır. Bu değer suyun mevcut miktarına, sulama ihtiyacına, sulama yöntemine ve yönetimine bağlıdır. Sulama birliğinde bir yılda hektar başına tüketilen enerji bir başka yıla göre yüksekse, bunun temel nedenlerinden biri enerji tüketiminin az ya da çok verimli olması değil, daha fazla su tüketildiği anlamını taşır. Bu nedenle, A3 değeri su ve enerji tüketimine birlikte bağlı olduğundan, bu gösterge yalnızca enerji tüketimini ölçme amacına hizmet edebilir. Enerji verimliliğini ölçme amacına hizmet edemez.

Yaylak Ovası Pompaj Sulama Şebekesinde 2018-2022 yılları arasında birim sulanan alan için tüketilen enerji miktarı 1.725-2.558 kWh ha⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge ve Şekil 4.3). İspanya sulama birlikleri enerji tüketimi rehberine göre 0-300 kWh ha⁻¹ “çok düşük”, 300-600 kWh ha⁻¹ “orta”, 600-1000 kWh ha⁻¹ “yüksek” ve 1000 kWh ha⁻¹ üzeri ise “çok yüksek” olarak belirlenmiştir (Abadia ve ark., 2010). Yaylak ovası pompaj sulamasında son beş yıl içinde birim alan başına tüketilen enerji miktarı “çok yüksek” olarak değerlendirilmektedir. Blanco ve ark. (2009) İspanya Andalucia bölgesinde yapmış oldukları çalışmada 10 sulama şebekesinin 5’inde “çok yüksek”, 4 ‘ünde “yüksek” ve 1’inde de “orta” bulmuşlardır. Benzer sonuçları Kartal ve ark. (2023) Yozgat Esenli sulama birliğinde 1157-3563 kWh ha⁻¹ aralığında bulmuşlardır.

Çizelge 4.3. Sulanan alanda birim alan için tüketilen enerji miktarı

Yıllar	Tüketilen Toplam Enerji (kWh)	Sulanan Alanı (ha)	Sulanan Alanda Birim Alan İçin Tüketilen Enerji (kWh ha ⁻¹)
2018	29.191.145	12.589	2.319
2019	20.523.498	11.894	1.726
2020	17.512.116	7.762	2.256
2021	23.166.253	9.304	2.490
2022	25.590.030	10.003	2.558



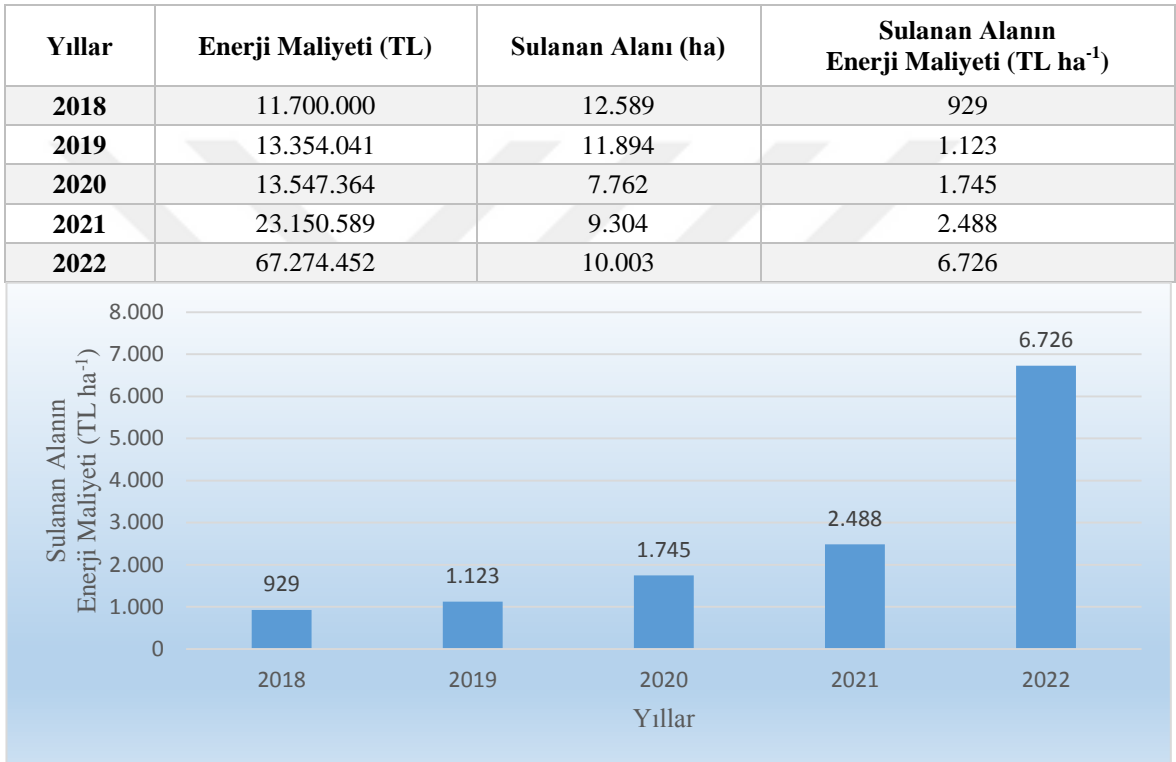
Şekil 4.3. Sulanan alanda birim alan için tüketilen enerji miktarı

4.1.4. Sulanan alanın enerji maliyeti (A4)

Bu gösterge, toplam yıllık enerji maliyetinin sulanan alana oranı ile hesaplanmıştır. Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi, en düşük A4 değeri 2018 yılı için 929 TL ha⁻¹, en yüksek ise 2022 yılı için 6726 TL ha⁻¹ olarak bulunmuştur. 2018-2022 yılları arası A4 değerindeki değişime bakıldığında zaman, 2018, 2019, 2020, 2021 yılları için düzenli bir artış söz konusu iken 2022 yılında enerji maliyetinde üç katına yakın artış görülmüştür (Çizelge ve Şekil

4.4). Bunun nedeni, enerjinin çok tüketilmesi değil ülkemizde enerji maliyetinde yaşanan %300'e varan artış olmuştur. Maliyetteki artış sulama ücret tarifesinin de artışına neden olmaktadır. Borgia ve ark. (2013), Moritanya'daki Senegal Vadisi boyunca küçük ve büyük sulama planlarının performans değerlendirmesi için yapmış oldukları kıyaslama çalışmalarında, ortalama birim alan enerji maliyetini 82.8 € ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Kartal ve ark. (2023), Yozgat Esenli sulama birliğinde A4 değerini 66–344 € ha⁻¹ arasında, ortalama ise 259 € ha⁻¹ olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 4.4. Sulanan alanın enerji maliyeti



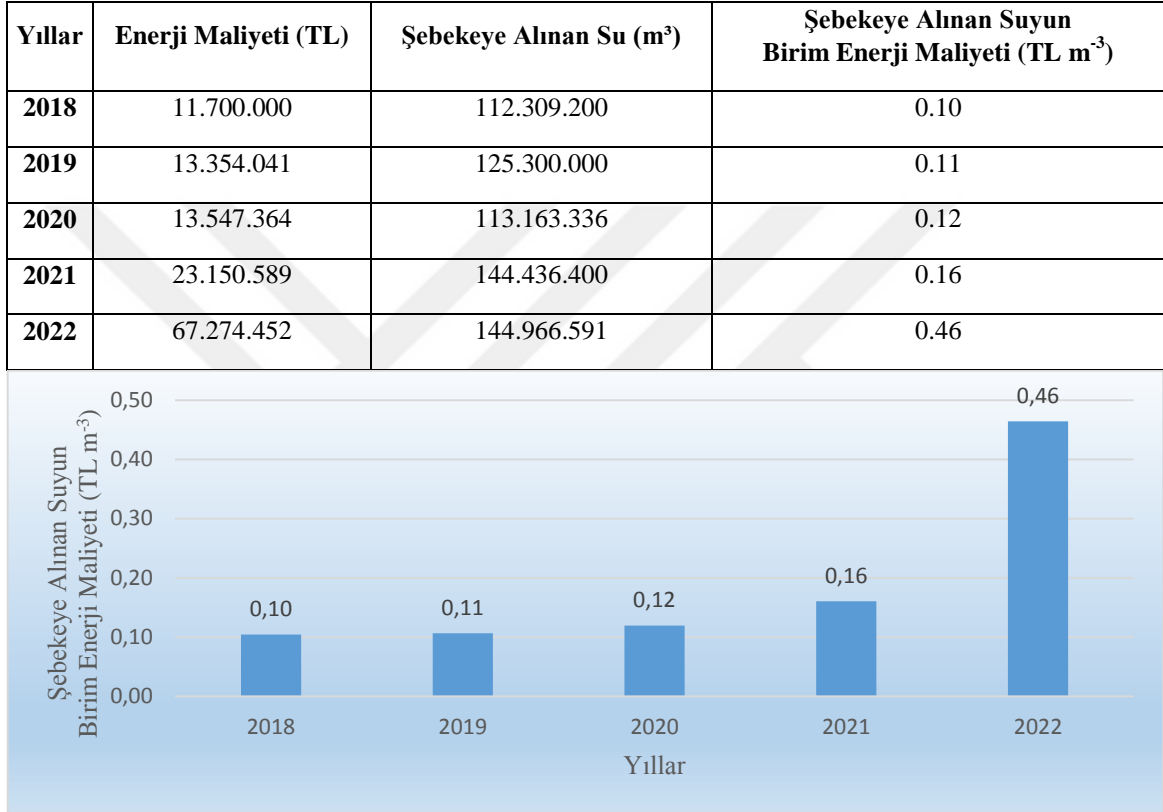
Şekil 4.4. Sulanan alanın enerji maliyeti

4.1.5. Şebekeye alınan suyun birim enerji maliyeti (A5)

Bu değer, şebeke alanına verilen birim sulama suyu miktarı için tüketilen enerji bedelinin parasal karşılığını ifade etmektedir. Yaylak Ovası Pompaj Sulama Şebekesinde birim sulama suyunun enerji maliyeti 2018-2022 yıllarında 0.10-0.46 TL m⁻³ arasında değişmiştir. Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5'de de görüldüğü gibi 2018, 2019, 2020, 2021 yıllarında düzenli ve azar azar artış görülürken 2022 yılında ciddi bir artış görülmektedir. Bu durum, işletme ve bakım faaliyetlerini yürütmekte olan Atatürk Barajı Sulama Birliğinin, bütçe denkliliğini oluşturabilmek için işletme ve bakım sulama ücreti bedelini de yüksek oranda artırmaya neden olmuştur. Moreno ve ark. (2010) 15 adet sulama

birliğinin performans verilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada şebekeye alınan birim sulama suyu için harcanan enerji maliyetini en yüksek 0.3370 € m⁻³, en düşük ise 0,0256 € m⁻³ olarak hesaplamışlardır. Tekiner (2020), yapmış olduğu bir çalışmada birim sulama suyu enerji masrafı en yüksek 2.63 TL m⁻³ ile Gümüşsu Sulama Birliği için hesaplanmıştır. Kartal ve ark. (2023), Yozgat Esenli sulama birliğinde A5 değerini 0.01-0.05 € m⁻³ arasında hesaplamışlardır.

Çizelge 4.5. şebekeye alınan suyun birim enerji maliyeti



şekil 4.5. şebekeye alınan suyun birim enerji maliyeti

4.1.6. Tkutilen enerji maliyetinin gerçekleşen gidere oranı (A6)

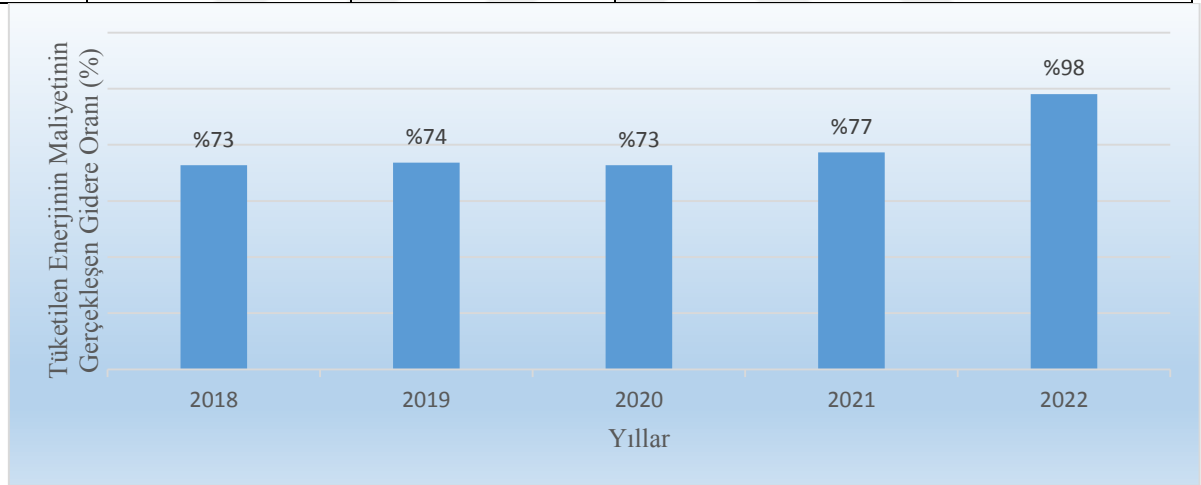
Bilindiği üzere pompajlı sulama tesislerinde en büyük gider kalemi enerji maliyetidir. Çalışma alanında tamamı pompajlı olması nedeni ile tkutilen enerji maliyeti gider kalemleri içerisinde izelge 4.6'da da görüldüğü üzere çok yüksek bir paya sahiptir. Enerji maliyetinin yüksek olması btde denklik esasını oluşturmak için sulama sahasında işletme ve bakım sulama ücretinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Çalışma alanında tkutilen enerjinin maliyetinin gerçekleşen toplam gider içerisindeki payı en düşük %73 iken, en yüksek %98 olarak 2022 yılında gerçekleşmiştir (izelge ve şekil 4.6). 2022 yılında giderin neredeyse tamamına yakın kısmının enerji gideri olarak harcandığı

görülmektedir. Bu durum 2022 yılında enerji maliyetinde yaşanan yüksek oranda zamdan kaynaklanmaktadır.

Vanino ve ark. (2015), Yunanistan ve İtalya'daki üç çalışma alanı için yürütülmüş olan Su Kullanıcı Birlikleri Tarafından Sulama Yöntemi adlı çalışmalarında sulama biriminde su yönetimi ile ilgili maliyetlerde yüzey suyu kullanımında enerji maliyeti toplam maliyetin %15'ini, yeraltı suyu kullanımında ise %60-90 arası olduğunu belirtmişlerdir. Kartal ve ark. (2023), A6 değerini %15-%94 arasında, ortalama ise %64 oranında belirlemişlerdir.

Çizelge 4.6. Tüketilen enerjinin maliyetinin gerçekleşen gidere oranı

Yıllar	Enerji Maliyeti (TL)	Gerçekleşen Toplam Gider (TL)	Tüketilen Enerjinin Maliyetinin Gerçekleşen Gidere Oranı (%)
2018	11.700.000	16.095.753	73
2019	13.354.041	18.136.069	74
2020	13.547.364	18.617.184	73
2021	23.150.589	29.934.520	77
2022	67.274.452	68.571.507	98



Şekil 4.6. Tüketilen enerjinin maliyetinin gerçekleşen gidere oranı

4.2. Finansal Yeterlilik

4.2.1. Gerçekleşen bakım onarım giderinin gerçekleşen gelire oranı (B1)

Bu gösterge değeri, gerçekleşen bakım onarım giderinin gerçekleşen toplam gelire oranı ile elde edilmiştir. Sulama birlikleri mevzuatında “*Bütçede, tahsil edilecek katılım payları, su kullanım hizmet bedelleri ve para cezalarının cazibeli sulama tesislerini*

devralan birliklerde en az % 30'u, terfili sulama tesislerini devralan birliklerde en az % 15'i, devralınan sulama tesisinin bir bölümünün cazibeli, bir bölümünün terfili olması durumunda ise cazibeli ve terfili alan göz önüne alınarak % 15 ile 30'u arasında yatırım geri ödemeleri ile bakım ve onarım payı olarak ayrılır. Ayrılan pay hiçbir şekilde maksadı dışında kullanılamaz. Yılı içinde kullanılmayan bu pay aynı amaçla kullanılmak üzere bir sonraki yıla devredilir" denilmektedir. Bu kapsamda çalışma alanı olan Yaylak ovası pompaj sulama sahası için Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7'de görüldüğü üzere B1 değeri en düşük 2018 yılında %9, en yüksek 2019 yılında %51 oranında hesaplanmıştır.

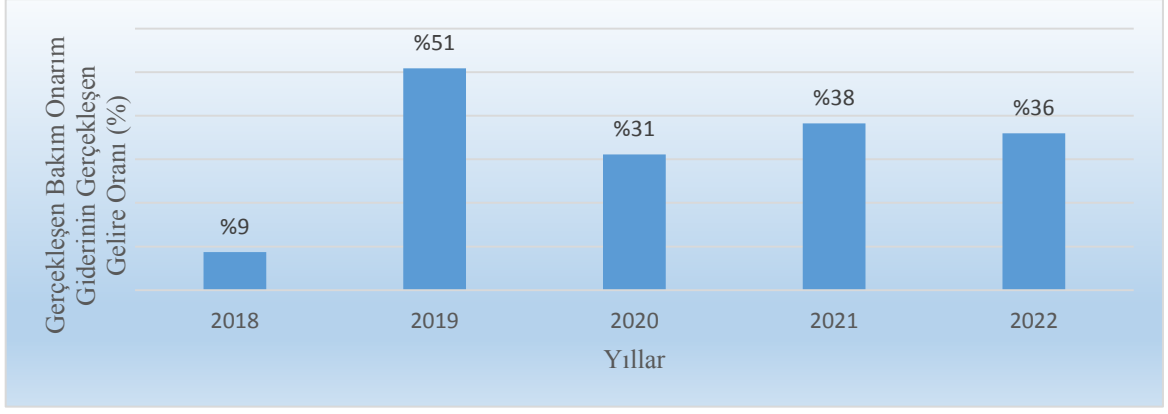
Yapılan yüz yüze görüşmelerde; 2019 yılında 2018 yılına göre bakım onarım harcamasında yaşanan büyük artışın nedeni önceki dönemde ihmal edilip yapılmayan daha çok servis yolları yapımı, onarımı gibi işlerin birikmesi ve sonrasında gerçekleşen denetim neticesinde teftiş kurulunca bir an önce yapılması yönündeki talimatları neticesidir.

Sulama birlikleri mevzuatında belirtildiği üzere pompajlı sulamalarda bakım onarıma ayrılan payın en az % 15 olması gerekmektedir. Çalışma alanında bu oran 2018-2022 yılları için sadece 2018 yılında mevzuata uygun gerçekleşmemiştir.

Karakaya (2018), Kartalkaya Sol Sahil Sulama Şebekesinin Bazı Performans Göstergeleri İle Değerlendirilmesi adlı çalışmasında, bakım onarım giderinin toplam gerçekleşen gelir içindeki payını %8.6 - 37.3 olarak hesaplanmıştır. Kapan (2010), yaptığı bir çalışmada bu değeri %31.6 - %543.19 olarak belirtmiştir. Tekiner (2020), bakım masraflarının gelire oranı en yüksek %96.3 ile Karacabey Sulama Birliği için hesaplamıştır.

Çizelge 4.7. Gerçekleşen bakım onarım giderinin gerçekleşen gelire oranı

Yıllar	Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri (TL)	Gerçekleşen Toplam Gelir (TL)	Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Gerçekleşen Gelire Oranı (%)
2018	1.391.182	15.946.697	9
2019	6.035.133	11.863.058	51
2020	5.296.072	17.013.586	31
2021	9.017.718	23.590.445	38
2022	12.635.370	35.126.178	36



Şekil 4.7. Gerçekleşen bakım onarım giderinin gerçekleşen gelire oranı

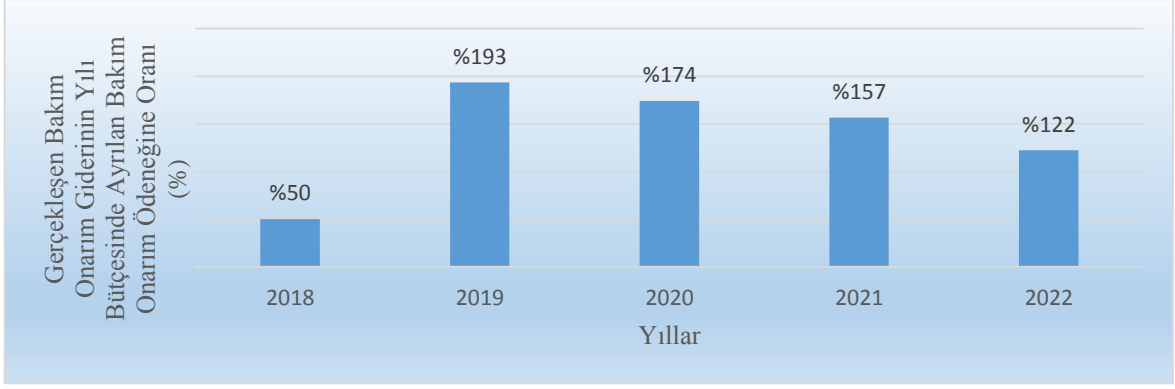
4.2.2. Bakım onarım giderinin planlanan bakım onarım ödeneğine oranı (B2)

Sulama birlikleri mevzuatında, bakım onarım çalışmalarının Devlet Su İşleri Bölge Müdürlüğü ve Birlik temsilcilerinden oluşan muayene heyeti tarafından hazırlandığı belirtilmektedir. Muayene raporu ile planlaması yapılan bakım onarım çalışmasının zamanında ve tam olarak yapılmasını sağlayacak ödeneğin bulunması zorunludur. Bu kapsamda çalışma alanı için hesaplanan ve Çizelge ve Şekil 4.8’de de belirtilen B2 değerine bakıldığı zaman en düşük 2018 yılında %50 oranında, en yüksek ise 2019 yılında % 193 oranında hesaplanmıştır. Bu oranın 2018 yılı için çok düşük olmasının nedeninin bütçe denkliği esasına uyulması ve mevzuata uygun olması için bakım-onarım giderinin % 15 oranında planlanması ancak uygulanmamasıdır. 2019 yılında yüksek olmasının nedeni ise önceki dönemlerden ihmal edilip yapılmayan işlerin yığılması ve o yıl içinde yapılmaya çalışılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kartal ve ark. (2021), planlanan bakım - onarımın gerçekleşme oranını en yüksek %77.7, en düşük ise %1.3 olduğunu saptamışlardır. DSİ’ce işletilen alanlar için devredilen sulama tesislerinde bakım ve onarım bütçesi gerçekleşmesi 2017 yılında %55 iken 2020 yılında %24 artış oranı ile %68’e yükselmiştir (DSİ, 2021).

Çizelge 4.8. Gerçekleşen bakım onarım giderinin planlanan bakım onarım ödeneğine oranı

Yıllar	Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri (TL)	Planlanan Bakım Onarım Ödeneği (TL)	Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Planlanan Bakım Onarım Ödeneğine Oranı (%)
2018	1.391.182	2.780.000	50
2019	6.035.133	3.120.000	193
2020	5.296.072	3.043.700	174
2021	9.017.718	5.762.000	157
2022	12.635.370	10.335.000	122



Şekil 4.8. Gerçekleşen bakım onarım giderinin planlanan bakım onarım ödeneğine oranı

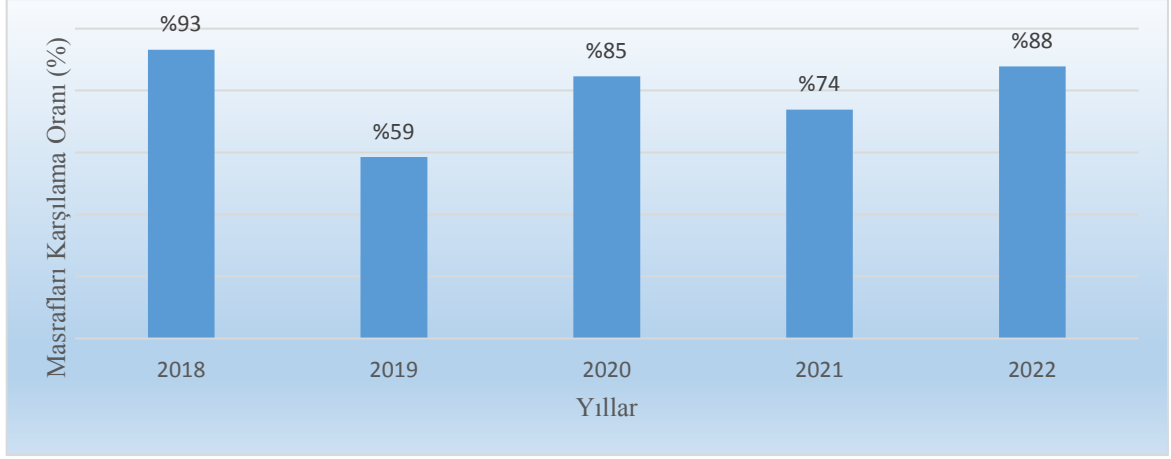
4.2.3. Masrafları karşılama oranı (B3)

B3 değeri, su kullanıcılarından tahsil edilen işletme ve bakım sulama ücreti bedeli toplamının işletme, bakım ve yönetim masraflarına oranı ile bulunmaktadır. Çizelge ve Şekil 4.9’da da görüldüğü üzere çalışma alanı için B3 değeri en yüksek %93 oranında 2018 yılı için, en düşük ise %59 oranında 2019 yılı için belirlenmiştir. B3 değerinin yıllara göre değişimi de Şekil 4.9’da gösterildiği şekildedir. B3 değerinin 2018 yılında düşük olmasının nedeni bakım onarım için planlanan çalışmaların yapılmaması ve 2019 yılında yüksek olmasının nedeninin ise 2018 ve önceki yıllara ait, ihmal edilip yapılmayan bakım onarım işlerinin, yapılmaya başlandığı düşünülmektedir. Çizelge 4.9’da da görüldüğü gibi, çalışma alanı için değerlendirmeye alınan 2018-2022 yılları arasında sulama tesisinin gelirlerinin giderlerini karşılayamadığı görülmektedir.

Abdisamad, (2021), Karataş Sulama Birliği Performansının Değerlendirilmesi çalışmasında, masrafların karşılama oranını Karataş Sulama Birliği için %119-%401 Karaçal için ise %144-%311 olarak belirlenmiştir. Kayadelen (2021), B3 değerini en düşük %4, en yüksek %54 olarak hesaplamıştır.

Çizelge 4.9. Masrafları karşılama oranı

Yıllar	Yılı Tahsil Edilen Sulama Ücreti (TL)	Gerçekleşen Toplam Gider (TL)	Masrafları Karşılama Oranı (%)
2018	14.990.932	16.095.753	93
2019	10.616.155	18.136.069	59
2020	15.741.489	18.617.184	85
2021	22.106.045	29.934.520	74
2022	60.221.456	68.571.507	88



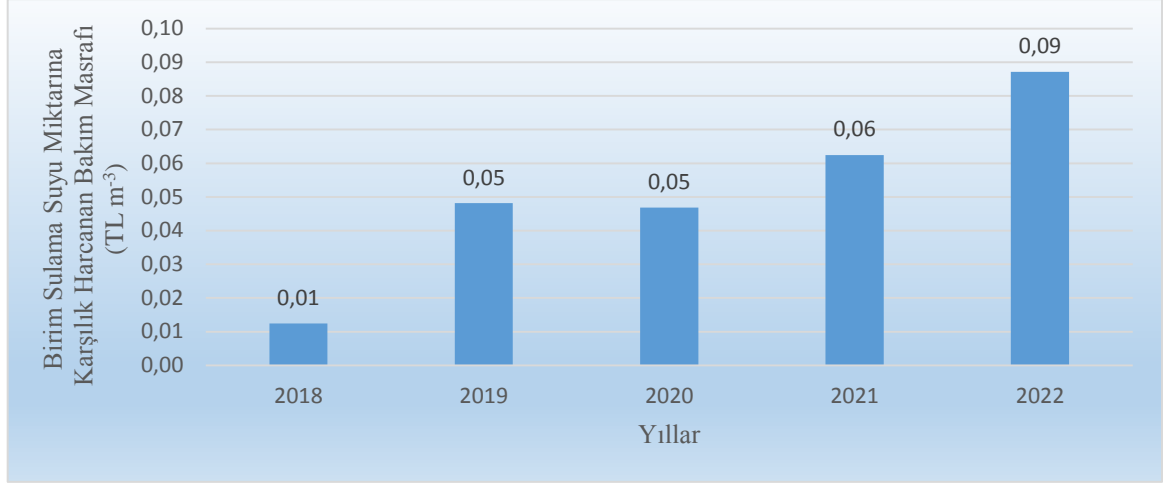
Şekil 4.9. Masrafları karşılama oranı

4.2.4. Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan bakım masrafı (B4)

Bu gösterge değeri, gerçekleşen bakım onarım giderinin şebekeye alınan sulama suyu miktarına oranı ile bulunmuştur. Çizelge 4.10'da da görüldüğü gibi B4 değeri en düşük 2018 yılı için 0.01 TL m^{-3} , en yüksek 2022 yılı için 0.09 TL m^{-3} olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.10'daki grafikte de görüldüğü gibi B4 değeri düzenli bir artış göstermektedir. Bu değer 2020 yılı için 2019'a göre artış göstermemesi 2019 yılında önceki yıllardan ihmal edilip yapılmaya işlerin toplu yapılması olduğu düşünülmektedir. Kartal ve ark. (2023), Yozgat Esenli sulama birliğinde B4 değerini ortalama 0.05 € m^{-3} , 2007-2008 yılları için ise $0.03-0 \text{ € m}^{-3}$ arasında hesaplamışlardır.

Çizelge 4.10. Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan bakım masrafı

Yıllar	Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri (TL)	Şebekeye Alınan Su (m^3)	Birim Sulama Suyu Miktarına Karşılık Harcanan Bakım Masrafı (TL m^{-3})
2018	1.391.182	112.309.200	0.01
2019	6.035.133	125.300.000	0.05
2020	5.296.072	113.163.336	0.05
2021	9.017.718	144.436.400	0.06
2022	12.635.370	144.966.591	0.09



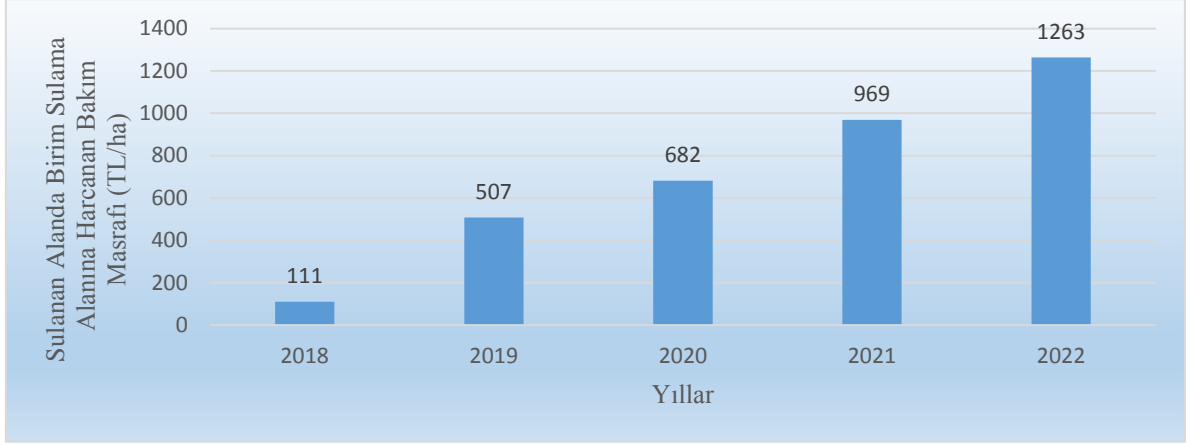
Şekil 4.10. Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan bakım masrafı

4.2.5. Sulanan alanda birim sulama alanına harcanan bakım masrafı (B5)

Bu gösterge, gerçekleşen bakım onarım giderinin sulanan alana oranı ile hesaplanmıştır. Çizelge 4.11’de de görüldüğü gibi, en düşük B5 değeri 2018 yılında 111 TL ha⁻¹, en yüksek 2022 yılında 1 263 TL ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. B5 değerindeki 2018-2022 yılları arasında gerçekleşen düzenli artış, enflasyon artışı ile daha çok ilgilidir. Sulanan alanda çok büyük bir değişiklik olmadığı halde 2018 yılında bakım onarım giderinin 1.391.182 TL olduğu, 2022 yılında ise 12.635.370 TL olduğu görülmektedir (Şekil 4.11). Sulanan alanda ise böyle bir artış söz konusu değildir. Kayadelen (2021), yapmış olduğu bir çalışmada, B5 değerini, en düşük 2012 yılında 2602.5 TL ha⁻¹, en yüksek 2018 yılında 4012.4 TL ha⁻¹ olarak hesaplamıştır.

Çizelge 4.11. Sulanan alanda birim sulama alanına harcanan bakım masrafı

Yıllar	Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri (TL)	Sulanan Alanı (ha)	Sulanan Alanda Birim Sulama Alanına Harcanan Bakım Masrafı (TL ha ⁻¹)
2018	1.391.182	12.589	111
2019	6.035.133	11.894	507
2020	5.296.072	7.762	682
2021	9.017.718	9.304	969
2022	12.635.370	10.003	1263



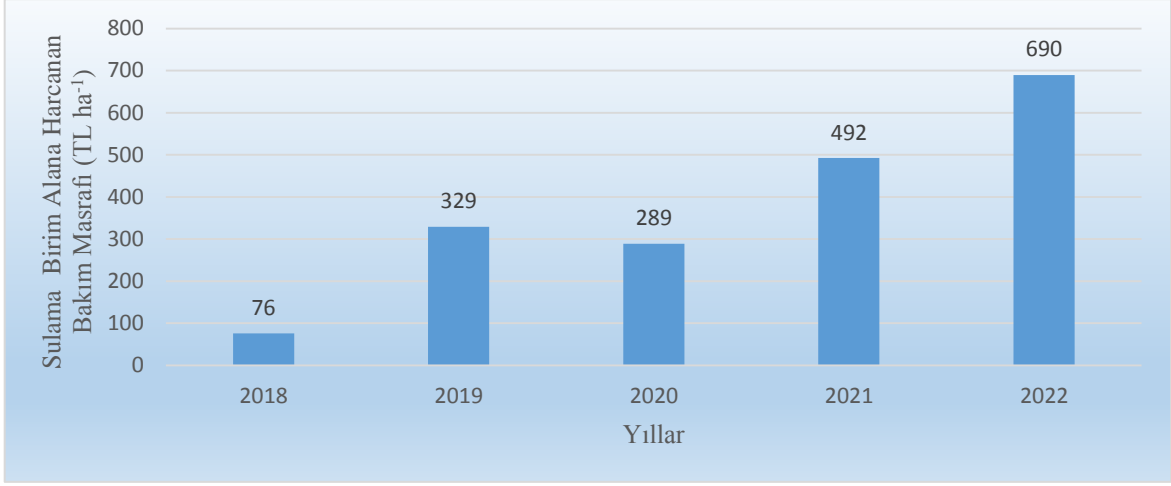
Şekil 4.11. Sulanan alanda birim sulama alanına harcanan bakım masrafı

4.2.6. Sulama alanında birim alana harcanan bakım masrafı (B6)

B6 değeri, gerçekleşen bakım onarım giderinin sulama alanına oranı ile hesaplanmıştır. En düşük B6 değeri 2018 yılında 76 TL ha⁻¹, en yüksek ise 2022 yılında 690 TL ha⁻¹ olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.12). Şekil 4.12’de görüldüğü gibi değerlendirme yıllarında yıllık olarak doğrusal bir artış gerçekleşmiştir. Kartal ve ark. (2023), Yozgat Esenli sulama birliğinde B6 değerini ortalama 21.6 € ha⁻¹, 2007-2008 yılları için ise 3.6-57.4 € ha⁻¹ arasında hesaplamışlardır.

Çizelge 4.12. Sulama alanında birim alana harcanan bakım masrafı

Yıllar	Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri (TL)	Sulama Alanı (ha)	Sulama Alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı (TL ha ⁻¹)
2018	1.391.182	18.322	76
2019	6.035.133	18.322	329
2020	5.296.072	18.322	289
2021	9.017.718	18.322	492
2022	12.635.370	18.322	690



Şekil 4.12. Sulama alanında birim alana harcanan bakım masrafı

B6 değerinin 2018 yılında çok düşük olmasının nedeninin, muayene raporunda planlaması yapılan ancak gerçekleşmeyen bakım onarım işlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.7. Gelir toplama performansı (B7)

B7 değeri, yıl içinde tahsil edilen işletme ve bakım sulama ücreti bedeli toplamının tahakkuk edilen işletme ve bakım sulama ücreti bedeli toplamına oranı ile hesaplanmıştır. Çizelge ve Şekil 4.13’de görüldüğü gibi, 2018-2022 yılları arasında B7 değeri en düşük 2022 yılında 49% oranında, en yüksek ise 2021 yılında 74% oranında hesaplanmıştır.

2022 yılında B7 değerinin çok düşük olmasının temel nedeni, Birlik yetkililerinden alınan bilgiye göre; 2022 yılında, sulama sahasında ekili ürünün 60%’inin Pamuk olduğu, Pamuk bitkisi satış fiyatının çok düşük oluşu nedeni ile çiftçilerce ürünün satılmayarak beklendiği ve bu nedenle de sulama ücreti borçlarının ödenmediği şeklinde belirtilmiştir.

Arslan ve ark.(2022), Türkiye’de yüksek su israfının (15 000 m³ ha⁻¹’a kadar) olduğu ve gelir toplama oranının yetersiz (%60) olduğunu belirtmişlerdir. Kırnak ve ark. (2021), Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliği Performans Analizi adlı çalışmalarında, sulama ücreti tahsilat oranını %61 olarak hesaplamışlardır. Karakaya (2018), bir çalışmada, su ücretleri toplama oranını ortalama %93.7 olarak saptamıştır.

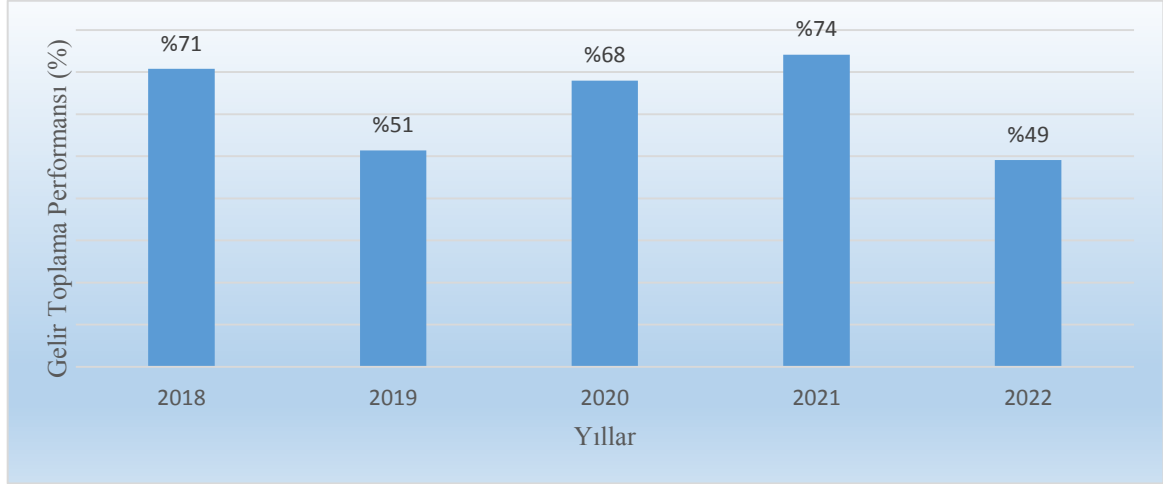
2017 yılı kesin hesaplarına göre Sulama Birliklerinin tahsilat tahakkuk oranı Türkiye geneli ortalaması %68.5 iken, 2020 yılında 70.6% oranını bulmuştur. Bu artış yeni dönem birlik yönetimindeki değişikliklerle doğrudan ilgilidir. Tahsilat oranının yükselmesi sulama

birliklerinin kurumsal yapısını daha sürdürülebilir hale getirir (DSİ, 2021). B7 değeri 2021 yılı için %74 oranında olup Türkiye ortalaması üzerindedir.

Tahsilat oranının 2019 yılında 2018 yılına göre çok düşük olmasının nedeni 2019 yılında çiftçilerin yoğun talep ve istekleri ve yerel baskılardan kaynaklı, sulama birlikleri tahsilat işlemlerinde gecikme faizi uygulamış olup o yıl içerisinde yeterli tahsilat yapmamış olmaları ve sonraki yıla aktarmaları olmuştur.

Çizelge 4.13. Gelir toplama performansı

Yıllar	Tahsilat Geliri (TL)	Tahakkuk Geliri (TL)	Gelir Toplama Performansı (%)
2018	15.946.697	22.542.365	71
2019	11.863.058	23.088.942	51
2020	17.013.586	25.040.327	68
2021	23.590.445	31.821.363	74
2022	35.126.178	71.560.738	49



Şekil 4.13. Gelir toplama performansı

4.3. Sulama Suyu Kullanım Etkinliği

4.3.1. Sulama oranı (C1)

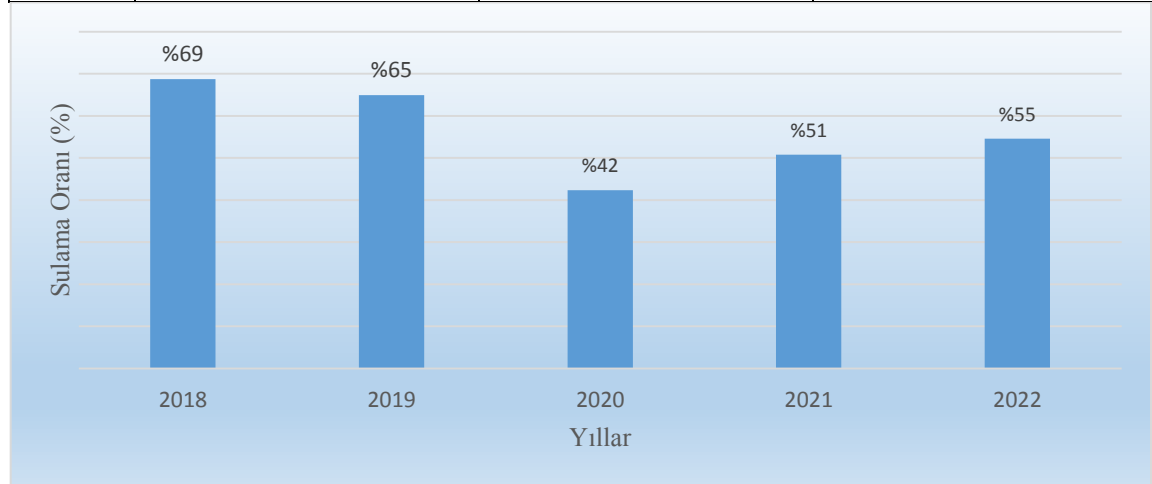
Sulama oranı, sulanan alanın sulamaya açılan alana oranı ile hesaplanmıştır. 2018-2022 yılları arası için yapılan değerlendirmede; C1 değeri Çizelge ve Şekil 4.14'de de görüldüğü gibi, en düşük 2020 yılında %42 oranında, en yüksek ise 2018 yılında %69 oranında hesaplanmıştır. DSİ'ce işletmeye açılan alanlar için sulama oranı, sadece terfili sulama yapılan sahalar için ortalama %71, sadece cazibeli sulama yapılan sahalar için

ortalama %63, görev alanı hem cazibeli hem terfili sulama olan alanlar için ise ortalama %85 olarak belirtilmiştir (DSİ, 2021). Genel ortalamaya bakıldığı zaman, terfili sulama olan çalışma alanında 2018-2022 yılları arası için, hiçbir yılda Türkiye ortalaması olan %71 oranının üstüne çıkmamıştır. Sulama tesisinin sulama suyunu nasıl sağladığı, C1 değerini doğrudan etkilemektedir. Artan enerji maliyetinin de sulama oranını doğrudan etkilediği düşünülmektedir.

Kartal (2018), 185 sulama şebekesinin 2006-2016 yıllarına ait 11 yıllık izleme ve değerlendirme verisi kullanarak çalışma alanı tamamı için ortalama sulama oranını %50-76 arasında bulmuştur. Yürekli ve ark. (2018), yapmış oldukları bir çalışmada, sulama oranını 2012-2016 yılları için ortalama %58 olarak hesaplamışlardır. Karakaya (2018), Kartalkaya Sol Sahil Sulama Şebekesinin Bazı Performans Göstergeleri İle Değerlendirilmesi adlı yüksek lisans tez çalışmasında, sulama oranını %70.4-%96.8 olarak saptamışlardır.

Çizelge 4.14. Sulama oranı

Yıllar	Sulanan Alanı (ha)	Sulama Alanı (ha)	Sulama Oranı (%)
2018	12.589	18.322	69
2019	11.894	18.322	65
2020	7.762	18.322	42
2021	9.304	18.322	51
2022	10.003	18.322	55



Şekil 4.14. Sulama oranı

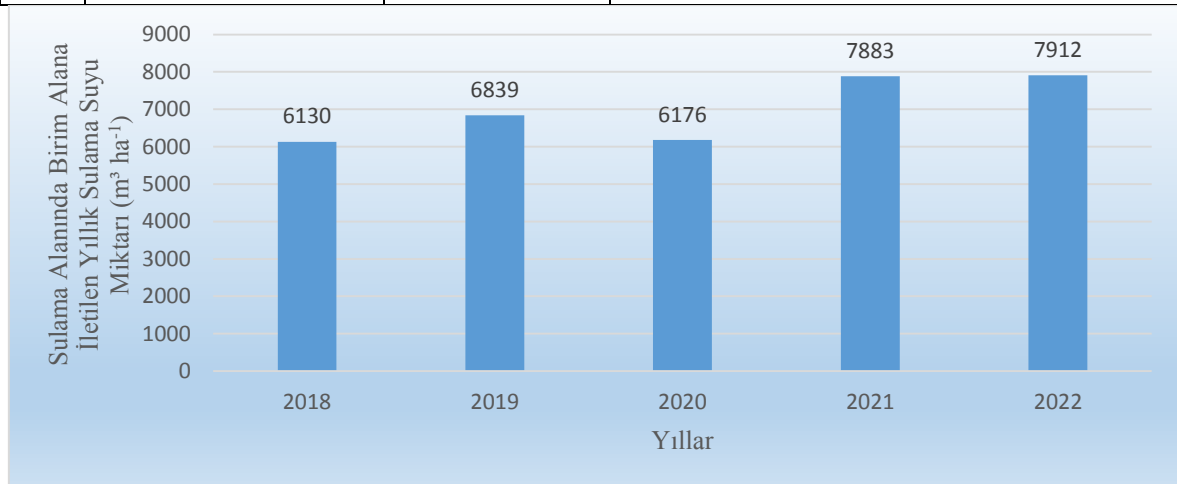
4.3.2. Sulama alanında birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı (C2)

Bu gösterge değeri, şebekeye alınan su miktarının sulama alanına oranı ile hesaplanmıştır. C2 değerini sulama alanı sabit olduğundan dolayı sadece şebekeye alınan su miktarı etkilemiştir. Şebekeye alınan su miktarını ise su bütçesi ve genel sulama planlaması neticesinde belirlenen su ihtiyacı ile ilgilidir. Çalışma alanında 2018-2022 yılları için yapılan hesaplamada; en düşük C2 değeri 2018 yılında $6130 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, en yüksek ise 2022 yılında $7912 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak bulunmuştur (Çizelge ve Şekil 4.15).

Ateşal (2022), Akıncı Ovası Sulama Birliği'ni 2016-2020 yılları verilerini kullanarak yapmış olduğu performans analiz çalışmasında, sulama alanında birim alan için harcanan sulama suyu miktarını ortalama $3714,23 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak hesaplamıştır. Gençoğlu ve Değirmenci (2019), Kırıkhan Sulama Birliği'nin 2008-2013 yılları arası verilerini kullanarak sulama alanında birim alan için harcanan sulama suyu miktarını en düşük ve en yüksek değer olarak $3735-16651 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ bulmuşlardır.

Çizelge 4.15. Sulama alanında birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı

Yıllar	Şebekeye Alınan Su (m^3)	Sulama Alanı (ha)	Sulama Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)
2018	112.309.200	18.322	6130
2019	125.300.000	18.322	6839
2020	113.163.336	18.322	6176
2021	144.436.400	18.322	7883
2022	144.966.591	18.322	7912



Şekil 4.15. Sulama alanında birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı

4.3.3. Sulanan alanda birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı (C3)

Bu gösterge değeri, şebekeye alınan su miktarının sulanan alana oranı ile hesaplanmıştır. 2018-2022 yılları arası için çalışma alanında en düşük C2 değeri 2018 yılında $8\,921\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$, en yüksek ise 2021 yılında $15\,524\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Çizelge ve Şekil 4.16).

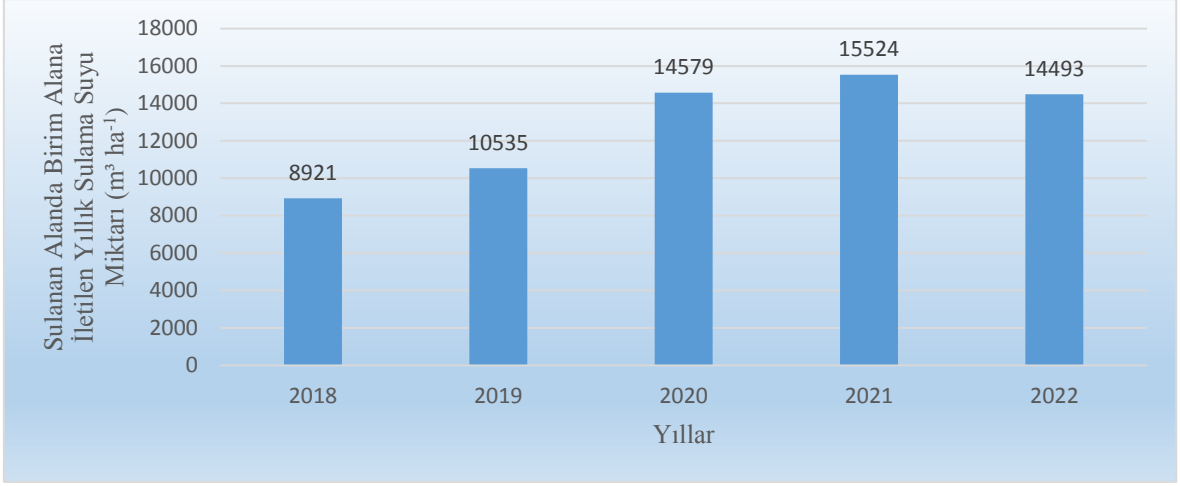
2020 yılı için C3 değere ortalama olarak Türkiye genelinde $10.262\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$, sulama birlikleri için ise $9.720\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (DSİ, 2021). Buna göre C3 değeri, 2018 yılı hariç 2019, 2020, 2021 ve 2022 yılları için Türkiye geneli ortalamasının üzerindedir.

Sulanan alanda birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarının çok yüksek gerçekleştiği ve bu değer yıl bazında orantısız değiştiği görülmüştür. Bu durumun tek bir nedeni yoktur. Buna, şebekedeki sulama borularında yaşanan patlak ve çatlaklardan kaynaklı aşırı kayıp ve kaçakların olması, yetiştirilen ürünlerde yaşanan alansal değişim, yağışların düzensizliği nedeni ile su bütçesinde yaşanan düşüş ve yükseliş gibi durumların neden olduğu düşünülmektedir.

Jiménez-Bello ve ark. (2011), yapmış oldukları araştırmada, sulanan alanda birim alan için tüketilen sulama suyu miktarı en yüksek $4\,219\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$, en düşük $3\,323\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Rocamora ve ark. (2013), İspanya’da birim sulanan alan için temin edilen sulama suyu miktarı 2009-2010 sulama sezonu için $1631,3\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$, 2010-2011 sulama sezonu için ise $1366,5\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalara bakıldığı zaman çalışma alanı için C3 değerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Kayadelen (2021), birim sulanan alana iletilen yıllık sulama suyu miktarını en düşük değer olarak 2018 yılında $10012\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$, en yüksek ise 2016 yılı için $70613\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ olarak hesaplamıştır. Kapan (2010), C3 değerini $9546 - 14043\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ aralığında hesaplamıştır.

Çizelge 4.16. Sulama alanında birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı

Yıllar	Şebekeye Alınan Su (m^3)	Sulanan Alanı (ha)	Sulanan Alanda Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı ($\text{m}^3\text{ ha}^{-1}$)
2018	112.309.200	12.589	8921
2019	125.300.000	11.894	10535
2020	113.163.336	7.762	14579
2021	144.436.400	9.304	15524
2022	144.966.591	10.003	14493



Şekil 4.16. Sulama alanında birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı

4.4. İstatistiksel Değerlendirme

Hesaplanan tüm göstergeler arasındaki istatistiksel ilişkiyi değerlendirmek için korelasyon analizi yapılmıştır. Yapılan korelasyon analizine ait sonuçlar Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Spesifik Enerji ile Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Planlanan Bakım Onarım Ödeneğine Oranı arasında negatif korelasyon bulunmuştur ($r: -0.948$; $p < 0.05$). Sulama Alanında Birim Alan İçin Tüketilen Enerji ve Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Planlanan Bakım Onarım Ödeneğine Oranı arasındaki korelasyon negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($r: -0.888$; $p < 0.05$).

Sulanan Alanın Enerji Maliyeti, Şebekeye Alınan Suyun Birim Enerji Maliyeti ve Tüketilen Enerjinin Maliyetinin Gerçekleşen Gidere Oranı arasındaki korelasyon oldukça kuvvetli pozitif korelasyon bulunup korelasyon katsayısı 1’e yakın bulunmuştur. Bu durum göstergelerin artış ve azalışlarının birbirine neredeyse eşdeğer olduğunu göstermektedir ($p < 0.05$).

Tüketilen Enerjinin Maliyetinin Gerçekleşen Gidere Oranı, Sulanan Alanın Enerji Maliyeti ve Şebekeye Alınan Suyun Birim Enerji Maliyeti göstergeleri arasındaki pozitif oldukça güçlü korelasyon bulunmuştur. Korelasyon değerleri 1’e yakındır ($p < 0.05$).

Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Planlanan Bakım Onarım Ödeneğine Oranı ve Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Gerçekleşen Gelire Oranı arasındaki korelasyon pozitifdir ($r: 0.896$; $p < 0.05$).

Sulanan Alanda Birim Sulama Alanına Harcanan Bakım Masrafı, Birim Sulama Suyu Miktarına Karşılık Harcanan Bakım Masrafı göstergesiyle (r: 0.979) ve Sulama Alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı (r: 0.977) arasındaki korelasyon kuvvetli pozitif bulunmuştur ($p<0.05$).

Sulama Alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı, Birim Sulama Suyu Miktarına Karşılık Harcanan Bakım Masrafı göstergesiyle (0.990) ve Sulama Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı arasındaki korelasyon (r:0.904) pozitif bulunmuştur ($p<0.05$). Sulama Oranı ve Sulanan Alanda Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı arasındaki korelasyon pozitif ve güçlüdür (r:0.891; $p<0.05$). Sulama Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı ve Sulama Alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı arasındaki korelasyon güçlü ve pozitif olduğu analiz edilmiştir (r: 0.904; $p<0.05$).

Göstergeler arasındaki pozitif korelasyon göstergelerin 1 birim artışta diğer göstergelerde ne kadar değişim olduğunu göstermektedir. Negatif korelasyonda ise her 1 birim artışta diğer göstergenin ne kadar azalacağı anlaşılmaktadır.

Korelasyon analizinde sulama alanına yapılan harcamaların birim alana iletilen sulama suyunu arttırdığını göstermektedir. Ayrıca birim alana dağıtılan sulama suyu miktarı ve sulama oranı arasındaki ilişki de pozitifdir. Bu durumda sulama şebekesine yapılan harcamaların sulanan alanı artırması ve bölgede üretimi desteklediği anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.17. Performans göstergeleri korelasyon katsayıları

		Spesifik Enerji (kWh/m ²)	Sulama Alanında Birim Alan İçin Tüketilen Enerji (kWh/ha)	Sulanan Alanda Birim İçin Alan Tüketilen Enerji (kWh/ha)	Sulanan Alanın Enerji Maliyeti (TL/ha)	Şebekeye Alınan Suyun Birim Enerji Maliyeti (TL/m ³)	Tüketilen Enerjinin Maliyetinin Gerçekleşme Oranı (%)	Gerçekleşen Onarım Giderinin Gerçekleşme Oranı (%)	Gerçekleşen Onarım Giderinin Gerçekleşme Oranı (%)	Gerçekleşen Onarım Giderinin Gerçekleşme Oranı (%)	Masrafları Karşılama Oranı (%)	Birim Sulama Suyu Miktarına Karşılık Harcanan Bakım Masrafı (TL/m ²)	Sulanan Alanda Birim Sulama Alanına Harcanan Bakım Masrafı (TL/ha)	Sulama Alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı (TL/ha)	Gelir Toplama Performansı (%)	Sulama Oranı (%)	Sulama Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı (m ³ /ha)	Sulanan Alanda Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı (m ³ /ha)
Spesifik Enerji (kWh/m ²)	Pearson Correlation	1	.830	.178	-.158	-.068	-.069	-.846	-.949*	.608	-.632	-.603	-.543	.200	.702	-.385	-.720	
	Sig. (2-tailed)		.082	.774	.800	.914	.912	.071	.014	.277	.253	.282	.344	.747	.187	.523	.170	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Sulama Alanında Birim Alan İçin Tüketilen Enerji	Pearson Correlation	.830	1	.465	.306	.379	.396	-.595	-.888*	.541	-.138	-.109	-.012	-.004	.622	.193	-.391	
	Sig. (2-tailed)		.082	.431	.617	.530	.509	.290	.044	.347	.825	.861	.985	.995	.263	.756	.515	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Sulanan Alanda Birim İçin Alan Tüketilen Enerji	Pearson Correlation	.178	.465	1	.607	.566	.548	-.440	-.480	.732	.355	.516	.424	.334	-.400	.447	.554	
	Sig. (2-tailed)		.774	.431	.277	.319	.339	.459	.414	.160	.558	.373	.477	.583	.505	.451	.333	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Sulanan Alanın Enerji Maliyeti (TL/ha)	Pearson Correlation	-.158	.306	.607	1	.993**	.989*	.187	-.061	.297	.850	.853	.878	-.531	-.275	.725	.542	
	Sig. (2-tailed)		.800	.617	.277	.001	.001	.764	.922	.628	.068	.066	.050	.357	.655	.166	.345	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Şebekeye Alınan Suyun Birim Enerji Maliyeti (TL/m ³)	Pearson Correlation	-.068	.379	.566	.993**	1	.998**	.146	-.129	.316	.800	.789	.833	-.585	-.168	.684	.436	
	Sig. (2-tailed)		.914	.530	.319	.001	.000	.815	.837	.605	.104	.113	.080	.300	.787	.203	.463	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Tüketilen Enerjinin Maliyetinin Gerçekleşme Oranı (%)	Pearson Correlation	-.069	.396	.548	.989*	.998**	1	.174	-.121	.273	.808	.791	.846	-.598	-.131	.718	.422	
	Sig. (2-tailed)		.912	.509	.339	.001	.000	.779	.846	.656	.098	.111	.071	.287	.833	.172	.479	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Gerçekleşen Onarım Giderinin Gerçekleşme Oranı (%)	Pearson Correlation	-.846	-.595	-.440	.187	.146	.174	1	.896*	-.852	.634	.516	.575	-.544	-.236	.502	.390	
	Sig. (2-tailed)		.071	.290	.459	.764	.815	.779	.040	.067	.250	.374	.310	.343	.702	.389	.517	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Gerçekleşen Onarım Giderinin Planlanan Masrafları Karşılama Oranı (%)	Pearson Correlation	-.949*	-.888*	-.480	-.061	-.129	-.121	.896*	1	-.782	.446	.369	.345	-.276	-.495	.203	.464	
	Sig. (2-tailed)		.014	.044	.414	.922	.837	.846	.040	.118	.452	.541	.569	.653	.396	.744	.431	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Birim Sulama Suyu Miktarına Karşılık Harcanan Bakım Masrafı (TL/m ²)	Pearson Correlation	.608	.541	.732	.297	.316	.273	-.852	-.782	1	-.169	-.038	-.127	.308	-.111	-.209	.014	
	Sig. (2-tailed)		.277	.347	.160	.628	.605	.656	.067	.118	.786	.951	.839	.614	.859	.736	.982	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Sulanan Alanda Birim Sulama Alanına Harcanan Bakım Masrafı (TL/ha)	Pearson Correlation	-.632	-.138	.355	.850	.800	.808	.634	.446	-.169	1	.979**	.990**	-.526	-.491	.846	.765	
	Sig. (2-tailed)		.253	.825	.558	.068	.104	.098	.250	.452	.786	.004	.001	.363	.401	.071	.132	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Sulama Alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı (TL/ha)	Pearson Correlation	-.603	-.109	.516	.853	.789	.791	.516	.369	-.038	.979**	1	.977**	-.355	-.595	.850	.858	
	Sig. (2-tailed)		.282	.861	.373	.066	.113	.111	.374	.541	.951	.004	.004	.557	.290	.068	.063	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Gelir Toplama Performansı (%)	Pearson Correlation	.200	-.004	.334	-.531	-.585	-.598	-.544	-.276	.308	-.526	-.355	-.496	1	-.224	-.291	.088	
	Sig. (2-tailed)		.747	.995	.583	.357	.300	.287	.343	.653	.614	.363	.557	.396	.717	.635	.887	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Sulama Oranı (%)	Pearson Correlation	.702	.622	-.400	-.275	-.168	-.131	-.236	-.495	-.111	-.491	-.595	-.416	-.224	1	-.191	-.891*	
	Sig. (2-tailed)		.187	.263	.505	.655	.787	.833	.702	.396	.859	.401	.290	.486	.717	.758	.042	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Sulama Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı (m ³ /ha)	Pearson Correlation	-.385	.193	.447	.725	.684	.718	.502	.203	-.209	.846	.850	.904	-.291	-.191	1	.612	
	Sig. (2-tailed)		.523	.756	.451	.166	.203	.172	.389	.744	.736	.071	.068	.035	.635	.758	.272	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Sulanan Alanda Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı (m ³ /ha)	Pearson Correlation	-.720	-.391	.554	.542	.436	.422	.390	.464	.014	.765	.858	.736	.088	-.891*	.612	1	
	Sig. (2-tailed)		.170	.515	.333	.345	.463	.479	.517	.431	.982	.132	.063	.157	.887	.042	.272	
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Devlet Su İşleri tarafından Şanlıurfa ili Bozova ilçesi sınırları içerisinde inşa edilmiş, 2008 yılında işletmeye açılmış olan ve Atatürk Barajı Sulama Birliği'ne devredilen Yaylak Ovası Pompaj Sulama Tesisi'nin sulama performans göstergeleri değerlendirilmiştir. Bu performans göstergeleri “Sulamada Enerji Kullanım Etkinliği”, “Finansal Yeterlilik” ve “Sulama Suyu Kullanım Etkinliği” başlıkları altında değerlendirilmiştir. Sulama tesisinin daha etkin ve sürdürülebilirliği değerlendirilmiş ve bir takım önerilerde bulunulmuştur.

Kapalı- borulu sistem şebeke tipine sahip Atatürk Barajı Sulama Birliği'ne ait 2018-2022 yılları arası 16 farklı performans göstergesi değerlendirilmiştir. Çalışma alanı olan Atatürk Barajı Sulama Birliği'nin en büyük gider kalemi enerji maliyetidir. Ondan sonra bakım-onarım gideri gelmektedir. Sulama birliği etkinliğinin artırılması için bakım-onarım giderinin yeterli düzeyde, mevzuata uygun olması ve enerji giderinin de düşürülmesi gerekir.

Bu kapsamda; çalışma alanı için “Sulamada Enerji Kullanım Etkinliği” gösterge setinden spesifik enerji değeri, 2018-2022 yılları arasında 0.15 kWh m^{-3} ve 0.26 kWh m^{-3} arasında değişmekte olup ortalama 0.18 kWh m^{-3} olarak hesaplanmıştır. Spesifik enerji değeri birim sulama suyu için tüketilen enerji miktarını temsil etmekte olup çalışma alanı için bulunan sonuçlar, bu alanda yapılan çalışmalara bakıldığı zaman normal seviyede olduğu görülmektedir.

Sulama alanında ve sulanan alanda birim alan için tüketilen enerji miktarı 2018-2022 yılları arası için ortalama değer olarak sırasıyla 1279 kWh ha^{-1} ve 2270 kWh ha^{-1} olarak hesaplanmıştır. Sulama alanında birim alan için tüketilen enerji sulanan alan, şebekeye verilen su ve verilen suyun terfi yüksekliği ile ilgilidir. Çalışma alanında 2018-2022 yılları arası bu değer en düşük 2020 yılında 956 kWh ha^{-1} , en yüksek ise 2018 yılında $1.593 \text{ kWh ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. 2018 yılında bu değer çok yüksek olmasının nedeni yetersiz yağış, göl seviyesinde yaşanan düşüş neticesinde terfi yüksekliğinin artması ve pompa veriminin düşmesi olmuştur.

Terfili sulama olan çalışma alanının enerji maliyetini düşürmek için sulamada kullanılan enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından (hidroelektrik enerji, güneş enerjisi, rüzgar ve biyoenerji) karşılanmasını sağlayacak yol ve yöntemlere girişmek

gerekir. Çalışma alanının bulunduğu yer, yıllık ortalama güneşlenme süresi en yüksek olan Şanlıurfa ilinde olduğundan dolayı güneş enerjisi kullanımının en uygun yöntem olduğu düşünülmektedir. Ayrıca sulamada enerji sarfiyatını etkileyen en önemli faktörlerden biri su tüketim miktarıdır. Bu nedenle sulamada öncelikle suyun, kaynaktan tarlaya ve tarla içinde dahi sulama yönetiminin her aşamasında ölçüm yapılmalıdır. Teknik şartların sağlandığı tesiste su ölçüm tesisleri ve ön yüklemeli elektronik kartlı ultrasonik sulama sayaçlarının kullanımına başlanması ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Mevcut durumda hacim esaslı sulama yapılmadığından, dekar bazlı sulama ücreti tarifesi uygulandığından dolayı suyun ne kadar kullanılması gerektiği, su kullanıcıları tarafından hem bilinmemekte, hem de dikkate alınmamaktadır.

Sulanan alanın birim alan enerji maliyeti, toplam yıllık enerji maliyetinin sulanan alana oranı ile hesaplanmıştır. Bu değer en düşük 2018 yılı için 929 TL ha⁻¹, en yüksek 2022 yılı için 6726 TL ha⁻¹ iken ortalama 2 602 TL ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. 2022 yılında tarımsal enerji tarifesinde 300%'e yakın artış olmuştur. Bu durum da Sulama Birliğinin gelir kaynağının neredeyse tamamını enerjiye harcaması, bunun yanı sıra bakım onarım çalışmalarını yeterince yerine getirememesine neden olmaktadır. Enerji maliyeti bu oranla artışa devam edecek olursa terfili sulama tesislerinin çoğu işletilemez hale gelecektir. Bu kapsamda; söz konusu çalışma alanında sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için tarımsal enerji tarifesinde indirim yapılması, KDV oranının düşürülmesi veya yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir. Tekiner, M. (2020), Pompajla Su Temin Eden Bazı Sulama Birliklerinin Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi isimli çalışmada üç havzada pompajlı üç sulama birliğinin, 2009-2017 yılları arasındaki 9 yıllık ortalama verileri kullanılmıştır. Birim sulanan alan enerji masrafını en yüksek 601 TL ha⁻¹ hesaplamıştır. Çalışma alanı için ortalama A4 değerinin yüksek olduğu düşünülmektedir.

Yaylak Ovası Pompaj Sulama Şebekesinde birim sulama suyunun enerji maliyeti 2018-2022 yıllarında 0.10-0.46 TL m⁻³ arasında değişmiş olup ortalama 0.19 TL m⁻³ olarak hesaplanmıştır. Yapılan çalışmalara kıyasla, A5 değeri ortalama olarak normal seviyede gözükse de 2022 yılında tarımsal enerji tarifesinde gerçekleşen yüksek zamdan dolayı birim enerji maliyeti 0.46 TL m⁻³ olarak yaklaşık üç kat arttığı görülmektedir. Bu kapsamda; sürdürülebilirliğin sağlanması için hacim esaslı sulamaya geçilmesi ve toplam enerji maliyetinin düşürülmesi için planlı su dağıtım çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Çalışma alanında tüketilen enerjinin maliyetinin gerçekleşen toplam gider içerisindeki payı ortalama %79 iken, en düşük %73 oranında 2018 yılında, en yüksek ise %98 olarak 2022 yılında gerçekleşmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığı zaman tamamı terfilî sulama olan sulama tesislerinde çalışma alanının A6 değeri %79 oranı olarak normal seviyededir. Ancak 2022 yılında giderin neredeyse tamamına yakın kısmının enerji gideri olarak harcandığı görülmektedir. İşletme ve bakım faaliyetlerinden sorumlu olan Sulama Birliği, sulama tesisinin sürdürülebilir olmasını sağlamak için, sulama ücret tarifesinde ciddi artış yapmıştır. Bu durum da işletme ve bakım sulama ücreti borçlarının su kullanıcılarından zamanında veya tamamının tahsil edilememesine neden olmaktadır.

“Finansal Yeterlilik” başlığı altında ele alınan B1 değeri gerçekleşen bakım onarım giderinin gerçekleşen toplam gelire oranı ile elde edilmiş olup, en düşük 2018 yılında %9, en yüksek 2019 yılında %51 oranında, 2018-2022 yılları arası için ortalama ise %33 oranında hesaplanmıştır. B1 değerinin beş yıllık ortalama değerine bakıldığında sulama birlikleri mevzuatına uygundur.

Gerçekleşen bakım onarım giderinin planlanan bakım onarım ödeneğine oranı, en düşük 2018 yılında %50 oranında, en yüksek 2019 yılında %193 oranında, ortalama ise %139 oranında hesaplanmıştır. Ortalama değere göre muayene raporunda planlanan bakım onarım için ayrılan bütçenin tamamından fazlasının kullanıldığı söylenebilir. Ancak 2018 yılı ile ilgili aynı durum söz konusu değildir. Muayene raporu ile belirlenen bakım onarım için ayrılan bütçenin %50’si kullanılmıştır. Bu durum da sonraki yıl, B2 değerinin %193’e yükselmesine neden olmuştur.

Sulama Birliğinin sürdürülebilirliğini sağlaması için en önemli faktör gelirin giderini karşılayabilmesidir. Bu minvalde, masraflarını karşılama oranı, beş yıl için yapılan değerlendirmede; en yüksek değer 2018 yılı için %93, en düşük %59 oranıyla 2019 yılı için, ortalama ise %80 oranında gerçekleşmiştir. Bu da Sulama Birliğinin kendine yetmediğini, gelirin giderini karşılamadığını göstermektedir.

Gerçekleşen bakım onarım giderinin şebekeye alınan sulama suyu miktarına oranında, en düşük 2018 yılı için 0.01 TL m⁻³, en yüksek 2022 yılı için 0.09 TL m⁻³ ve ortalama 0.05 TL m⁻³ olarak hesaplanmıştır.

B5 değeri, gerçekleşen bakım onarım giderinin sulanan alana oranı ile hesaplanmış ve en düşük 2018 yılında 111 TL ha⁻¹, en yüksek 2022 yılında 1 263 TL ha⁻¹, ortalama ise 707 TL ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. B6 değeri ise, gerçekleşen bakım onarım giderinin

sulama alanına oranı ile hesaplanmıştır. En düşük B6 değeri 2018 yılında 76 TL ha⁻¹, en yüksek 2022 yılında 690 TL ha⁻¹, ortalama ise 375 TL ha⁻¹ saptanmıştır. Her iki değer de 2018 için çok düşüktür. Bu kapsamda; ihtiyaç duyulan bakım onarım çalışmalarının muayene heyeti tarafından doğru bir şekilde belirlenerek raporlanması, bakım onarım çalışmaları için ayrılan bütçenin de tamamının bakım onarım işlerinde kullanılması gerekmektedir.

Gelirleri toplama performansının en düşük 2022 yılında %49 oranında, en yüksek ise 2021 yılında %74 oranında gerçekleştiği görülmektedir. Ortalama ise %63 oranındadır. B7 değeri 2021 yılı için %74 oranında olup Türkiye ortalaması üzerindedir. Bu gösterge, finansal yeterlilik noktasında en önemli değerdir. Bu nedenle tahsilat oranının artırılması yönünde bir takım tedbirler alınması gerekmektedir. Tahakkuk edilen sulama ücreti borçları için, vadesi dolduğunda gerekli tüm yasal işlemlerin uygulanması, çiftçilerin ödeme alışkanlığı edinmesini sağlayacağı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, tarımsal enerji tarifesinde yaşanan artış işletme ve bakım ücretlerinin de artmasına neden olmuştur. Bu nedenle bir an önce ön ödemeli hacim esaslı sayaç sistemine geçilmesi gerekmektedir.

Sulama oranı 2018-2022 yılları arası için yapılan değerlendirmede en düşük 2020 yılında %42 oranında, en yüksek 2018 yılında %69 oranında ve ortalama %56 oranında hesaplanmıştır. Çalışma alanı için C1 değeri Türkiye ortalamasının altında kalmaktadır. Sulama oranının düşük olmasını etkileyen temel faktörlerin başında su bütçesinin yeterli olmaması ve sulama ücret tarifesinin yüksek olması gelmektedir. Çalışma sahasında uygulanan ücret tarifesi dekar bazlı olduğu için çiftçilerce bilinçsiz sulama yapılmaktadır. Ne kadar çok su o kadar çok verim mantığı doğrultusunda hareket etmektedirler. Tarımsal yayım ve danışmanlık hizmeti kapsamında, demonstrasyonlar ile desteklenerek çiftçilere, sulamada suyun etkin ve verimli kullanılmasının önemini aktarılması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, su bütçesine göre iyi planlanmış su dağıtım çalışması yapmak gerektiği kanaatine varılmıştır.

Sulama alanında, birim alan için tüketilen sulama suyu miktarı 2018-2022 yılları için yapılan hesaplamada; en düşük 2018 yılında 6130 m³ ha⁻¹, en yüksek, 2022 yılı için 7912 m³ ha⁻¹, ortalama ise 6988 m³ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Sulanan alanda birim alan için tüketilen sulama suyu miktarı ise, en düşük 2018 yılında 8921 m³ ha⁻¹, en yüksek 2021 yılında 15524 m³ ha⁻¹, ortalama ise 12810 m³ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Sulanan alan için birim alana verilen sulama suyu miktarı Türkiye genelinde 10.262 m³ ha⁻¹, sulama

birlikleri için ise $9.720 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (DSİ, 2021). Çalışma alanı için bu değer Türkiye ortalamasının üzerindedir.

Birim alana iletilen sulama suyun miktarının yüksek olmasında etkili en önemli faktörler bitki deseni, çiftçilerin suyun etkin ve verimli kullanımı konusunda bilinçsiz olmaları ve ücret tarifesinin hacim esaslı değil dekar bazlı uygulanmasıdır.



KAYNAKLAR

- Abadia, R., Rocamora, M. C., Corcoles, J. I., RuizCanales, A., Martinez-Romero, A. and Moreno, M. A. (2010). Comparative analysis of energy efficiency in water users associations. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(2): 134–142
- Abdisamad, Q. A. (2021). Karataş Sulama Birliği Performansının Değerlendirilmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Akçay, S. (2018). Sulama birliklerinin ekonomik ve kurumsal performansının karşılaştırmalı değerlendirmesi: Batı Ege örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24(2), 109-115.
- Alcon, F., García-Bastida, P. A., Soto-García, M., Martínez-Alvarez, V., Martín-Gorriç, B., & Baille, A. (2017). Explaining the performance of irrigation communities in a water-scarce region. *Irrigation science*, 35(3), 193-203.
- Anderoğlu, R., (2020). Anamur Sulama Birliğinde Sulama Performansının Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Anonim (1991). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Yaylak Projesi Planlama Raporu, 92 s., Ankara.
- Anonim (2013). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Şanlıurfa Bozova Yaylak Pompaj Ek Saha Sulaması Planlama Mühendislik Hizmetleri Planlama Raporu, Ankara.
- Anonim (2023). <https://www.limak.com.tr/sectorler/insaat/projeler/tamamlanan-tum-projeler/sulama-projeleri/yaylak-ovasi-sulamasi-sanliurfa>(Erişim Tarihi:02.01.2023)
- Arslan, F., Córcoles Tendero, J. I., Rodríguez Díaz, J. A., & Zema, D. A. (2022). Comparison of Irrigation Management in Water User Associations of Italy, Spain and Turkey Using Benchmarking Techniques. *Water Resources Management*, 1-20.

- Ateşal, K. (2022). Akıncı Ovası Sulama Birliğinin Sulama Performansının Değerlendirilmesi. Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Aydın, M., Yıldırım, M. U., Fayrap, A., & Özdal, H. (2021). Evaluation of the use of prepaid water meter on some irrigation management performance indicators: A case study. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 5(4), 701-708.
- Blanco M., Camacho E., Rodriguez J.A., 2009.Análisis de la eficiencia energética en el uso del agua deriego en comunidades de regantes de Andalucía. XXVII Congreso Nacional de Riegos, Murcia, Spain. Junio 2009.
- Borgia, C., García-Bolaños, M., Li, T., Gómez-Macpherson, H., Comas, J., Connor, D., & Mateos, L. (2013). Benchmarking for performance assessment of small and large irrigation schemes along the Senegal Valley in Mauritania. *Agricultural Water Management*, 121, 19-26.
- Büyükcangaz, H., Değirmenci, H., & Kartal, S. (2018). Bursa bölgesi sulama şebekelerinin istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 501-508.
- Cengiz, A., 2019. Acıpayam Sulama Birliği Performansının Değerlendirilmesi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Chote, H. B., 2022. Boyalıca Pompaj Sulamasında Sulama Performansının Değerlendirilmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Córcoles J. I., Tarjuelo J. M., Moreno M. A., Ortega J. F., De Juan J. A., (2010). Evaluation of Irrigation Systems by Using Benchmarking Techniques. XVII. World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR), Hosted by the Canadian Society for Bioengineering (CSBE/SCGAB) Québec City, Canada June 13-17.

- Córcoles, J. I., De Juan, J. A., Ortega, J. F., Tarjuelo, J. M., & Moreno, M. A. (2010). Management evaluation of Water Users Associations using benchmarking techniques. *Agricultural Water Management*, 98(1), 1-11.
- Corominas, Joan. "Agua y energía en el riego, en la época de la sostenibilidad." *Ingeniería del agua* 17.3 (2010): 219-233.
- Çifçi, Ş., & Değirmenci, H. (2022). Sulama Performans Göstergeleri ve TOPSİS Yöntemi ile Asi Havzası Sulama Birliklerinin Analizi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(1), 169-180.
- Değirmenci, H., & Arslan, F. (2018). Sulama birliklerine devredilen sulama şebekelerinde işletme ve bakım giderlerinin analizi. *Su Kaynakları*, 3(1), 16-23.
- Díaz, JA Rodríguez, et al. "Exploring energy saving scenarios for on-demand pressurised irrigation networks." *Biosystems engineering* 104.4 (2009): 552-561.
- Diker, C., 2018. Aşağı Seyhan Ovasında 18 Sulama Birliğinin Değerlendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- DSİ, (2018). Strateji Plan 2019-2023. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. <https://dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/756> [Erişim Tarihi: 04.12.2022]
- DSİ, 2021. DSİ 2021 Yılı Faaliyet Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/759>
- DSİ. 2020. Sulama İşletme Modeli Olarak Yeni Dönemde Sulama Birlikleri (2017'den 2021 Yılına), DSİ: Ankara, Türkiye.
- Elshaikh, Ahmed E., Xiyun Jiao, and Shi-hong Yang. "Performance evaluation of irrigation projects: Theories, methods, and techniques." *Agricultural water management* 203 (2018): 87-96.
- Ersöz, Ö., & Çamoğlu, G. (2020). Bursa İlindeki Sulama Birliklerinin Performans Göstergelerinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 267-285.

- Espinosa-Tasón J, Berbel J, Gutiérrez-Martín C, 2020. Energized water: Evolution of water-energy nexus in the Spanish irrigated agriculture, 1950–2017. *Agricultural Water Management* 233:106073.
- Gençoğlu, M., Değirmenci, H. (2019). Sulama Performansının Değerlendirilmesi: Kırıkhan Sulama Birliği Örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım Ve Doğa Dergisi*, 22(3), 436-443.
- IEA, (2010). *World Energy Outlook 2010*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2010>, License: CC BY 4.0
- Jiménez-Bello, M. Á., Alzamora, F. M., Castel, J. R., & Intrigliolo, D. S. (2011). Validation of a methodology for grouping intakes of pressurized irrigation networks into sectors to minimize energy consumption. *Agricultural Water Management*, 102(1), 46-53.
- Kapan, E. (2010). Asartepe Sulama Birliğinde Sulama Performansının karşılaştırmalı Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Karakaya, G.F. (2018). Kartalkaya Sol Sahil Sulama şebekesinin Bazı Performans Göstergeleri İle Değerlendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Kartal, S., Değerirmenci, H., Arslan, F., Gizlenci İ. (2023). Evaluation of some Water, Energy and Financial Indicators: A Case Study of Esenli Water User Association in Yozgat, Türkiye. *Journal of Agricultural Sciences (Tarım Bilimleri Dergisi)*, 29(2):643-654. DOI: 10.15832/ankutbd.1008458
- Kartal, S. (2021). Estimation of future irrigation performance with times series analysis: a case study of Andırın, Kahramanmaraş, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(2), 234-242.
- Kartal, S. (2019). Masat, Beyler ve İğdir Sulama şebekelerinin Performans Değerlendirmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 2(2), 66-70.

- Kartal, S., Değirmenci, H. (2019). Performans Göstergelerine Göre Sulama Şebekelerinin Değerlendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22, 223-230.
- Kartal, S., Değirmenci, H. (2020). Evaluation of the irrigation schemes in the Antalya region. Mediterranean Agricultural Sciences, 33(3), 381-388.
- Kartal, S., 2018. Sulama Şebeke Performanslarının Çok Değişkenli Bazı İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Doktora Tezi.
- Kartal, S., Arslan, F., & Değirmenci, H. (2019). Boğaçay, Çamgazi ve sarayköy sulama şebekelerinin istatistiksel yöntemlerle analizi. Black Sea Journal of Agriculture, 2(1), 27-34.
- Kartal, S., Arslan, F., & Değirmenci, H. (2020). Sulama Şebekelerinde Bakım Performansının Değerlendirilmesi: Yozgat İli Örneği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52(1), 36-45.
- Kartal, S., Değirmenci, H., & Arslan, F. (2019). Sulama Kanal Çeşitleri ve Uzunluklarının Sulama Performans Göstergelerine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(3), 444-450.
- Kayadelen, M., (2021). Mut Ovası Sulama Birliğinin Sistem Performans Değerlendirmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Kırnak, H., Karaca, L., & Ilık, H. A. (2021). Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliği Performans Analizi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 8(4), 1167-1173.
- Kukul, Y. S., Akçay, S., Anaç, S., & Yeşilirmak, E. (2008). Temporal irrigation performance assessment in Turkey: Menemen case study. Agricultural water management, 95(9), 1090-1098.
- Molden, D.J., Sakthivadivel, R., Perry, C.J., Fraiture, C.D., Kloezen, W.H. 1998. Indicators for Comparing Performance of Irrigated Agricultural Systems. IWMI, Research Report 20, Colombo, 26 p.

- Moreno, M. A., Ortega, J. F., Córcoles, J. I., Martínez, A., & Tarjuelo, J. M. (2010). Energy analysis of irrigation delivery systems: monitoring and evaluation of proposed measures for improving energy efficiency. *Irrigation Science*, 28(5), 445-460.
- Nalbantoğlu, G., & Çakmak, B. (2007). Akıncı Sulama Birliğinde sulama performansının karşılaştırmalı değerlendirilmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 13(03), 213-226.
- Özcan, F., 2019. Harran Ovası Harran Kanalı Sulama Birliklerinde Sulama Performans Değerlendirmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Özdemir, K., & Armağan, G. (2010). Aydın İlindeki Sulama Birliklerinin Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi Ve Etkinliklerinin Belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 75-83.
- Rocamora, C., Vera, J., & Abadía, R. (2013). Strategy for efficient energy management to solve energy problems in modernized irrigation: analysis of the Spanish case. *Irrigation Science*, 31(5), 1139-1158.
- Rodríguez Díaz, J. A., E. Camacho Poyato, and M. Blanco Pérez. "Evaluation of water and energy use in pressurized irrigation networks in Southern Spain." *Journal of irrigation and drainage engineering* 137.10 (2011): 644-650.
- Rodriguez-Diaz, J. A., Camacho-Poyato, E., & Carrillo-Cobo, M. T. (2010). The role of energy audits in irrigated areas. The case of 'Fuente Palmera' irrigation district (Spain). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8, 152-161.
- Sesveren, S., & Karakaya, F. G. (2019). Kartalkaya Sol Sahil Sulama Birliği Bazı Performans Göstergeleri, Sulama Problemleri ve Çözüm Önerileri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(1), 76-84.
- Soto-García, M., Martin-Gorriiz, B., García-Bastida, P. A., Alcon, F., & Martínez-Alvarez, V. (2013). Energy consumption for crop irrigation in a semiarid climate (south-eastern Spain). *Energy*, 55, 1084-1093.

- Sönmezıldız, E., & Çakmak, B. (2013). Eskişehir Beyazaltın köyü arazi toplulaştırma alanında sulama performansının değerlendirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(1), 33-40.
- Şeker, M., 2015. Nazilli İlçesi Sulama Birliklerinde Sulama Performansının Değerlendirilmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Tavman, A., C., 2019. Konya Havzası Sulama Şebekelerinde Sulama Performansının Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Tekiner, M. (2020). Pompajla su temin eden bazı sulama birliklerinin sulama sistem performansının değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7(4), 1087-1097.
- Tekiner, M., Aktürk, D., & Dikici, E. (2021). Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi: Truva Sulama Birliği Örneği. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 8(4), 1110-1118.
- Yavuz, T., 2019. Kayseri İli Sulama Birliklerinin 2016-2018 Yılları Arası Performans Analizi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Yıldırım, O. (2008). Sulama Sitemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1565, Ders Kitabı No:518, ISBN: 978-975-482-784-2, Ankara.
- Yürekli, H., & Topak, R. (2018). Ereğli İvriz Sağ Sahil Sulama Birliği'nde Sulama Performansının Değerlendirilmesi. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 32(3), 221-230.
- Zema, D. A., Nicotra, A., Mateos, L., & Zimbone, S. M. (2018). Improvement of the irrigation performance in Water Users Associations integrating data envelopment analysis and multi-regression models. Agricultural Water Management, 205, 38-49.