



**T.C.**

**ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DSİ 18. BÖLGE SULAMA ŞEBEKELERİ PERFORMANSININ  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**MURAT ATAŞOĞLU**

**Danışman  
Doç. Dr. SİNAN KARTAL**

**ALANYA  
2025**



**T.C.**  
**ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**DSİ 18. BÖLGE SULAMA ŞEBEKELERİ PERFORMANSININ**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**MURAT ATAŞOĞLU**

**Anabilim Dalı: Biyosistem Mühendisliği**  
**Program Adı: Biyosistem Mühendisliği**

**Danışman**  
**Doç. Dr. SİNAN KARTAL**

**ALANYA**  
**2025**

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Murat ATAŞOĞLU'nun "DSİ 18. Bölge Sulama Şebekeleri Performansının Değerlendirilmesi" başlıklı tezi 26/12/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir.

|                     | Unvanı-Adı Soyadı            | İmza  |
|---------------------|------------------------------|-------|
| Üye (Tez Danışmanı) | : Doç. Dr. Sinan KARTAL      | ..... |
| Üye                 | : Doç. Dr. Fırat ARSLAN      | ..... |
| Üye                 | : Prof. Dr. Hasan DEĞİRMENCİ | ..... |

Prof. Dr. Kemal VATANSEVER  
Enstitü Müdürü

## **ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ**

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Murat ATAŞOĞLU

## TEŞEKKÜR SAYFASI

Bu çalışmanın her aşamasında akademik bilgi birikimi, rehberliği ve desteğiyle yanımda olan danışmanım Doç. Dr. Sinan KARTAL'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Kendisi, çalışmanın bilimsel açıdan doğru yönde ilerlemesinde ve şekillenmesinde büyük katkı sağlamıştır.

Ayrıca tez sürecinde değerli görüşleri, yapıcı önerileri ve yol göstericiliği ile çalışmama önemli katkılar sunan Doç. Dr. Fırat ARSLAN'a teşekkür ederim. Akademik tecrübesi ve değerlendirmeleri, araştırmanın niteliğini artırmıştır.

Tez hazırlık sürecinde her zaman yanımda olan, sabrı, anlayışı ve desteğiyle motivasyonumu yüksek tutan sevgili eşim Kübra ÖZMEN ATAŞOĞLU'na ise özel olarak teşekkür ederim. Bu süreçte gösterdiği fedakârlık ve moral desteği, çalışmayı tamamlamamda en büyük güç kaynağı olmuştur.

Bu süreçte emeği geçen tüm hocalarıma, kurumlara ve katkı sağlayan herkese teşekkür ederim.

Murat ATAŞOĞLU

## ÖZET

### DSİ 18. BÖLGE SULAMA ŞEBEKELERİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Murat ATAŞOĞLU

Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Aralık, 2025 (48 Sayfa)

Bu çalışmada, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanında yer alan 21 sulama şebekesinin 2017–2023 yıllarındaki performansları göstergeler üzerinden değerlendirilmiştir. Araştırmada DSİ'nin yıllık işletme–izleme raporlarından elde edilen sulama alanı, sulanan alan ve su temin oranı verileri kullanılmıştır. Performans değerlendirmesinde birim alana verilen su miktarı, sulanan alana düşen su miktarı, su temin oranı ve yıllar arası değişkenlik göstergeleri analiz edilmiştir.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, DSİ 18. Bölge sulama şebekelerinin performansının homojen olmadığı; Boğazova, Çavdır, Seyitler, Selevir ve Yılanlı şebekelerinde su dağıtımının yüksek seviyelerde seyrederken, Karaçal, Köprüköy ve Şehit Hüseyin sulamalarında düşük kaldığı belirlenmiştir. Yıllara göre gözlenen önemli dalgalanmalar, bölgedeki su arzının hem yağış ve sıcaklık koşullarından hem de sulama birliklerinin işletme–yönetim kapasitelerinden etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca bazı yıllarda belirli sulama şebekelerinde aşırı su kullanımının görülmesi, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından risk oluşturmaktadır.

Bu çalışma, DSİ 18. Bölge sulama şebekelerinin performansını çok yıllı verilerle kapsamlı biçimde ortaya koyarak, bölgesel su yönetimi açısından güçlü ve zayıf yönleri belirlemiştir. Bulgular, modern sulama yöntemlerinin yaygınlaştırılması, bakım-onarım faaliyetlerinin düzenli yürütülmesi ve ürün deseninin su arzıyla uyumlu planlanmasının sulama verimliliğini artırmada kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, DSİ 18. Bölge sulama şebekelerinin performansının değerlendirilmesine yönelik karar destek süreçlerine katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Sulama performansı, DSİ 18. Bölge, Sulama şebekeleri.

## ABSTRACT

### EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF DSİ 18TH REGIONAL IRRIGATION NETWORKS

Murat ATAŞOĞLU

Department of Biosystem Engineering

Graduate School of Alanya Alaaddin Keykubat University,

December, 2025

In this study, the performance of 21 irrigation networks operating under the responsibility of the DSİ 18th Regional Directorate was evaluated for the period between 2017 and 2023 using selected performance indicators. The analysis was based on data obtained from DSİ's annual operation and monitoring reports, including irrigation area, irrigated area, and relative water supply. Performance evaluation focused on indicators such as the amount of water delivered per unit area, water supplied per irrigated area, relative water supply, and interannual variability.

The results of the statistical analyses indicate that the performance of the irrigation networks in the DSİ 18th Region is not homogeneous. While water distribution levels were relatively high in networks such as Boğazova, Çavdır, Seyitler, Selevir, and Yılanlı, they remained low in Karaçal, Köprüköy, and Şehit Hüseyin irrigation schemes. Significant interannual fluctuations suggest that water availability in the region is influenced by both climatic conditions, particularly precipitation and temperature, and the operational and managerial capacities of irrigation associations. Moreover, excessive water use observed in certain irrigation networks during some years poses risks in terms of efficiency and sustainability.

This study presents a comprehensive evaluation of the performance of irrigation networks in the DSİ 18th Region using multi-year data and identifies their strengths and weaknesses from a regional water management perspective. The findings indicate that the expansion of modern irrigation methods, the regular implementation of maintenance and rehabilitation activities, and the alignment of cropping patterns with available water resources are critical for improving irrigation efficiency. In this respect, the study contributes to decision-support processes for the evaluation of irrigation network performance in the DSİ 18th Region.

**Keywords:** Irrigation performance, DSİ 18th Region, Irrigation networks.



## İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI

|                                                                         |      |
|-------------------------------------------------------------------------|------|
| JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI .....                                             | i    |
| ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ .....                       | ii   |
| TEŞEKKÜR SAYFASI .....                                                  | iii  |
| ÖZET .....                                                              | iv   |
| ABSTRACT .....                                                          | v    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                       | vi   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                                                  | viii |
| TABLolar LİSTESİ .....                                                  | ix   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....                                   | x    |
| 1. GİRİŞ .....                                                          | 1    |
| 2. LİTERATÜR .....                                                      | 3    |
| 2.1. Dünyada Su Kaynaklarının Dağılımı .....                            | 3    |
| 2.2. İklim Değişikliği ve Tarımsal Etkileri .....                       | 5    |
| 2.3. Sulama Birliklerinin Rolü ve Önemi .....                           | 9    |
| 2.4. Sulama Birliklerinin Değerlendirilmesinde Yapılan Çalışmalar ..... | 11   |
| 3. YÖNTEM .....                                                         | 17   |
| 3.1. Çalışma Alanı .....                                                | 17   |
| 3.2. Sulama Şebekelerinin Genel Özellikleri .....                       | 18   |
| 3.3. Performans Göstergeleri ve Kullanılan Formüller .....              | 19   |
| 4. BULGULAR .....                                                       | 21   |
| 4.1. Sulama Oranı .....                                                 | 21   |
| 4.2. Sulama Alanı .....                                                 | 24   |
| 4.3. Sulanan Alan .....                                                 | 29   |
| 4.4. Su Temin Oranı .....                                               | 34   |
| 5. TARTIŞMA .....                                                       | 40   |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                              | 43   |

|                   |    |
|-------------------|----|
| 7. KAYNAKLAR..... | 45 |
| 8. ÖZGEÇMİŞ.....  |    |



## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1 DSİ 18. bölge sulama şebekeleri lokasyon haritası .....  | 17 |
| Şekil 4.1 Sulama şebekelerine ait sulama oranı (%) değerleri ..... | 21 |
| Şekil 4.2 Sulama şebekelerine göre sulama alanının grafiği .....   | 25 |
| Şekil 4.3 Sulama şebekelerine göre sulanan alanın grafiği .....    | 30 |
| Şekil 4.4 Sulama şebekelerine göre su temini oranı grafiği .....   | 35 |



## TABLÖLAR LİSTESİ

|                  |                                                                         |    |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 3.2</b> | Sulama şebekelerinin genel özellikleri .....                            | 19 |
| <b>Tablo 3.3</b> | Sulama performans göstergelerinin hesaplanması.....                     | 20 |
| <b>Tablo 4.1</b> | Sulama oranına ait istatistikler.....                                   | 22 |
| <b>Tablo 4.2</b> | Sulama alanına dağıtılan sulama suyu miktarına ait istatistikler.....   | 27 |
| <b>Tablo 4.3</b> | Sulanan alanına dağıtılan sulama suyu miktarına ait istatistikler ..... | 32 |
| <b>Tablo 4.4</b> | Su temin oranına ait istatistikler .....                                | 37 |



## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

### Simgeler Listesi

|                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| ha                | Hektar              |
| m                 | Metre               |
| m <sup>2</sup>    | Metrekare           |
| m <sup>3</sup>    | Metreküp            |
| hm <sup>3</sup>   | Hektometreküp       |
| L/s               | Litre/saniye        |
| m <sup>3</sup> /s | Metreküp/saniye     |
| %                 | Yüzde               |
| °C                | Santigrat derece    |
| kg                | Kilogram            |
| km                | Kilometre           |
| kWh               | Kilovat-saat        |
| TL                | Türk Lirası         |
| USD               | Amerikan Doları     |
| NPR               | Nepal Rupisi        |
| Q <sub>80</sub>   | %80 olasılıklı debi |
| Q <sub>min</sub>  | Minimum debi        |

### Kısaltmalar Listesi

|         |                                                               |
|---------|---------------------------------------------------------------|
| ERR     | Ekonomik iç kârlılık oranı                                    |
| DSİ     | Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü                              |
| FAO     | Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü                      |
| FAOSTAT | FAO Kurumsal İstatistik Veri Tabanı                           |
| TÜİK    | Türkiye İstatistik Kurumu                                     |
| WWF     | Dünya Doğayı Koruma Vakfı                                     |
| WUA     | Su Kullanıcı Birliği                                          |
| WUO     | Su Kullanıcı Organizasyonu                                    |
| SKB     | Su Kullanıcı Birliği                                          |
| IPTRID  | Uluslararası Sulama ve Drenaj Teknoloji ve Araştırma Programı |
| RIS     | Bağlı Sulama Arzı                                             |
| IWP     | Sulama Suyu Verimliliği                                       |
| MPI     | Yönetim Performans Endeksi                                    |

|       |                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------|
| İK    | Genel Performans Endeksi                            |
| DPSİR | Sürücüler–Baskılar–Durum–Etkiler–Tepkiler Çerçevesi |
| GİM   | Küresel Sulama Modeli                               |
| RCP   | Temsili Konsantrasyon Yolu                          |
| GAP   | Güneydoğu Anadolu Projesi                           |



## 1. GİRİŞ

Su, hem ekolojik dengenin korunması hem de ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliği açısından stratejik öneme sahip bir doğal kaynaktır. Küresel ölçekte hızla artan nüfus, kentleşme, sanayileşme ve tarımsal üretim talebi, tatlı su kaynakları üzerindeki baskıyı giderek artırmaktadır. Dünya üzerindeki toplam su varlığının yalnızca yaklaşık %3'ünün tatlı su olması ve bunun da çok sınırlı bir bölümünün doğrudan kullanılabilir nitelikte bulunması, mevcut su kaynaklarının etkin ve verimli kullanımını zorunlu hâle getirmektedir.

Küresel ısınma ile birlikte iklim değişikliği; yağış rejimlerindeki bozulmalar, artan evapotranspirasyon değerleri ve sıcaklık artışları yoluyla su talebi ile su arzı arasındaki dengesizliği daha da derinleştirmektedir. Artan sıcaklıkların sulama suyu ihtiyacını belirgin biçimde artırdığı önceki çalışmalarda ortaya konulmuştur (Döll, 2002). Bununla birlikte, küresel ölçekte su talebinin 2050 yılı itibarıyla mevcut arzı aşacağı öngörülmektedir (Liu vd., 2024). Bu gelişmeler, suyun sürdürülebilir ve etkin bir biçimde yönetilmesinin önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Türkiye, yıllık yaklaşık 112 milyar m<sup>3</sup> kullanılabilir su kaynağının yaklaşık %72'sinin tarımsal sulamada tüketilmesi nedeniyle su stresi yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır (Aydın ve Şahin, 2023). Açık kanal sistemleri, iletim ve dağıtım kayıpları, altyapı yetersizlikleri ve kullanıcı davranışlarındaki bilinç eksikliği, suyun önemli ölçüde israf edilmesine neden olmaktadır. Bu durum, su verimliliğinin yalnızca teknik bir konu olmadığını; aynı zamanda sosyal, ekonomik ve yönetsel boyutları bulunan çok boyutlu bir kavram olduğunu göstermektedir (Karakaya ve Ersöz, 2022).

Tarımsal sulama, Türkiye'nin toplam su kullanımında en büyük paya sahip olması nedeniyle su kaynaklarının planlanması, tahsisi ve sürdürülebilirliğinde belirleyici bir rol üstlenmektedir. Sulama sistemlerinde iletim, dağıtım ve uygulama aşamalarında meydana gelen su kayıpları, özellikle açık kanal sistemlerinde oldukça yüksek seviyelere ulaşabilmektedir (Güzelsoy ve Demir, 2023). Bu durum hem suyun boşa harcanmasına hem de sulama projelerinin ekonomik etkinliğinin azalmasına yol açmaktadır.

Türkiye'de tarımsal sulama faaliyetlerinin önemli bir bölümü sulama birlikleri tarafından yürütülmektedir. Sulama birlikleri; sulama altyapısının işletilmesi, su tahsisi, bakım-onarım faaliyetlerinin yürütülmesi ve kullanıcı ilişkilerinin yönetilmesi gibi kritik sorumluluklara sahiptir. Ancak sulama birliklerinin kurumsal kapasitelerindeki farklılıklar, tahakkuk ve tahsilat oranlarının düşüklüğü, bakım-onarım eksiklikleri ve

kullanıcı davranışları, su verimliliğini doğrudan etkileyen unsurlar olarak öne çıkmaktadır (Aslan ve Candoğan, 2022; Ayyıldız ve Baran, 2024; Kalender ve Topak, 2023).

Bu nedenle sulama şebekelerinin performansının düzenli olarak değerlendirilmesi, hem mevcut su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı hem de tarımsal üretim verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Modern sulama yönetiminde performans değerlendirmeleri; su temin oranı, sulama suyu verimliliği, birim alana verilen su miktarı, sulanan/sulanabilir alan oranı ve ekim yoğunluğu gibi göstergeler üzerinden gerçekleştirilmektedir (Risal vd., 2025; Giri ve Chattopadhyay, 2024). Türkiye’de tarımsal sulama altyapısı büyük ölçüde Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından inşa edilmekte, inşa edilen sulama şebekelerinin işletme, bakım-onarım ve su dağıtım sorumluluğu ise sulama birliklerine devredilmektedir. Ancak Kartal (2018), sulama şebekeleri arasında performans göstergeleri bakımından homojen bir yapı bulunmadığını; su temin oranlarının bölgelere ve yıllara göre önemli ölçüde değiştiğini ve bazı şebekelerde aşırı su kullanımı ile bazı şebekelerde sulama suyu yetersizliğinin birlikte görülebildiğini ortaya koymuştur. Türkiye genelinde yürütülen çalışmalar da bu eğilimleri doğrulamaktadır.

DSİ’nin yıllık izleme raporlarında sulama alanı, sulanan alan, dağıtılan su ve su temin oranı gibi temel göstergeler yer almakla birlikte, bu veriler çoğunlukla idari amaçlarla toplanmaktadır. Sulama şebekelerinin teknik performansını bilimsel yaklaşımla ele alan kapsamlı analizler ise sınırlı sayıdadır. Bu durum, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanında bulunan sulama şebekelerindeki performans düzeylerinin ve suyun yıllar içindeki kullanım seyrinin sağlıklı biçimde değerlendirilmesini güçleştirmektedir.

Bu çalışmanın amacı, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanında yer alan sulama şebekelerinin performansının yıllar içerisindeki değişimini sulama alanı, sulanan alan ve su temin oranı göstergeleri üzerinden ortaya koymak ve şebekeler arasında gözlenen performans farklılıklarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Bu yaklaşımın, sulama şebekelerinin su arz-talep dengesi açısından mevcut durumunun izlenmesine ve su kaynaklarının daha etkin ve sürdürülebilir biçimde yönetilmesine katkı sağlaması amaçlanmaktadır.



## 2. LİTERATÜR

### 2.1. Dünyada Su Kaynaklarının Dağılımı

Küresel su kaynaklarının mekânsal ve zamansal dağılımındaki eşitsizlik, günümüz su yönetiminin karşılaştığı en temel sorunlardan biridir. Dünya yüzeyinin yaklaşık %70'i sularla kaplı olmasına rağmen, bu suyun yalnızca %3'ünün tatlı su kaynaklarından oluşması tatlı suyun toplumlar üzerindeki stratejik önemini artırmaktadır. Gökçe (2022), küresel su varlığının büyük bölümünü oluşturan 332,5 milyon kübik mil toplam suyun %96'sının tuzlu su, kalan %4'lük tatlı suyun ise büyük ölçüde erişilemez biçimde depolandığını göstermektedir. Bu tatlı suyun %68'i buzullar ve sürekli kar örtüsünde, yaklaşık %30'u yeraltı sularında, yalnızca küçük bir bölümü ise yüzey suları olarak kullanılabilir durumdadır (FAO, 2023). Çalışmada, mevcut eğilimler devam ettiği takdirde 2030 sonrası dönemde dünya genelinde ciddi su krizleri yaşanacağı belirtilmekte; özellikle düşük gelirli ülkelerde güvenilir suya erişimin giderek zorlaştığı vurgulanmaktadır.

Tatlı su kaynaklarının sınırlılığına ek olarak artan nüfus, kentleşme ve ekonomik faaliyetler su talebini hızla yükseltmekte; bu durum su arz–talep dengesini daha da kırılgan hâle getirmektedir. Joseph vd. (2020), sürdürülebilir su kullanımını değerlendirdikleri çalışmalarında su kıtlığının temel nedeninin çoğu bölgede fiziksel su arzının azalmasından ziyade talepteki hızlı artış olduğunu ifade etmektedir. Küresel su çekiminin yaklaşık %70 oranında tarım sektörü tarafından gerçekleştirildiğini bildiren çalışma, özellikle 1960'lardan günümüze su talebindeki artışın dramatik boyutlara ulaştığını ortaya koymaktadır. 1960 yılında su kıtlığı baskısı altındaki nüfusun 280 milyon olduğu, 2005 yılına gelindiğinde bu sayının 2,3 milyara yükseldiği belirtilmektedir. Buna ek olarak dünya genelinde yıllık 275–455 km<sup>3</sup> arasında yeraltı suyu çekildiği; bu çekimin önemli bir bölümünün yenilenebilir rezervleri aştığı ve birçok bölgede yeraltı suyu tükenmesine yol açtığı ifade edilmektedir. Ayrıca Joseph vd. (2020), su ayak izi, su çekimi/arz oranı, tüketim/arz oranı gibi göstergelerin su sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesinde kritik rol taşıdığını; buna rağmen mevcut yönetim politikalarının birçok ülkede bu riskleri kontrol altına almada yetersiz kaldığı ortaya koymaktadır. Taşkın vd. (2022), yaptıkları araştırmada son yıllarda yaşanan iklim değişikliğinin su döngüsüne olan olumsuz etkilerinden dolayı, yağış rejimlerinin bozulmasına, taşkınların oluşmasına, kuraklık gibi olumsuz bir etki yaratmakta olduğu belirtmişlerdir. Türkiye'de artan sıcaklıklarla birlikte kuraklığında artacağını

vurgulamışlardır. WWF Türkiye (2014)'nin *Su Ayak İzi Raporu*'na göre, Türkiye'de üretimin su ayak izi yaklaşık 139,6 milyar m<sup>3</sup>/yıl olduğunu, bu miktarın %89'nun tarımsal üretimde kullanıldığını ifade etmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda Türkiye'nin iklim değişikliği etkileriyle mücadelede ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından yeterli çalışmaların yapılmadığını belirtmişlerdir. Türkiye'de ilerleyen yıllarda su kaynaklarında yaşanacak sıkıntılardan dolayı gıda güvenliğinin olumsuz etkileneceği sonucuna varmışlardır.

Bölük vd. (2022) Aşağı Gediz Havzası Örneği üzerinden iklim değişikliğinin su kaynakları üzerine etkisini araştırmışlardır. Yürüttükleri çalışmada Aşağı Gediz havzasında bulunan yeraltı suyu kaynaklarını, bitkisel üretim desenini, yıllara göre yağış ortalamalarını, sıcaklık değişimlerini, sulama randımanlarını ve sulama oranlarını, yıllar içerisindeki değişimini ortaya koyarak bunlar üzerindeki iklim değişikliğinin rolünü göstermişlerdir. Yaptıkları inceleme sonucunda son 10 yılda havzada bulunan yeraltı su kuyularının seviyelerinin en az 15 metre aşağı indiğini belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmanın bu süreçte karar alıcıların sulama yönetimi, kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanılması gibi konularda karar almalarında veri kaynağı oluşturacağını vurgulamışlardır. Erol vd. (2012), *Su Kaynaklarının Sürdürülebilir Kullanımında Su Yönetiminin Önemi* başlıklı yaptıkları araştırmada Türkiye'nin yüzölçümünün yüzde 53,6'sının tarım alanı olduğu buna karşın bu alanın sadece %19,6'sında sulama yapıldığını açıklamışlardır.

Dünyada su kıtlığının hem fiziksel hem de yönetsel boyutlarını ortaya koyan kapsamlı çalışmalardan biri de Leijnse vd. (2024) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, küresel ölçekte su kıtlığı "sıcak noktalarını" DPSIR çerçevesi (Sürücüler–Baskılar–Durum–Etkiler–Tepkiler) temelinde analiz ederek su talebi ile su arzı arasındaki farkın (sulama suyu yetersizliği) temel belirleyicilerini ayrıntılı biçimde incelemiştir. Çalışmada su kıtlığını oluşturan en önemli baskı unsurlarının iklim değişimi (%49), nüfus artışı (%31) ve tarım sektörünün yüksek su talebi (%77) olduğu belirtilmiştir. Tarım sektörünün su kullanımındaki bu baskın payı, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde hem yüzey hem de yeraltı su kaynakları üzerindeki yükü artırmaktadır. Leijnse vd. (2024), su kıtlığının yalnızca niceliksel bir azalma değil; aynı zamanda yeraltı suyu tükenmesi (%48), su kalitesi bozulması (%33) ve toprak tuzlanması (%25) gibi olumsuz çevresel sonuçları tetiklediğini göstermektedir. Bu etkiler tarımsal üretimde %17'ye varan kayıplar, ekosistem tahribatı ve sosyoekonomik kırılganlıklar ile birleşerek küresel ölçekte su güvenliğini tehdit eden çok boyutlu bir risk alanı oluşturmaktadır. Çalışma

ayrıca su yönetimi politikalarının yetersiz olduğu bölgelerde sulama suyu yetersizliğinin daha hızlı derinleştiğini ve mevcut yönetim modellerinin iklim değişikliği etkileri karşısında yeterince dayanıklı olmadığını vurgulamaktadır.

Bu üç çalışma birlikte değerlendirildiğinde, küresel tatlı su kaynaklarının hem miktar hem de erişilebilirlik açısından son derece sınırlı olduğu; buna karşılık su talebinin nüfus artışı, kentleşme, ekonomik büyüme ve özellikle tarımsal üretim nedeniyle hızla yükseldiği açıkça görülmektedir. Ayrıca su kıtlığını şiddetlendiren en önemli süreçlerin iklim değişikliği, yeraltı suyu aşırı kullanımı ve etkin olmayan su yönetimi uygulamaları olduğu ortaya konmaktadır. Bu gerçekler, küresel ölçekte suyun sürdürülebilir yönetiminin hem çevresel hem de ekonomik anlamda kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir (Zhao vd., 2022).

## **2.2. İklim Değişikliği ve Tarımsal Etkileri**

İklim değişikliği, su döngüsünü doğrudan etkileyerek tarımsal üretim sistemlerinde köklü değişimlere yol açmakta; yağış rejimlerinin bozulması, sıcaklık artışı, buharlaşmanın yükselmesi ve ekstrem iklim olaylarının artması nedeniyle hem su kaynaklarının miktarında hem de zaman içindeki kullanılabilirliğinde ciddi belirsizlikler ortaya çıkmaktadır. Tarımsal üretimin iklim koşullarına yüksek bağımlılığı dikkate alındığında, iklim değişikliğinin tarımsal verim, sulama suyu ihtiyacı, toprak yapısı ve üretim riskleri üzerindeki etkileri giderek daha kritik bir araştırma alanı hâline gelmiştir.

Döll (2002) tarafından geliştirilen Küresel Sulama Modeli (Global Irrigation Model – GIM), iklim değişikliğinin küresel ölçekte sulama suyu gereksinimini nasıl artıracığını nicel olarak ortaya koyan temel çalışmalardan biridir. Model projeksiyonlarına göre dünya genelindeki sulanan alanların yaklaşık %66'sında net sulama suyu ihtiyacında artış beklenmektedir. Küresel IRnet (Net sulama suyu ihtiyacı) değerinin 2020'lerde %3–5, 2070'lerde ise %5–8 arasında artacağı öngörülmektedir. Bu bulgular özellikle Güney Asya, Orta Doğu ve yarı kurak kuşaklarda artan sıcaklık ve evapotranspirasyon nedeniyle sulama gereksiniminin belirgin biçimde artacağını göstermektedir. Bu sonuçlar, tarımsal su yönetimi açısından, mevcut su tahsis modellerinin ve sulama altyapısının gelecekteki iklim koşullarına göre yeniden planlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

İklim değişikliğinin su mevcudiyeti üzerindeki etkilerini bölgesel düzeyde değerlendiren çalışmalardan biri Linder (2021) tarafından İsviçre akarsu havzalarında yürütülmüştür. RCP 8.5 senaryosu altında yapılan debi analizi, yaz döneminde akarsu

debilerinde belirgin düşüşler yaşanacağını, düşük debi göstergelerinde kritik seviyelerde azalma olacağını ortaya koymuştur. Akarsu debilerindeki bu düşüş, tarımsal sulama ihtiyacının arttığı yaz aylarında su çekim kısıtlamalarının daha sık gündeme gelebileceğini göstermektedir. Çalışma kapsamında üreticilerle yapılan görüşmelerde, su kıtlığının artması karşısında sulama zamanlamasının değiştirilmesi, yüksek verimli sulama teknolojilerinin kullanımının artırılması ve alternatif su kaynaklarından yararlanma gibi uyum stratejilerinin öne çıktığı belirlenmiştir.

İklim değişikliğinin su döngüsü üzerindeki etkileri özellikle Akdeniz iklim kuşağında belirginleşmekte olup, gelecekte hem yüzey suyu miktarının azalması hem de tarımsal sulama talebinin artması beklenmektedir. Bu çerçevede yapılan güncel bir çalışma, iklim değişikliğinin Akdeniz havzalarında su arzı ile su talebi arasındaki dengeyi nasıl dönüştürdüğünü kapsamlı bir hidrolojik değerlendirme ile inceleyerek bölgenin gelecekte karşı karşıya kalacağı su stresi risklerini ortaya koymaktadır. Garrote vd. (2025), geliştirdikleri modelleme yaklaşımıyla Akdeniz'e boşalan akarsularda yıllık ortalama debinin yüzyıl sonuna kadar %26'ya varan oranlarda azalabileceğini, kullanılabilir yüzey suyu miktarının ise %41 oranında düşebileceğini göstermektedir. Araştırma, özellikle yaz aylarında yoğunlaşan tarımsal sulama ihtiyacının bu debi düşüşüyle birleştiğinde mevcut depolama ve su yönetimi yapılarının giderek yetersiz kalacağını ve su stresinin belirgin şekilde artacağını vurgulamaktadır. Bu sonuçlar, iklim değişikliğinin tarımsal üretim ve sulama verimliliği üzerindeki etkilerinin kaçınılmaz olduğunu ve sulama şebekelerinin performans değerlendirmelerinde iklim projeksiyonlarının mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğini göstermektedir (Garrote vd., 2025).

İklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki en belirgin etkilerinden biri de toprak tuzluluğunun artmasıdır. Corwin (2020), iklim değişikliği ile tuzluluk artışı arasındaki etkileşimi küresel örneklerle incelemiştir. Çalışmada artan sıcaklık, yükselen evapotranspirasyon, düzensiz yağış rejimleri ve uzun süreli kuraklıkların kök bölgesinde tuzluluk birikimini hızlandığı; sığ yeraltı suyu seviyesinin ve deniz suyu girişiminin özellikle kıyı bölgelerinde tuzluluk sorununu ağırlaştırdığı belirtilmiştir. Tuzluluğun dünya üzerindeki ekili alanların yaklaşık %23'ünü etkilediği; bu etkinin verim kayıpları, sulama suyu ihtiyacında artış ve toprak yapısının bozulması gibi sonuçlara yol açtığı vurgulanmıştır. San Joaquin Vadisi (ABD), Red River Vadisi (Minnesota), Bangladeş deltası ve Avustralya'daki Murray–Darling Havzası gibi bölgelerden verilen örnekler,

iklim değişikliğine bağlı tuzluluk artışının hem yzey hem de yeraltı suyu yznetimini zorlaştırdığını gstermektedir.

İklim değişikliği tarımsal verim zzerinde yalnızca su mevcudiyetini azaltarak değil, aynı zamanda bitki fizyolojisi ve biyotik stresler zzerinden de etkili olmaktadır. Allen vd. (2025) tarafından Batı Afrika tropikal tarım sistemleri zzerine yapılan sistematik inceleme, sıcaklık artışı, yağış dzensizliği, kuraklık, sel, toprak erozyonu ve pest-hastalık yayılımı gibi oklu mekanizmaların tarımsal zretim zzerindeki etkilerini btznczl biyimde değerlendirmiştir. Çalışmada sıcaklık artışının zzellikle pirinç ve mısır gibi temel zrznlerde verim kaybına yol açtığı; dzensiz yağışların ekim dznemlerini bozarak zretim planlamasını güçleştirdiği ifade edilmiştir. Ayrıca aşırı yağışların toprak erozyonunu hızlandırdığı, kıyılarda tuzluluk artışının tarımsal alanları tehdit ettiği ve hastalık-zararlı popzasyonlarının iklim koşullarına bağlı olarak genişlediği belirtilmiştir. Bulgular, tarım sektzrznzn gelecekte hem su hem de iklim kaynaklı risklere karşı daha kırılgan bir hâle geleceğini gstermektedir.

altı ve Gökalp (2010), kzresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin su kaynakları zzerindeki etkilerini inceleyen bir araştırma yzrtmzşlerdir. Kzresel ısınmanın dznyanın çeşitli bzlgelerinde farklı dzzeyde hissedildiğini ifade etmişlerdir. Kzresel ısınmanın insan zzerinde, gıda gvenliğinde ve su kaynaklarını dolaylı veya doğrudan etkilediğini vurgulamışlar. Suyun ekosistemler ve çeşitli endzstriyel sektzrler açısından vazgeçilemeyecek bir kaynak olduğunu belirtmişlerdir. Kzresel ısınmanın su kaynakları zzerinde ok znemli etkileri olduğunu, kaynakları tzkettiğini ve çevresel szdrzlebilirliği açıkça tehdit ettiğini ifade etmişlerdir.

İklim değişikliğinin hidrolojik szreler zzerindeki etkilerini inceleyen yakın tarihli bir araştırma, gelecekte su kaynaklarının miktarında ve akım rejimlerinde belirgin değişiklikler yaşanacağını ortaya koymaktadır. Çalışmada farklı iklim senaryoları kullanılarak yapılan modellemeler, zzellikle yağış-akış ilişkilerinin zayıflaması sonucunda yıllık akım miktarlarında ve kullanılabilir su potansiyelinde znemli azalmalar meydana gelebileceğini gstermektedir. Araştırma, bu azalışın tarımsal sulama ihtiyaının yzkksek olduğu dznemlerle çakışması hlinde su arzı-talep dengesinin bozulacağını ve su yznetimi zzerinde ciddi baskılar oluşacağını vurgulamaktadır (IPCC, 2022). Ayrıca taşkın tehlikesi ve kuraklık riskindeki değişimlerin, su kaynaklarının planlanması ve sulama sistemlerinin szdrzlebilirliği açısından yeni uyum stratejileri gerektirdiği belirtilmektedir. Bu bulgular, iklim değişikliğinin tarımsal zretim ve sulama

verimliliği üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde hidrolojik projeksiyonların kritik bir rol oynadığını göstermektedir (IPCC, 2022; Döll, 2002).

Çaltı ve Somuncu (2019), iklim değişikliği koşullarında üreticilerin sulama yöntemi tercihi üzerine bir bilimsel çalışma yürütmüşlerdir. Gediz Havzası'nda su ihtiyacı yüksek ürünler yetiştirildiğini, iklim değişikliği sonucunda mevcut su sıkıntısının artmasının beklendiğini ifade etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada iklim değişikliği ile üreticilerin tarımsal sulama yöntemi kararında alternatif sulama yöntemlerinin tercih edilmesine olan etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma kapsamında Manisa ili merkezinde, Turgutlu, Ahmetli, Salihli ve Alaşehir ilçelerinde toplam 166 çiftçi ile anket çalışması yürüttüklerini belirtmişlerdir. İnceleme sonucunda sulama yöntemi tercihini etkileyen kriterler arasında düşük sulama maliyetinin ilk sırada yer aldığını, daha sonra toprak koruması geldiğini ve bunu su kaynaklarının korunmasının izlediğini belirtmişlerdir. Çiftçilerin sulama yönetimi tercihlerinde ilk sırada damla sulama yönteminin olduğunu sonucuna varmışlardır. Uluslararası alanda iklim değişikliği ve sulama konusunu üretici çerçevesinden değerlendirilen çalışmalarının az olduğunu vurgulamışlardır.

Çakmak ve Gökalp (2013), yaptıkları çalışmada tarımda kuraklığın etkisinin azaltılmasında ve gıda güvenliği açısından sulamanın önemli bir role sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ülkemizde küresel ısınma ile kuraklık görülme olasılığının arttığını ve küresel ısınma ile birlikte mevcut su kaynaklarının da azalacağı ön görüşünde bulmuşlardır. Bu açıdan tarımda kullanılan suyun etkin kullanılması gerekliliğini vurgulamışlardır. Su tasarrufu sağlayan basınçlı sulama yöntemlerinin tercih edilmesi, kısıtlı sulama yapılması, suyun ölçülü olarak kullanıcılara verilmesi ve tüketilen su miktarına göre ücret alınması, su iletim ve dağıtım sistemlerinde su kayıplarını minimize eden kapalı borulu sistemlerin tercih edilmesi bazı önlemlerin alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

Benzer şekilde, tropikal bölgeler üzerine yapılan diğer çalışmalarda Allen vd. (2025) iklim değişikliğinin yağış rejimini bozarak kuraklık ve taşkın sıklığını artırdığı; bu durumun tarımsal üretimde verim düşüşüne, üretim maliyetlerinin artmasına ve su kaynaklarının daha belirsiz hâle gelmesine neden olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmalar, iklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkilerinin bölgesel farklılıklar gösterse de mekanizmaların küresel ölçekte benzer olduğunu ortaya koymaktadır.

Türkiye özelinde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Taşkın vd. (2022), iklim değişikliğinin su döngüsü üzerindeki olumsuz etkilerini değerlendirerek

yağış rejimindeki bozulmalar, kuraklık ve taşkın riskinin artışı gibi unsurların Türkiye'nin su kaynakları üzerinde baskı oluşturduğunu belirtmiştir. WWF Türkiye (2014)'nin Su Ayak İzi Raporu'na göre Türkiye'de üretimin su ayak izi yaklaşık 139,6 milyar m<sup>3</sup>/yıl olup bunun %89'u tarımsal üretimden kaynaklanmaktadır. Bu veriler, iklim değişikliği ile artan su kıtlığı riskinin özellikle tarımsal üretimde suya dayalı sistemlerde daha ciddi sonuçlar yaratacağını göstermektedir.

Sonuç olarak, iklim değişikliğinin tarımsal sistemler üzerindeki etkileri; su mevcudiyetindeki değişimler, sulama suyu ihtiyacındaki artış, üretim verimliliğindeki dalgalanmalar, ekonomik maliyetler ve yönetsel belirsizlikler gibi birden fazla boyutta ortaya çıkmakta olup, bu durum su kaynakları ile üretim riskleri arasındaki ilişkiyi daha kırılgan ve belirleyici hâle getirmektedir. Küresel ve bölgesel çalışmalar, gelecekte sulama suyu ihtiyacının artacağını, suyun mevsimsel dağılımının daha öngörülemez hâle geleceğini, toprak tuzluluğunun yaygınlaşacağını ve verim kayıplarının artacağını ortaya koymaktadır. Bu çerçevede, suyun sürdürülebilir yönetimi, modern sulama teknolojilerinin yaygınlaştırılması, üretim deseninin iklim projeksiyonlarına göre yeniden planlanması ve uyum stratejilerinin güçlendirilmesi tarımsal üretimin geleceğini belirleyecek kritik unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

### **2.3. Sulama Birliklerinin Rolü ve Önemi**

Kurucu ve Başer (2023) tarafından yapılan çalışmada sulama birlikleri, sulama sistemlerinin işletilmesi, bakımının yapılması, suyun adil ve etkin şekilde dağıtılması, kullanıcılar arasındaki koordinasyonun sağlanması ve sulama hizmetlerinin sürdürülebilir bir biçimde yürütülmesi açısından kritik bir yönetsel yapı olarak değerlendirilmektedir. Su kullanıcı örgütlerinin (WUO) kurumsal yapılanması pek çok ülkede tarımsal su yönetiminin temel bileşeni hâline gelmiş; suyun dağıtımı, tahsisi, bakım-onarım faaliyetleri, tahakkuk-tahsilat süreçleri ve su kullanım planlaması gibi işlevler bu yerel örgütler aracılığıyla yürütülmeye başlanmıştır. Agizan vd. (2024) tarafından toplam 67 sulama organizasyonunu kapsayan kapsamlı çalışmada, su kullanıcı örgütlerinin fiziksel, kurumsal, sosyal ve ekonomik göstergeler bakımından önemli roller üstlendiği belirtilmiştir. Çalışma, sulama birliklerinin özellikle yönetim kapasitesi, insan kaynağı etkinliği, teknik personel organizasyonu ve yatırım kararlarını yönlendirme gibi konularda diğer örgütlenme biçimlerine göre daha yüksek performans sergileyebildiğini göstermektedir.

Su kullanıcı birliklerinin bir diğer önemli özelliği, su yönetiminde karar alma süreçlerinin yerel düzeyde etkinleşmesini sağlamasıdır. Yuldasheva (2023), Özbekistan'daki Su Kullanıcı Birliklerinde (WUA) muhasebe, finansal yönetim, harcama akışı, gelir kaynakları ve raporlama süreçlerini incelemiştir; birliklerin sürdürülebilir bir sulama hizmeti sunabilmesi için finansal disiplin ve mali şeffaflığın hayati önem taşıdığını vurgulamıştır. Çalışmada, WUA'ların su tahsis planlarının uygulanması, bakım-onarım bütçesinin oluşturulması ve kullanıcılarla su kullanım protokollerinin yürütülmesi açısından temel bir yönetsel rol üstlendiği ifade edilmiştir. Ancak finansal kaynakların yetersizliği, kullanıcıların ödeme isteksizliği ve mali raporlamadaki eksiklikler, birliklerin etkinliğini olumsuz etkileyen temel unsurlar arasında yer almaktadır.

Sulama birliklerinin kurumsal önemine ilişkin bulgular, yalnızca Orta Asya gibi gelişmekte olan ülkelerden değil, Güneydoğu Asya'dan da benzer şekilde raporlanmıştır. Ecohumanism (2025) tarafından yayımlanan çalışmada P3A adı verilen su kullanıcı örgütlerinin yönetsel rolü incelenmiş ve bu örgütlerin hem su dağıtım kararlarının uygulanmasında hem de finansal yönetimde belirleyici olduğu görülmüştür. Yönetim kapasitesi, karar alma süreçlerinin etkinliği, toplantı sıklığı, kullanıcı katılım oranı ve mali kaynakların kullanım biçimi gibi göstergeler P3A'ların genel performansını belirleyen temel unsurlar olarak tanımlanmıştır. Bu sonuçlar, sulama birliklerinin yalnızca teknik bir işletme birimi değil; aynı zamanda finansal, sosyal ve kurumsal etkileri olan çok boyutlu örgütler olduğunu göstermektedir.

Türkiye'de yapılan çalışmalar da sulama birliklerinin rolünün önemini desteklemektedir. Kurucu ve Başer (2023), Samsun'daki sulama birliklerinde yürüttükleri çalışmada birliklerin ekonomik yapısının zaman içerisinde dalgalanmalar gösterdiğini, su kullanım hizmet bedelinin birlik gelirlerinin %84,45'ini oluşturduğunu ve personel harcamalarının en önemli gider kalemi olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, sulama birliklerinin sürdürülebilir bir mali yapıya sahip olmasının su yönetimi açısından kritik bir gereklilik olduğunu göstermektedir. Yazarlar, su kullanım hizmet bedellerinin zamanında tahsil edilememesi, gerçek zamanlı ölçüm verilerine erişilememesi ve sayısal haritalama eksiklikleri gibi sorunların birliklerin yönetsel kapasitelerini sınırlandırdığını belirtmektedir.

Aslan ve Candoğan (2022) tarafından Kızılırmak Havzası'ndaki altı sulama birliğinde yürütülen çalışmada, sulama birliklerinin su dağıtım planlaması, kullanıcı eğitimi, bakım-onarım süreçleri ve sulama zamanlaması gibi alanlarda kritik görevler



üstlendiği ortaya konulmuştur. Ancak saha verileri, suyun barajdan uzak bölgelere geç iletilmesi, sulama süresinin yetersizliği, bakım-onarım eksiklikleri ve çiftçilerin sulama yöntemleri konusunda eğitilmemesi gibi sorunların birliklerin etkinliğini sınırladığını ortaya koymuştur. Aydoğdu ve Aydoğdu (2024) ise GAP–Harran Ovası’nda sulama birlikleri başkanlarıyla yaptıkları çalışmada, birliklerin su ücretlendirmesi, mevzuat takibi ve işletme kararları gibi yönetsel konularda karşılaştıkları zorlukları ayrıntılı şekilde ortaya koymuş; özellikle mali kaynak kısıtlarının ve kullanıcı davranışlarının birlik performansı üzerinde belirleyici olduğunu vurgulamışlardır.

Tüm bu bulgular, sulama birliklerinin yerel düzeyde yürütülmesi, kullanıcı katılımının artırılması, işletme ve bakım faaliyetlerinin düzenli yürütülmesi ve suyun verimli kullanılması açısından vazgeçilmez bir rol oynadığını göstermektedir. Sulama birlikleri hem teknik hem de idari kapasite açısından güçlü bir yapıya sahip olduğunda, sulama sistemlerinin sürdürülebilirliğini doğrudan olumlu yönde etkilemektedir.

Muema vd. (2018) yaptıkları araştırmada, Kenya’daki üç sulama şemasının beş yıllık verileri incelenmiş ve bu şemaların performansının genel olarak orta düzeyde kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, Bunyala sulamasının en yüksek performansa sahip olduğu, Ahero’nun ise su yetersizliği ve pompa arızaları gibi nedenlerle en düşük performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca West Kano sulamasında yönetim sorunları nedeniyle bazı yıllarda belirgin performans düşüşleri yaşandığı belirlenmiştir. Araştırmanın en önemli bulgusu, sulama başarısını belirleyen temel unsurların yalnızca verilen su miktarı değil; su teminindeki düzenlilik, çiftçi ödeme oranı ve yönetim yapısının etkinliği olduğudur. Bu sonuç, sulama şebekelerinin değerlendirilmesinde hem su kullanımının hem de ekonomik–idari süreçlerin birlikte ele alınması gerektiğini açık biçimde göstermektedir (Muema vd., 2018).

#### **2.4. Sulama Birliklerinin Değerlendirilmesinde Yapılan Çalışmalar**

Risal vd. (2025), Nepal’de bulunan Rani Jamara Kulariya Sulama Sisteminde yürütülen modernizasyon çalışmalarının sulama performansı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Modernizasyon öncesi ve sonrası performans göstergeleri karşılaştırıldığında ürün yoğunluğu değerinin %193’ten %253’e yükseldiği belirlenmiştir. Birim alana gereken su debisini ifade eden sulama suyu ihtiyacı (duty) göstergesi modernizasyon öncesi 6 L/s/ha iken modernizasyon sonrasında 2 L/s/ha’ya düşmüştür. Çalışmada modernizasyonun tarımsal gelir üzerinde önemli etkiler yarattığı; ürün değerinin 1,365 milyar NPR’dan 7,025 milyar NPR’ye ulaşarak %414 oranında

arttığı tespit edilmiştir. Su Kullanıcı Birliği (SKB) performansının da iyileştiği, modernizasyon öncesinde büyük oranda “zayıf” olarak değerlendirilen kurumsal yapının modernizasyon sonrasında ağırlıklı olarak “iyi” ve “çok iyi” kategorilerine yükseldiği bildirilmiştir. Ekonomik analizlerde modernizasyon yatırımının geri ödeme süresi 8 yıl, ekonomik iç kârlılık oranı (ERR) %12,96 ve fayda/maliyet oranı 4,72 olarak hesaplanmış; bu sonuçlar modernizasyonun teknik, kurumsal ve ekonomik açıdan sürdürülebilir olduğunu göstermiştir.

Giri ve Chattopadhyay (2024), Batı Bengal’de WUA üyesi ve üye olmayan çiftçiler üzerinde yaptıkları çalışmada sulama performansını sulama suyu verimliliği (IWP) ve bağıl sulama arzı (RIS) göstergeleri ile değerlendirmişlerdir. Hesaplamalar sonucunda WUA üyesi çiftçiler için IWP değeri  $1,54 \text{ kg m}^{-3}$ , üye olmayanlar için  $1,33 \text{ kg m}^{-3}$  olarak bulunmuştur. RIS göstergesi ise WUA üyelerinde 1,25, üye olmayanlarda 2,18 olarak hesaplanmış; üye olmayan çiftçilerin sulama suyu talebinin yaklaşık iki katı kadar su kullandıkları belirlenmiştir. İstatistiksel değerlendirmede RIS arasındaki farkın anlamlı olduğu, IWP farkının ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı ifade edilmiştir.

Ağızan vd. (2024), Konya Kapalı Havzası’nda farklı kurumsal yapılara sahip 67 sulama organizasyonunun yönetim performansını fiziksel, işletme, kurumsal, yatırım ve sosyal göstergeler temelinde değerlendirmiştir. Çalışmada performans ölçümü için Yönetim Performans Endeksi (MPI) kullanılmış ve sulama birliklerinin diğer işletme modellerine kıyasla daha yüksek performans gösterdiği belirlenmiştir. Bulgulara göre sulama birlikleri yatırım performansında %106 getiri ile en yüksek değere ulaşmış; kurumsal performans göstergeleri (personel etkinliği, yönetim kapasitesi) açısından da en başarılı grup olarak tespit edilmiştir. Tahsilat oranı, işletme–bakım harcamaları, sulama sürdürülebilirliği ve üretici yararlanma oranı gibi göstergelerde de sulama birliklerinin diğer organizasyon türlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Çok değişkenli regresyon analizine göre sulanan alan, işletme büyüklüğü, tahsilat oranı ve birim alan işletme maliyetinin performansı etkileyen temel faktörler olduğu belirlenmiştir.

Özbekistan’da WUA’ların kurumsal yapısına yönelik bir çalışmada, 2019 yılı itibarıyla ülkede 1.503 WUA bulunduğu ve bu birliklerde 7.000’den fazla personelin görev yaptığı bildirilmiştir. 2021 yılında aktif hizmet veren 161 WUA’nın toplam 63.010 kullanıcıya su sağladığı, bu kullanıcıların 55.867’sinin çiftçi olduğu belirtilmiştir. Ülkenin yıllık tarımsal su tüketiminin 45.696 milyon  $\text{m}^3$  olduğu; sulama suyunun ekonomik getirisinin dünya ortalamasında 4–6 USD/ $\text{m}^3$  iken Özbekistan’da 0,15 USD/ $\text{m}^3$  düzeyinde kaldığı hesaplanmıştır. Çalışma, WUA’ların su tahsisi, kanal bakım–onarımı,

su kadastrosu ve muhasebe işlemlerinden sorumlu olduğunu; ancak finansal sürdürülebilirliğin zayıf olmasının su yönetimi performansını önemli ölçüde sınırladığını ortaya koymaktadır.

Hilman ve Ramdani (2023), Cikembulan Sulama Sisteminde işletme ve bakım performansını fiziksel durum, fonksiyonel durum ve su yeterliliği göstergeleri üzerinden değerlendirmiştir. Fiziksel analizde sulama altyapısının %48,80'inin iyi, %20,11'inin hafif hasarlı, %20,59'unun orta hasarlı ve %10,05'inin ağır hasarlı olduğu belirlenmiştir. Fonksiyonel analizde yapıların %89,05 oranında işlevsel olarak çalıştığı, ancak bakım eksikliklerinin sürdüğü ifade edilmiştir. Su yeterliliği değerlendirmesinde ana kanal için Q80 debisi (bir akarsuyun zamanın %80'inde eşit veya daha yüksek debi sağladığı değer) 514,9 L/s olarak hesaplanmış, sulama suyu ihtiyacının 837,8 L/s olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, sistemin su gereksiniminin yalnızca yaklaşık %61'ini karşılayabildiğini göstermektedir. Çalışma, fiziksel hasarlar ve yetersiz bakım uygulamalarının su temini performansını önemli ölçüde düşürdüğünü ortaya koymaktadır.

Rohman ve Surjono (2025), P3A olarak adlandırılan 10 sulama birliğinin performansını yönetimsel, finansal ve teknik göstergeler açısından değerlendirmiştir. Çalışmada yönetimsel performans puanlarının 20–30, finansal performans puanlarının 5–15, teknik performans puanlarının ise 20–35 arasında değiştiği; genel performans endeksi (IK) değerlerinin 50–75 aralığında gerçekleştiği rapor edilmiştir. Ortalama IK değeri 62,00 olarak hesaplanmış ve birliklerin büyük bölümünün “gelişmekte” kategorisinde yer aldığı ifade edilmiştir. Teknik performansı yüksek olan birliklerin (örneğin Pasir Jaya, IK=75) finansal sürdürülebilirlik ve yönetimsel kapasite açısından da daha iyi sonuçlar verdiği; finansal performansı düşük birliklerde ise genel performans düzeyinin belirgin şekilde gerilediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, sulama birliklerinde yönetimsel kapasite, finansal yeterlilik ve teknik altyapının genel performans üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Sulama birliklerinin performansının değerlendirilmesi hem suyun verimli kullanımını hem de sulama hizmetlerinin sürdürülebilirliğini doğrudan etkileyen önemli bir araştırma alanıdır. Bu bağlamda, fiziksel göstergelerden kurumsal yapılara, mali sürdürülebilirlikten su dağıtım etkinliğine kadar pek çok kriter araştırmalarda kullanılmıştır.

Harman vd. (2025), Gediz Havzası'nda yürüttükleri çalışmada sulama şebekelerinde hem su kullanım etkinliğini hem de ekonomik performansı ayrıntılı biçimde değerlendirmiş ve incelenen sistemlerin önemli verimlilik sorunları taşıdığını ortaya koymuştur. Araştırmada sulama uygulamalarının genel olarak düşük su kullanım

etkinliği sergilediği, tarlaya verilen suyun büyük bölümünün bitki ihtiyaının üzerinde olduğu ve bu durumun hem su israfına hem de enerji maliyetlerinin artmasına yol açtığı belirlenmiştir. Ekonomik açıdan ise ürün deseninin su kullanım miktarıyla uyumsuz olduğu, özellikle su tüketimi yüksek ürünlerde gelir–su ilişkilerinin zayıf kaldığı ortaya konmuştur. Çalışmanın en önemli sonucu, sulama sistemlerinde etkinliğin artırılabilmesi için su dağıtımının iyileştirilmesi, ıftıların sulama kararlarının daha doğru yönlendirilmesi ve ürün deseninin su arzına göre planlanmasının zorunlu olduğudur. Bu bulgular, Türkiye’deki sulama alanlarında yaygın olarak görülen düşük sulama etkinliği ve ekonomik verimsizliklerin bilimsel olarak ortaya konduğunu göstermekte ve benzer eğilimlerin DSİ sorumluluğundaki diğer sulama şebekelerinde de görülebileceğini ortaya koymaktadır.

Nepal’de yürütülen Rani Jamara Kulariya Sulama Sistemi alışması, modernizasyon öncesi ve sonrası performans göstergelerinin karşılaştırılması açısından önemli bir örnek sunmaktadır. Risal vd. (2025) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ürün yoğunluğunun %193’ten %253’e yükseldiği, duty değerinin (birim alana düşen sulama suyu debisi) 6 L/s/ha’dan 2 L/s/ha’ya düştüğü ve sulama birliklerinin kurumsal performansının zayıf kategorisinden iyi–ok iyi kategorisine yükseldiği belirlenmiştir. Ekonomik analizlerde yatırımın geri ödeme süresinin 8 yıl, ERR değerinin %12,96 ve fayda/maliyet oranının 4,72 olduğu hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, modernizasyon uygulamalarının hem teknik hem de ekonomik açıdan sürdürülebilir etkiler yarattığını göstermektedir.

Giri ve Chattopadhyay (2024), Batı Bengal’de su kullanıcı birliği (WUA) yesi olan ve olmayan ıftıları karşılaştırarak sulama performansını IWP ve RIS göstergeleri üzerinden incelemiştir. WUA yelerinde IWP değerı 1,54 kg/m<sup>3</sup>, ye olmayanlarda ise 1,33 kg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiş; RIS değerlerinin üyelerde 1,25, ye olmayanlarda ise 2,18 olması, birlik üyeliğinin suyun gereğinden fazla kullanılmasını önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Çalışma, kurumsal örgütlenmenin sulama suyu verimliliğinin artırılmasında kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Agizan vd. (2024), Konya Kapalı Havzası’ndaki 67 sulama organizasyonunun performansını Yönetim Performans Endeksi (MPI) kullanarak değerlendirmiştir. Bulgular, sulama birliklerinin diğer işletme türlerine kıyasla daha yüksek performans puanları aldığını; özellikle yatırım performansında %106 getiri ile en başarılı örgütlenme biçimi olduğunu göstermektedir. Çok değişkenli regresyon analizine göre sulanan alan,

tahsilat oranı, işletme büyüklüğü ve birim alan işletme maliyeti, sulama organizasyonlarının performansını etkileyen temel faktörler arasında yer almaktadır.

Hilman ve Ramdani (2023), Cikembulan Sulama Sisteminde fiziksel, fonksiyonel ve su yeterliliği göstergelerini kullanarak sulama performansını değerlendirmiştir. Fiziksel analiz sonuçlarına göre altyapının %20'sinin orta hasarlı, %10'unun ise ağır hasarlı olduğu belirlenmiştir. Su yeterliliği analizinde ise sulama ihtiyacının yalnızca %61'inin karşılanabildiği ortaya konmuştur. Bu bulgular, bakım ve onarım eksikliklerinin sulama performansını doğrudan olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Türkiye'de yürütülen çalışmalar da sulama birliklerinin performansını çok boyutlu olarak ele almaktadır. Ayyıldız ve Baran (2024), Yozgat ilinde faaliyet gösteren sulama birliklerinde su dağıtım ve mali performans göstergelerinin genel olarak düşük düzeyde olduğunu; kullanıcıların sulama konusunda eğitim eksikliği yaşadığını ve bakım-onarım faaliyetlerinin yetersiz kaldığını belirtmiştir. Kurucu ve Başer (2023) ise sulama birliklerinde mali dengesizliklerin ve yüksek personel yükünün performans üzerinde baskı oluşturduğunu ortaya koymuştur. Eroğlu ve Tekiner (2023), Bayramiç-Ezine Ovaları Sulama Birliğinin 2001–2017 yılları arasındaki bakım ve onarım faaliyetlerini incelemiş; yapılan harcamaların büyük bölümünün personel giderleri ile araç bakımına ayrıldığını ve yıllık bakım planlarının daha etkin hazırlanması gerektiğini vurgulamıştır. Kalender ve Topak (2023) ise sulama suyu verimliliği ve enerji tüketimini birlikte ele alarak çevresel performans göstergeleri geliştirmiştir.

Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, sulama birliklerinin performansının teknik (altyapı durumu, su dağıtım etkinliği), mali (tahsilat oranı, bütçe sürdürülebilirliği), kurumsal (yönetim kapasitesi, personel etkinliği) ve sosyal (kullanıcı eğitimi, katılım düzeyi) göstergeler üzerinden çok boyutlu biçimde değerlendirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Cengiz ve Uçar (2021), Acıpayam Sulama Şebekesine ait 2007–2018 yılları verilerini kullanarak su dağıtım, mali ve üretim performansını değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda sulama oranı %43,2, su temin oranı 0,95 ve yatırımın geri dönüş oranı ortalama %106 olarak hesaplanmıştır. Su ücreti toplama performansının ise ortalama %75 düzeyinde kaldığı belirlenmiştir. Kırnak vd. (2021), Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliğinde yaptıkları analizlerde sulama oranının %100'ün üzerine çıktığı yıllar bulunduğunu; buna karşın su temin oranı ve tahsilat performansının görece düşük seviyelerde seyrettiğini ortaya koymuştur.

Sakaryabaşı Sulama Birliği üzerinde 2018–2022 yıllarını kapsayan bir performans değerlendirmesinde, 2022 yılına kadar su temin oranının 1'in üzerinde olduğu, yani şebekeye ihtiyaçtan fazla su verildiği belirlenmiştir. 2022 yılında ise kuraklık nedeniyle su temin oranının 1'in altına düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca toplanan su ücretlerinin işletme, bakım ve yönetim giderlerini karşılamada yetersiz kaldığı ifade edilmiştir (Harman ve Çakmak, 2023).

Enerji ve finansal boyutu ele alan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Polat ve Değirmenci (2023), Şanlıurfa Bozova Yaylak Ovası Pompaj Sulama Projesinde enerji kullanım etkinliği, finansal yeterlilik ve su kullanım etkinliğini değerlendirmiştir. Bulgular, enerji maliyetlerinin sulama sistemlerinin sürdürülebilirliği üzerinde önemli bir baskı oluşturduğunu göstermiştir. Benzer şekilde Chote (2022), Boyalıca Pompaj Sulamasında yaptığı çalışmada su kullanım etkinliği ve finansal göstergelerin birçok yılda istenen düzeyin altında kaldığını belirtmiştir.

Karacalar vd. (2024), Paşaköy Sulama Birliğinde IPTRID tarafından önerilen performans göstergelerini kullanarak yaptıkları değerlendirmede, su temin oranının 1,72–2,06 aralığında değiştiğini ve bazı yıllarda aşırı su temini gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Tekiner vd. (2021) ise Truva Sulama Birliğinde sulama oranı, mali yeterlilik ve tahsilat performansının yıllar arasında önemli dalgalanmalar gösterdiğini tespit etmiştir.

Tüm bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, sulama birliklerinde performans sorunlarının yalnızca suyun miktarıyla ilişkili olmadığı; bakım-onarım etkinliği, mali yeterlilik, enerji kullanımı ve kurumsal kapasite gibi unsurların sulama sistemlerinin sürdürülebilirliğinde belirleyici rol oynadığı açıkça görülmektedir. Bu nedenle sulama şebekelerinin değerlendirilmesinde teknik, ekonomik ve kurumsal göstergelerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması büyük önem taşımaktadır.

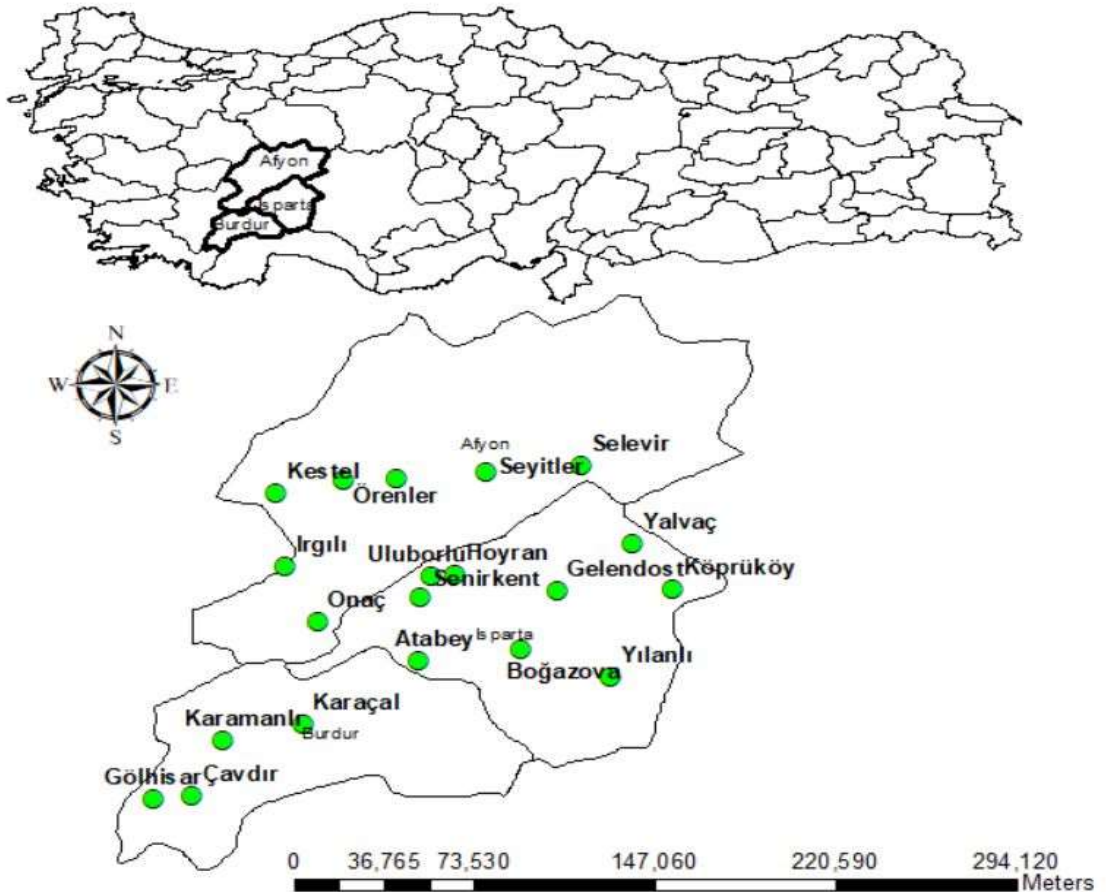
### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Devlet Su İşleri (DSİ) 18. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanı içerisinde yer alan ve Göller Yöresi çevresinde konumlanan toplam 21 sulama şebekesini kapsamaktadır.

Göller Yöresi; çok sayıda doğal göl ve akarsuyun bulunduğu, yüzey suları bakımından dikkat çeken bir coğrafi bölgedir. Bölgedeki yüzey suyu kaynakları, yıl içerisinde mevsimsel değişkenlik gösterebilmektedir. Bu durum, sulama faaliyetlerinde suyun planlı ve kontrollü kullanımını gerekli kılmaktadır.

İncelenen 21 sulama şebekesinin tamamında sulama suyu, akarsulara dayalı yüzey suyu kaynaklarından temin edilmektedir. Çalışma alanının coğrafi konumu Şekil 3.1’de sunulmuştur.



Şekil 3.1 DSİ 18. bölge sulama şebekeleri lokasyon haritası

### 3.2. Sulama Şebekelerinin Genel Özellikleri

Değerlendirme kapsamına alınan Devlet Su İşleri (DSİ) 18. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanındaki 21 sulama şebekesine ait sulama adı, sulama alanı büyüklüğü, su iletim şekli, su kaynağı, sulama yöntemi ve bitki desenlerine ilişkin bilgiler Tablo 3.1’de sunulmuştur. İncelenen sulama şebekelerinin tamamında sulama suyu kaynağı olarak akarsuların kullanıldığı görülmektedir. Bu durum, bölgedeki sulama faaliyetlerinin yüzey sularına dayalı olduğunu ve akarsu sistemlerinin sulama performansı açısından belirleyici bir role sahip olduğunu göstermektedir.

Su iletim şekli açısından yapılan değerlendirmede, 21 sulama şebekesinin 16’sında (%76) suyun cazibe esasına dayalı olarak iletildiği, 5 şebekede (%24) ise pompajlı sulama sistemlerinin uygulandığı belirlenmiştir. Pompajlı sistemlerin Atabey, Boğazova, Hoyran, Senirkent ve Şehit Hüseyin sulama şebekelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu şebekelerde enerji gereksiniminin işletme maliyetleri üzerinde etkili olduğu; buna karşılık cazibeli sistemlerin yaygın olmasının bölge genelinde enerji bağımlılığını sınırladığı değerlendirilmektedir.

Sulama yöntemleri bakımından incelendiğinde, yüzey sulama yönteminin 11 şebekede en yaygın uygulanan yöntem olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında, 5 şebekede damla sulama ve 5 şebekede yağmurlama sulama sistemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Damla sulama yönteminin özellikle Belkaya, Çavdır, Hoyran, Onaç ve Senirkent şebekelerinde; yağmurlama sulama yönteminin ise Kestel, Örenler, Selevir ve Seyitler şebekelerinde öne çıktığı belirlenmiştir. Bu durum, bölgedeki sulama uygulamalarının büyük ölçüde geleneksel yöntemlere dayandığını, ancak belirli şebekelerde modern sulama tekniklerinin de benimsendiğini göstermektedir.

Bitki desenleri incelendiğinde, sulama alanlarında meyve, yem bitkileri, hububat, mısır ve şeker pancarının başlıca ürün grupları olduğu görülmektedir. Bazı sulama şebekelerinde tek ürünün baskın olduğu dikkat çekmektedir. Boğazova, Gelendost ve Uluborlu sulama şebekelerinde meyve üretiminin neredeyse tamamını oluşturduğu; Hoyran ve Senirkent şebekelerinde de meyvenin baskın ürün olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık Gölhisar, Karaçal, Selevir, Yılanlı ve Irgılı gibi şebekelerde ürün deseninin daha çeşitli olduğu görülmektedir.

Bu yapısal farklılıklar, sulama suyu ihtiyacı, suyun zamansal dağılımı ve şebeke işletme performansı üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Özellikle su tüketimi yüksek



ürünlerin yoğun olarak yetiştirildiği şebekelerde, su temin oranı ve sulama suyu kullanım etkinliği gibi performans göstergelerinin daha kritik hâle geldiği değerlendirilmektedir.

**Tablo 3.2** Sulama şebekelerinin genel özellikleri

| Sulama Adı     | Sulama Alanı (ha) | Su İletim Şekli | Sulama Metodu | Bitki Çeşidi         |                      |                      |
|----------------|-------------------|-----------------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Atabey         | 14 000            | Pompaj          | Yüzey         | Meyve ( %41)         | Fidan ( %17)         | Şeker Pancarı ( %13) |
| Belkaya        | 2 344             | Cazibe          | Damla         | Hububat ( %53)       | Yem Bitkileri ( %15) | Şeker Pancarı ( %5)  |
| Boğazova       | 1 800             | Pompaj          | Yüzey         | Meyve ( %100)        |                      |                      |
| Çavdır         | 1 052             | Cazibe          | Damla         | Yem Bitkileri ( %37) | Hububat ( %26)       | Şeker Pancarı ( %13) |
| Gelendost      | 5 235             | Cazibe          | Yüzey         | Meyve ( %100)        |                      |                      |
| Göhlisar       | 7 136             | Cazibe          | Yüzey         | Mısır ( %45)         | Şeker Pancarı ( %26) | Yem Bitkileri ( %18) |
| Hoyran         | 3 090             | Pompaj          | Damla         | Meyve ( %99)         | Sebze ( %1)          |                      |
| Irgıllı        | 2 610             | Cazibe          | Yüzey         | Şeker Pancarı ( %51) | Mısır ( %18)         | Ayçiçeği ( %12)      |
| Karaçal        | 4 975             | Cazibe          | Yüzey         | Yem Bitkileri ( %48) | Mısır ( %27)         | Meyve ( %14)         |
| Karamanlı      | 3 865             | Cazibe          | Yüzey         | Hububat ( %72)       | Şeker Pancarı ( %9)  | Anason ( %6)         |
| Kestel         | 2 273             | Cazibe          | Yağmurlama    | Hububat ( %30)       | Mısır ( %26)         | Şeker Pancarı ( %15) |
| Köprüköy       | 1 316             | Cazibe          | Yüzey         | Meyve ( %42)         | Sebze ( %18)         | Yem Bitkileri ( %16) |
| Onaç           | 1 705             | Cazibe          | Damla         | Mısır ( %34)         | Yem Bitkileri ( %29) | Meyve ( %15)         |
| Örenler        | 3 642             | Cazibe          | Yağmurlama    | Şeker Pancarı ( %47) | Patates ( %27)       | Yem Bitkileri ( %12) |
| Selevir        | 7 844             | Cazibe          | Yağmurlama    | Yem Bitkileri ( %36) | Şeker Pancarı ( %30) | Hububat ( %11)       |
| Senirkent      | 11 108            | Pompaj          | Damla         | Meyve ( %64)         | Fidan ( %15)         | Şeker Pancarı ( %10) |
| Seyitler Şehit | 2 930             | Cazibe          | Yağmurlama    | Yem Bitkileri ( %53) | Hububat ( %18)       | Mısır ( %15)         |
| Hüseyin        | 2 490             | Pompaj          | Yüzey         | Meyve ( %85)         | Yem Bitkileri ( %8)  | Sebze ( %7)          |
| Uluborlu       | 2 135             | Cazibe          | Yüzey         | Meyve ( %100)        |                      |                      |
| Yalvaç         | 1 800             | Cazibe          | Yüzey         | Meyve ( %42)         | Mısır ( %31)         | Yem Bitkileri ( %25) |
| Yılanlı        | 2 800             | Cazibe          | Yüzey S       | Meyve ( %63)         | Kavak ( %17)         | Baklagil ( %7)       |

### 3.3. Performans Göstergeleri ve Kullanılan Formüller

Bu çalışmada, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanındaki sulama şebekelerinin performansı, alan bazlı değerlendirmeye olanak sağlayan üç temel gösterge kullanılarak analiz edilmiştir. Sulama alanına dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı, şebekeye bir yıl içerisinde verilen toplam sulama suyu hacminin şebekenin sulama alanına bölünmesiyle elde edilen ve birim sulama alanına düşen su miktarını ifade eden bir gösterge olup, şebeke genelinde su dağıtım yoğunluğunun değerlendirilmesinde

kullanılmıştır. Sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı, sulamanın gerçekleştiği alanlar üzerinden birim alana verilen su miktarını yansıtarak su kullanım düzeyinin belirlenmesine imkân sağlamaktadır. Yıllık su temin oranı ise şebekeye sağlanan su miktarının bitki su ihtiyacını ne ölçüde karşıladığını ortaya koymakta ve su arzı ile talebi arasındaki dengeyi değerlendirmede temel bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Kullanılan göstergelere ait tanımlar, formüller Tablo 3.2’de sunulmuştur.

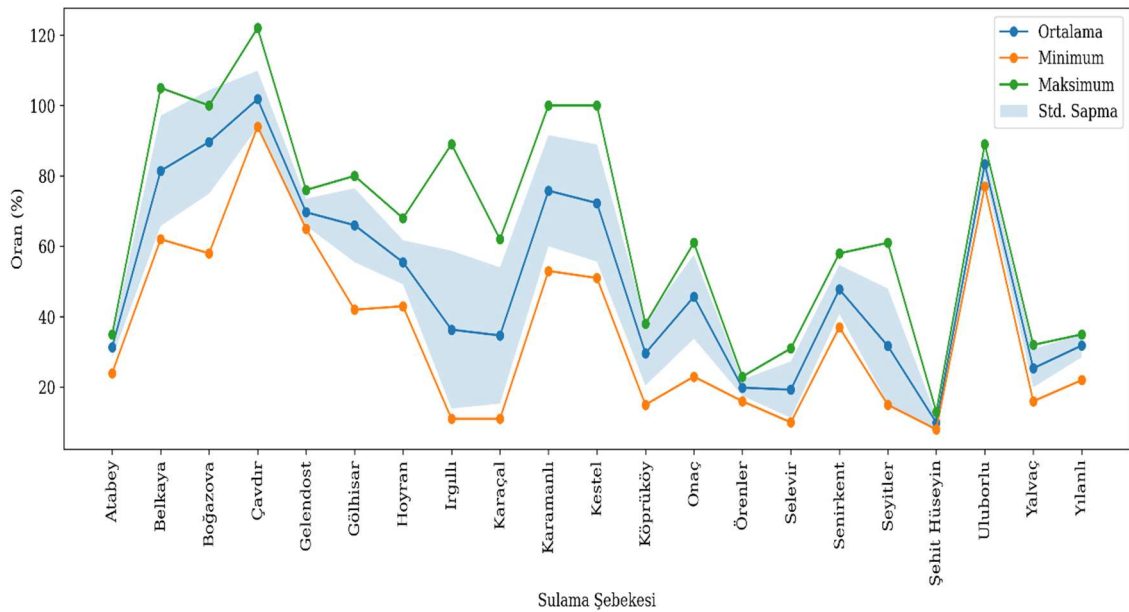
**Tablo 3.3** Sulama performans göstergelerinin hesaplanması

| Gösterge                                                                 | Tanım                                                                                 | Veriler                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sulama oranı (%)                                                         | $\frac{\text{Sulanan alan}}{\text{Sulama alanı}} \times 100$                          | Sulanan alan (I. Ürün+II. Ürün) (ha)<br>Sulama alanı (ha)                                               |
| Sulama alanına dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı (m <sup>3</sup> /ha) | $\frac{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}{\text{Sulama alanı}}$                | Şebekeye alınan toplam su miktarı (m <sup>3</sup> )<br>Sulanan alan (ha)                                |
| Sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı (m <sup>3</sup> /ha)  | $\frac{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}{\text{Sulanan alanı}}$               | Şebekeye alınan toplam su miktarı (m <sup>3</sup> )<br>Sulanan alan (ha)                                |
| Yıllık su temini oranı                                                   | $\frac{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}{\text{Toplam sulama suyu ihtiyacı}}$ | Sisteme saptırılan toplam su miktarı (m <sup>3</sup> )<br>Toplam sulama suyu ihtiyacı (m <sup>3</sup> ) |

## 4. BULGULAR

### 4.1. Sulama Oranı

Çalışmada birim sulama oranı incelendiğinde tüm sulama şebekelerinde %8 ile %122 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Yıllar içinde sulama oranı oldukça değişiklik göstermiştir. Tüm sulama şebekeleri incelendiğinde ortalama değer %50.57 olarak hesaplanmıştır, standart sapma ise 28.32'dir. Bu çalışmada değerlendirilen sulama şebekelerinin ve yıllar için içinde çok değişiklik gösterdiğini ifade etmektedir. Sulama oranının %100 olduğu durumlarda optimum değerde olduğu göz önünde bulundurulmaktadır. Yüzün üzerindeki değerler 2. Ürün sulamalarının da olduğunu belirtmektedir. Sulama oranı bazı çalışmacılar tarafından sadece 1. Ürün için kullanılırken, bazı araştırmacılar 1. Ürün ve 2. Ürünü toplayarak bu tez çalışmasındaki gibi kullanmışlardır.



Şekil 4.1 Sulama Şebekelerine Ait Sulama Oranı (%) Değerleri

Ortalama değerler 2013-2023 yıllarında sulama şebekelerini değerlendirmek için kullanılmıştır. Buna göre sulama oranı ortalaması en düşük sulama şebekeleri Şehit Hüseyin (%9.93), Selevir (%19.29) ve Örenler (%19.85) olurken; en yüksek performans gösteren sulama şebekeleri Çavdır (%101.81), Boğazova (%89.66) ve Uluborlu'dur (%83.31). Araştırma periyodundaki ortalama sulama oranı değerleri sulama alanı içindeki sulanan alan oranını göstermektedir. Sulama oranının düşük veya yüksek olması birçok nedenden kaynaklanabilir. Ayrıca Sulama oranının düşük olma nedenleri arasında

yağışların yeterli görülmesi ve su talebinin olmaması, yeterli sulama sisteminin olmaması vb. nedenler yer almaktadır.

**Tablo 4.1** Sulama oranına ait istatistikler

| Sulama adı |                | Statistic |
|------------|----------------|-----------|
| Atabey     | Ortalama       | 31,33     |
|            | Standart sapma | 3,017     |
|            | Minimum        | 24        |
|            | Maksimum       | 35        |
| Belkaya    | Ortalama       | 81,45     |
|            | Standart sapma | 15,667    |
|            | Minimum        | 62        |
|            | Maksimum       | 105       |
| Boğazova   | Ortalama       | 89,66     |
|            | Standart sapma | 14,699    |
|            | Minimum        | 58        |
|            | Maksimum       | 100       |
| Çavdır     | Ortalama       | 101,81    |
|            | Standart sapma | 8,052     |
|            | Minimum        | 94        |
|            | Maksimum       | 122       |
| Gelendost  | Ortalama       | 69,68     |
|            | Standart sapma | 3,846     |
|            | Minimum        | 65        |
|            | Maksimum       | 76        |
| Göhlisar   | Ortalama       | 66,00     |
|            | Standart sapma | 10,493    |
|            | Minimum        | 42        |
|            | Maksimum       | 80        |
| Hoyran     | Ortalama       | 55,47     |
|            | Standart sapma | 6,247     |
|            | Minimum        | 43        |
|            | Maksimum       | 68        |
| Irgılı     | Ortalama       | 36,33     |
|            | Standart sapma | 22,402    |
|            | Minimum        | 11        |
|            | Maksimum       | 89        |

**Tablo 4.1** Sulama oranına ait istatistikler (Devamı)

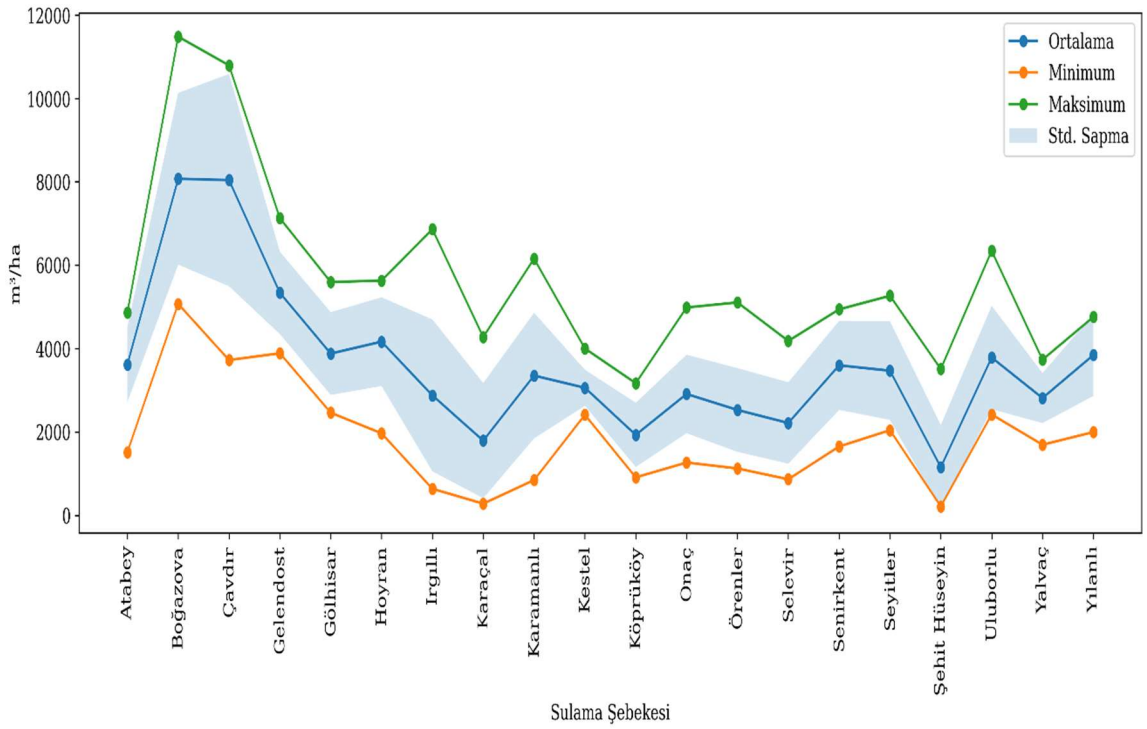
| Sulama adı |                | Statistic |
|------------|----------------|-----------|
| Karaçal    | Ortalama       | 34,68     |
|            | Standart sapma | 19,342    |
|            | Minimum        | 11        |
|            | Maksimum       | 62        |
| Karamanlı  | Ortalama       | 75,80     |
|            | Standart sapma | 15,783    |
|            | Minimum        | 53        |
|            | Maksimum       | 100       |
| Kestel     | Ortalama       | 72,29     |
|            | Standart sapma | 16,642    |
|            | Minimum        | 51        |
|            | Maksimum       | 100       |
| Köprüköy   | Ortalama       | 29,65     |
|            | Standart sapma | 9,187     |
|            | Minimum        | 15        |
|            | Maksimum       | 38        |
| Onaç       | Ortalama       | 45,69     |
|            | Standart sapma | 11,917    |
|            | Minimum        | 23        |
|            | Maksimum       | 61        |
| Örenler    | Ortalama       | 19,85     |
|            | Standart sapma | 2,311     |
|            | Minimum        | 16        |
|            | Maksimum       | 23        |
| Selevir    | Ortalama       | 19,29     |
|            | Standart sapma | 8,025     |
|            | Minimum        | 10        |
|            | Maksimum       | 31        |
| Senirkent  | Ortalama       | 47,76     |
|            | Standart sapma | 6,930     |
|            | Minimum        | 37        |
|            | Maksimum       | 58        |
| Seyitler   | Ortalama       | 31,70     |
|            | Standart sapma | 16,288    |
|            | Minimum        | 15        |
|            | Maksimum       | 61        |

**Tablo 4.1** Sulama oranına ait istatistikler (Devamı)

| Sulama adı    |                | Statistic |
|---------------|----------------|-----------|
| Şehit Hüseyin | Ortalama       | 9,93      |
|               | Standart sapma | 1,765     |
|               | Minimum        | 8         |
|               | Maksimum       | 13        |
| Uluborlu      | Ortalama       | 83,31     |
|               | Standart sapma | 3,484     |
|               | Minimum        | 77        |
|               | Maksimum       | 89        |
| Yalvaç        | Ortalama       | 25,35     |
|               | Standart sapma | 5,392     |
|               | Minimum        | 16        |
|               | Maksimum       | 32        |
| Yılanlı       | Ortalama       | 31,83     |
|               | Standart sapma | 3,316     |
|               | Minimum        | 22        |
|               | Maksimum       | 35        |

#### 4.2. Sulama Alanı

Bu çalışmada incelenen sulama şebekelerinde, “sulama alanı” başlığı altında verilen değerler çalışma kapsamında birim sulama alanına dağıtılan sulama suyu miktarını göstermektedir. Bu nedenle analizler yalnızca alan büyüklüklerini değil, aynı zamanda şebekelerin su dağıtım etkinliğini ve su kullanımı davranışlarını ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, şebekeler arasında su dağıtım miktarı bakımından önemli farklar bulunduğunu, bazı sulamalarda dağıtılan suyun oldukça yüksek seviyelerde olduğunu, bazılarında ise düşük kaldığı göstermektedir. Bu durum, su kaynaklarının kullanılabilirliği, çiftçi talebi, ürün deseni ve sulama yönetiminin etkinliği gibi faktörlerle ilişkili olabilir.



**Şekil 4.2** Sulama şebekelerine göre sulama alanının grafiği

Genel olarak değerlendirildiğinde, Boğazova ve Çavdır sulamaları birim alana en fazla su dağıtılan şebekeler olarak öne çıkmaktadır. Boğazova’da ortalama 8072,73 m³/ha, Çavdır’da ise 8040,79 m³/ha su dağıtılmıştır. Her iki şebekede minimum değerlerin 3700–5000 m³/ha aralığında, maksimum değerlerin ise 10.000–11.000 m³/ha kadar çıkması, bu sulamalarda su temininin yüksek düzeyde olduğu ve kullanıcıların sulama suyu talebinin yoğun olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, yüksek standart sapma değerleri (Boğazova için 2059,23; Çavdır için 2545,40), su dağıtımının yıllara veya alan içindeki bölgelere göre oldukça değişken olduğunu ortaya koymaktadır. Bu değişkenlik, su kaynaklarında dönemsel değişimlerin veya kullanıcı davranışlarındaki farklılıkların bir sonucu olabilir.

Orta düzeyde su dağıtımına sahip şebekeler incelendiğinde Gelendost, Höylran, Gölhisar, Uluborlu, Atabey, Senirkent ve Seyitler gibi sulamaların öne çıktığı görülmektedir. Örneğin Gelendost’ta ortalama dağıtım değeri 5336,77 m³/ha olup dağılım oldukça dengelidir; en düşük 3887,30 ve en yüksek 7127,22 birim su dağıtılmıştır. Standart sapmanın düşük olması (987,13), Gelendost’ta su kullanımının nispeten istikrarlı olduğuna göstermektedir. Benzer şekilde Gölhisar ve Höylran sulamalarında da dağılımın dengeli olduğu, yıllara göre aşırı dalgalanmaların bulunmadığı görülmektedir. Buna karşın, Uluborlu ve Atabey gibi şebekelerde standart sapmanın yüksek olması, dağıtılan suyun yıllık veya bölgesel değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu

dalgalanmalar, bazı yıllarda su arzının artması veya azalması, çiftçilerin su talebinin değişmesi ya da işletme yönetiminde farklı uygulamaların denenmesi ile ilişkili olabilir.

Daha düşük seviyede su dağıtılan şebekeler incelendiğinde Irgılı, Köprüköy, Örenler, Onaç, Selevir ve Kestel sulamalarının öne çıktığı görülmektedir. Bu şebekelerde birim alana düşen su miktarı ortalama 2000–3000 birim aralığındadır. Kestel sulamaları incelendiğinde, 3059,57 birimlik ortalama ile nispeten düşük bir su dağıtım düzeyi görülmesine karşın, standart sapmanın yalnızca 431,49 olması, bu sulamada su dağıtımının oldukça düzenli olduğunu göstermektedir. Bu durum, su arzının istikrarlı olduğu ve yıllık değişimlerin sınırlı kaldığı göstermektedir. Irgılı ve Karaçal gibi şebekelerde ise dağıtılan su miktarının düşük olmasının yanında, standart sapmanın yüksek olması (Irgılı: 1821,08; Karaçal: 1381,19), su kullanımında yıllara göre ciddi dalgalanmalar olduğunu göstermektedir. Bu şebekelerdeki düşük minimum değerler (örneğin Karaçal’da 280 birim, Irgılı’da 637 birim), bazı yıllarda su temininin çok düşük düzeylere indiğini kanıtlar niteliktedir.

En düşük birim su dağıtımına sahip sulamalar ise Şehit Hüseyin, Karaçal, Köprüköy ve kısmen Yalvaç sulamalarıdır. Şehit Hüseyin sulamasında ortalama 1155,02 birim su dağıtılmış olup bu değer tüm sulamalar arasında en düşük seviyeyi temsil etmektedir. Standart sapmanın 1013,05 gibi yüksek bir değerde olması, dağıtılan su miktarının çok değişken olduğunu, bazı yıllarda önemli ölçüde arttığını ya da düştüğünü göstermektedir. Bu durum, su kıtlığı, sulama talebinin düşük olması, işletme sorunları veya su dağıtımında öncelik değişiklikleri gibi nedenlerle ilişkili olabilir. Benzer şekilde, Karaçal ve Köprüköy sulamalarında da minimum değerlerin düşük olması, su dağıtımının bazı dönemlerde ciddi şekilde sınırlı kaldığı göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, şebekeler arasında hem dağıtılan su miktarı hem de değişkenlik düzeyi bakımından büyük farklılıklar bulunmaktadır. Boğazova ve Çavdır gibi sulamalarda yüksek su dağıtımı görülürken, Şehit Hüseyin ve Karaçal gibi sulamalarda bu değer oldukça düşüktür. Ayrıca bazı şebekelerde su dağıtımı daha istikrarlı bir dağılım sergilerken (ör. Kestel, Gölhisar, Gelendost), bazıları yüksek dalgalanmalar göstermektedir (ör. Çavdır, Irgılı, Karaçal). Bu bulgular sulama yönetiminin her şebekede farklı bir yapıya sahip olduğunu, su arz-talep koşullarının değiştiğini ve işletme performansının bölgesel farklılıklar gösterebildiğini ortaya koymaktadır.



**Tablo 4.2** Sulama alanına dağıtılan sulama suyu miktarına ait istatistikler

| Performans göstergesi | Sulama adı | Tanımlayıcı istatistik | Değer      |
|-----------------------|------------|------------------------|------------|
| Sulama alanı          | Atabey     | Ortalama               | 3612,9227  |
|                       |            | Standart Sapma         | 898,67771  |
|                       |            | Minimum                | 1511,43    |
|                       |            | Maksimum               | 4860,14    |
|                       | Boğazova   | Ortalama               | 8072,7264  |
|                       |            | Standart Sapma         | 2059,22989 |
|                       |            | Minimum                | 5072,22    |
|                       |            | Maksimum               | 11481,11   |
|                       | Çavdır     | Ortalama               | 8040,7882  |
|                       |            | Standart Sapma         | 2545,39779 |
|                       |            | Minimum                | 3724,33    |
|                       |            | Maksimum               | 10792,78   |
|                       | Gelendost  | Ortalama               | 5336,7727  |
|                       |            | Standart Sapma         | 987,13292  |
|                       |            | Minimum                | 3887,30    |
|                       |            | Maksimum               | 7127,22    |
|                       | Göhlisar   | Ortalama               | 3880,0455  |
|                       |            | Standart Sapma         | 991,85260  |
|                       |            | Minimum                | 2462,58    |
|                       |            | Maksimum               | 5594,31    |
|                       | Hoyran     | Ortalama               | 4165,7845  |
|                       |            | Standart Sapma         | 1063,97770 |
|                       |            | Minimum                | 1967,64    |
|                       |            | Maksimum               | 5631,07    |
|                       | Irgılı     | Ortalama               | 2877,1400  |
|                       |            | Standart Sapma         | 1821,08854 |
|                       |            | Minimum                | 637,70     |
|                       |            | Maksimum               | 6862,24    |
|                       | Karaçal    | Ortalama               | 1790,9533  |
|                       |            | Standart Sapma         | 1381,18955 |
|                       |            | Minimum                | 280,40     |
|                       |            | Maksimum               | 4276,78    |
|                       | Karamanlı  | Ortalama               | 3352,1209  |
|                       |            | Standart Sapma         | 1506,31075 |
|                       |            | Minimum                | 846,05     |
|                       |            | Maksimum               | 6156,25    |

**Tablo 4.2** Sulama alanına dağıtılan sulama suyu miktarına ait istatistikler (Devamı)

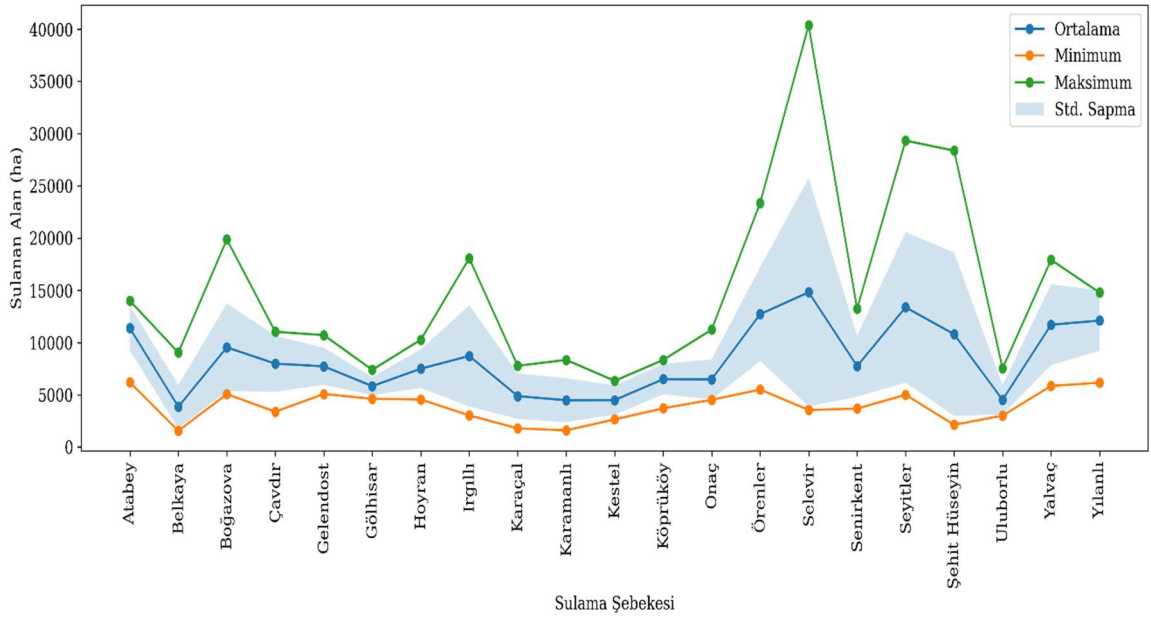
| Performans göstergesi | Sulama adı | Tanımlayıcı istatistik | Değer      |
|-----------------------|------------|------------------------|------------|
| Sulama alanı          | Atabey     | Ortalama               | 3612,9227  |
|                       |            | Standart Sapma         | 898,67771  |
|                       |            | Minimum                | 1511,43    |
|                       |            | Maksimum               | 4860,14    |
|                       | Boğazova   | Ortalama               | 8072,7264  |
|                       |            | Standart Sapma         | 2059,22989 |
|                       |            | Minimum                | 5072,22    |
|                       |            | Maksimum               | 11481,11   |
|                       | Çavdır     | Ortalama               | 8040,7882  |
|                       |            | Standart Sapma         | 2545,39779 |
|                       |            | Minimum                | 3724,33    |
|                       |            | Maksimum               | 10792,78   |
|                       | Gelendost  | Ortalama               | 5336,7727  |
|                       |            | Standart Sapma         | 987,13292  |
|                       |            | Minimum                | 3887,30    |
|                       |            | Maksimum               | 7127,22    |
|                       | Göhlisar   | Ortalama               | 3880,0455  |
|                       |            | Standart Sapma         | 991,85260  |
|                       |            | Minimum                | 2462,58    |
|                       |            | Maksimum               | 5594,31    |
|                       | Hoyran     | Ortalama               | 4165,7845  |
|                       |            | Standart Sapma         | 1063,97770 |
|                       |            | Minimum                | 1967,64    |
|                       |            | Maksimum               | 5631,07    |
|                       | Irgılı     | Ortalama               | 2877,1400  |
|                       |            | Standart Sapma         | 1821,08854 |
|                       |            | Minimum                | 637,70     |
|                       |            | Maksimum               | 6862,24    |
|                       | Karaçal    | Ortalama               | 1790,9533  |
|                       |            | Standart Sapma         | 1381,18955 |
|                       |            | Minimum                | 280,40     |
|                       |            | Maksimum               | 4276,78    |
|                       | Karamanlı  | Ortalama               | 3352,1209  |
|                       |            | Standart Sapma         | 1506,31075 |
|                       |            | Minimum                | 846,05     |
|                       |            | Maksimum               | 6156,25    |

**Tablo 4.2** Sulama alanına dağıtılan sulama suyu miktarına ait istatistikler (Devamı)

| Performans göstergesi | Sulama adı | Tanımlayıcı istatistik | Değer     |
|-----------------------|------------|------------------------|-----------|
| Sulama alanı          | Yalvaç     | Ortalama               | 2813,5345 |
|                       |            | Standart Sapma         | 600,39795 |
|                       |            | Minimum                | 1694,44   |
|                       |            | Maksimum               | 3733,33   |
|                       | Yılanlı    | Ortalama               | 3844,0909 |
|                       |            | Standart Sapma         | 980,27076 |
|                       |            | Minimum                | 1996,43   |
|                       |            | Maksimum               | 4757,50   |

### 4.3. Sulanan Alan

Sulama şebekeleri arasında sulanan alana dağıtılan ortalama sulama suyu miktarları incelendiğinde, dağıtım düzeyi ve yıllık değişkenlik bakımından belirgin farklılıklar olduğu görülmektedir. En yüksek ortalama su dağıtım değerleri Selevir, Seyitler, Örenler, Yalvaç, Yılanlı ve Şehit Hüseyin sulamalarında gözlenmiştir. Selevir sulamasında birim alana yıllık ortalama 14.814,97 m<sup>3</sup> su dağıtılmış olup bu değer tüm şebekeler arasında en yüksek seviyeyi oluşturmaktadır. Ancak en dikkat çekici unsur, Selevir'deki standart sapmanın 10.905,61 m<sup>3</sup> gibi son derece yüksek olmasıdır; bu bulgu, dağıtılan su miktarının yıllar arasında aşırı derecede değişken olduğunu göstermektedir. Minimum değer 3553 m<sup>3</sup>, maksimum değer ise 40.359 m<sup>3</sup> gibi çok yüksek bir seviyeye ulaşması, sulama suyunun bazı yıllarda çok düşük, bazı yıllarda ise aşırı yüksek miktarlarda dağıtıldığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, Seyitler sulamasında ortalama 13.376,60 m<sup>3</sup> su dağıtılmış olup, burada da standart sapma oldukça yüksektir (7202,64 m<sup>3</sup>). Minimum ve maksimum değerler arasındaki farkın (5006–29.326 m<sup>3</sup>) genişliği, bu sulamada su yönetiminin istikrarlı olmadığını göstermektedir. Yalvaç ve Yılanlı sulamalarında da ortalama su dağıtımının yüksek olduğu görülmektedir (sırasıyla 11.711 ve 12.108 m<sup>3</sup>); her iki şebekede de standart sapma geniş bir aralığa sahiptir. Bu bulgular, söz konusu sulamalarda su temin kapasitesinin yüksek olduğunu, ancak su dağıtımının sürdürülebilirliğinin belirgin düzeyde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.



**Şekil 4.3** Sulama şebekelerine göre sulanan alanın grafiği

Orta düzeyde su dağıtımı yapılan şebekeler incelendiğinde Boğazova, Irgıllı, Senirkent, Gelendost, Hoyran, Çavdır, Göhlhisar ve Köprüköy gibi sulama şebekeleri dikkat çekmektedir. Bu grupta ortalama değerler genel olarak 5800–9500 m<sup>3</sup> aralığında yer almaktadır. Boğazova’da ortalama 9543,88 m<sup>3</sup> su dağıtılmış olup bu değer orta-üst grubun en yüksek değerleri arasında yer almaktadır. Fakat standart sapmanın çok yüksek olması (4188,22 m<sup>3</sup>), su kullanımının yıllar içinde dalgalandığını göstermektedir. Irgıllı sulamasında da benzer bir durum görülmekte olup ortalama su dağıtımı 8722,21 m<sup>3</sup> iken standart sapma 4837,24 m<sup>3</sup> düzeyindedir. Irgıllı’nın minimum değerinin yalnızca 3040 m<sup>3</sup>, maksimum değerinin ise 18.065,82 m<sup>3</sup> olması değişkenliği açık biçimde ortaya koymaktadır. Buna karşılık, Gelendost sulamasında daha dengeli bir dağılım göze çarpmaktadır; burada ortalama su dağıtımı 7732,66 m<sup>3</sup> olup standart sapma yalnızca 1765,67 m<sup>3</sup>’tür. Minimum ve maksimum değerler arasındaki fark diğer sulamalara kıyasla daha dar olduğundan, Gelendost sulamasında su temininin nispeten istikrarlı olduğu söylenebilir. Göhlhisar sulaması da 866,77 m<sup>3</sup> gibi düşük bir standart sapma değeri ile en istikrarlı şebekelerden biri olarak dikkat çekmektedir. Ortalama 5837 m<sup>3</sup> değerine karşın yıllar arasında büyük dalgalanma görülmemesi, su yönetiminin düzenli olduğuna göstermektedir.

Daha düşük düzeyde su dağıtımı yapılan sulama şebekeleri arasında ise Belkaya, Karamanlı, Karaçal, Kestel, Onaç, Uluborlu ve Örenler olarak belirlenmiştir. Belkaya’da ortalama su dağıtımı 3867,46 m<sup>3</sup> olup bu değer tüm sulamalar arasındaki en düşük ortalamalardan biridir. Standart sapmanın 2060,83 m<sup>3</sup> olması, su dağıtımının yıllar

arasında değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Karamanlı ve Karaçal sulamalarında da benzer bir durum söz konusudur; Karamanlı’da ortalama 4486 m<sup>3</sup> su dağıtılırken Karaçal’da bu değer 4880 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Her iki sulamada da standart sapmaların 2000–2200 m<sup>3</sup> aralığında olması, su temininde belirgin dalgalanmalar olduğunu göstermektedir. Buna karşın, Kestel sulaması düşük su dağıtım ortalamasına rağmen daha istikrarlı bir yapıya sahiptir; 4502,58 m<sup>3</sup>’lük ortalama dağıtıma karşılık standart sapma 1398,32 m<sup>3</sup> olup dalgalanmalar daha sınırlıdır. Uluborlu sulaması da benzer şekilde düşük değişkenlik gösteren sulamalardan biridir; ortalama su dağıtım değeri 4525 m<sup>3</sup> olup standart sapma 1416 m<sup>3</sup>’tür. Bu bulgular, düşük su dağıtımına sahip bazı şebekelerin, yüksek dağıtım yapan ancak değişkenliği fazla olan şebekelere kıyasla daha istikrarlı su yönetimi sunduğunu göstermektedir.

En dikkat çekici bulgulardan biri Örenler sulamasıdır. Ortalama su dağıtım miktarı 12.724,88 m<sup>3</sup> ile yüksek dağıtım yapan sulamalar arasında yer almakla birlikte, standart sapmanın 4489,98 m<sup>3</sup> gibi oldukça yüksek bir değer olması, bu sulamada da dağıtımın aşırı derecede değişken olduğunu göstermektedir. Minimum su dağıtım miktarının 5506 m<sup>3</sup>, maksimumun ise 23.366,83 m<sup>3</sup> olması, bazı yıllarda dağıtımın iki katından fazla artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Benzer bir durum Şehit Hüseyin sulamasında da görölmektedir; ortalama 10.804,78 m<sup>3</sup> su dağıtılmış olmasına rağmen standart sapma 7806,56 m<sup>3</sup> gibi aşırı yüksek bir değere ulaşmıştır. Bu bulgu, su dağıtımının sürdürülebilirlik açısından sorunlu olduğunu, bazı yıllarda su teminin çok sınırlı, bazı yıllarda ise fazla yüksek olduğunu göstermektedir.

Genel olarak elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, sulama şebekeleri arasında su dağıtım miktarı, yıllık değişkenlik, su temin düzeyi ve sulama yönetimi istikrarı bakımından belirgin farklılıklar olduğu görölmektedir. Selevir, Seyitler, Örenler, Yalvaç ve Yılanlı gibi sulamalarda su dağıtım miktarları yüksek olup değişkenlik de fazladır; bu durum su temininin yıl bazında büyük ölçüde değiştiğini göstermektedir. Gelendost, Gölhisar, Kestel ve Uluborlu ulama şebekelerinde dağıtılan su miktarı orta veya düşük düzeyde olmasına rağmen değişkenliğin sınırlı olması, bu sulamaların daha dengeli bir yönetim yapısına sahip olduğunu göstermektedir. Boğazova, Irgıllı, Şehit Hüseyin ve Karaçal gibi şebekelerde ise hem su dağıtım miktarının hem de değişkenliğin yüksek olması, su yönetimi açısından tutarsızlıkların bulunduğunu ve iyileştirilmesi gereken alanlar olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bulgular genel olarak sulama şebekelerinin performansının homojen olmadığını, su talebi, su arzı, iklim koşulları ve işletme yönetimi gibi değişkenlerin sulamalar üzerinde farklı etkiler yarattığını göstermektedir.

**Tablo 4.3** Sulanan alanına dağıtılan sulama suyu miktarına ait istatistikler

| Performans göstergesi | Sulama şebekesi ismi | Tanımlayıcı istatistik | Değer      |
|-----------------------|----------------------|------------------------|------------|
| Sulanan alan          | Atabey               | Ortalama               | 11377,9291 |
|                       |                      | Standart Sapma         | 2139,12011 |
|                       |                      | Minimum                | 6208,92    |
|                       |                      | Maksimum               | 14006,18   |
|                       | Belkaya              | Ortalama               | 3867,4609  |
|                       |                      | Standart Sapma         | 2060,83674 |
|                       |                      | Minimum                | 1562,78    |
|                       |                      | Maksimum               | 9049,72    |
|                       | Boğazova             | Ortalama               | 9543,8782  |
|                       |                      | Standart Sapma         | 4188,22216 |
|                       |                      | Minimum                | 5072,22    |
|                       |                      | Maksimum               | 19871,15   |
|                       | Çavdır               | Ortalama               | 7989,0600  |
|                       |                      | Standart Sapma         | 2689,41683 |
|                       |                      | Minimum                | 3389,27    |
|                       |                      | Maksimum               | 11034,01   |
|                       | Gelendost            | Ortalama               | 7732,6655  |
|                       |                      | Standart Sapma         | 1765,67295 |
|                       |                      | Minimum                | 5086,23    |
|                       |                      | Maksimum               | 10721,55   |
|                       | Göhlhisar            | Ortalama               | 5837,0727  |
|                       |                      | Standart Sapma         | 866,77467  |
|                       |                      | Minimum                | 4621,02    |
|                       |                      | Maksimum               | 7396,89    |
|                       | Hoyran               | Ortalama               | 7505,7109  |
|                       |                      | Standart Sapma         | 1837,95823 |
|                       |                      | Minimum                | 4557,72    |
|                       |                      | Maksimum               | 10272,19   |
|                       | Irgıllı              | Ortalama               | 8722,2118  |
|                       |                      | Standart Sapma         | 4837,24771 |
|                       |                      | Minimum                | 3040,00    |
|                       |                      | Maksimum               | 18065,82   |

**Tablo 4.3** Sulanan alanına dağıtılan sulama suyu miktarına ait istatistikler (Devamı)

| Performans göstergesi | Sulama şebekesi ismi | Tanımlayıcı istatistik | Değer       |
|-----------------------|----------------------|------------------------|-------------|
| Sulanan alan          | Karaçal              | Ortalama               | 4880,4689   |
|                       |                      | Standart Sapma         | 2182,89936  |
|                       |                      | Minimum                | 1796,80     |
|                       |                      | Maksimum               | 7782,37     |
|                       | Karamanlı            | Ortalama               | 4486,7318   |
|                       |                      | Standart Sapma         | 2105,13915  |
|                       |                      | Minimum                | 1606,88     |
|                       |                      | Maksimum               | 8347,46     |
|                       | Kestel               | Ortalama               | 4502,5780   |
|                       |                      | Standart Sapma         | 1398,32232  |
|                       |                      | Minimum                | 2657,61     |
|                       |                      | Maksimum               | 6341,21     |
|                       | Köprüköy             | Ortalama               | 6498,3210   |
|                       |                      | Standart Sapma         | 1452,65448  |
|                       |                      | Minimum                | 3713,68     |
|                       |                      | Maksimum               | 8342,00     |
|                       | Onaç                 | Ortalama               | 6483,6055   |
|                       |                      | Standart Sapma         | 1914,31799  |
|                       |                      | Minimum                | 4526,86     |
|                       |                      | Maksimum               | 11243,39    |
|                       | Örenler              | Ortalama               | 12724,8882  |
|                       |                      | Standart Sapma         | 4489,97791  |
|                       |                      | Minimum                | 5506,72     |
|                       |                      | Maksimum               | 23366,83    |
|                       | Selevir              | Ortalama               | 14814,9664  |
|                       |                      | Standart Sapma         | 10905,61036 |
|                       |                      | Minimum                | 3553,11     |
|                       |                      | Maksimum               | 40359,16    |
|                       | Senirkent            | Ortalama               | 7755,0800   |
|                       |                      | Standart Sapma         | 2923,64476  |
|                       |                      | Minimum                | 3684,95     |
|                       |                      | Maksimum               | 13239,99    |
|                       | Seyitler             | Ortalama               | 13376,6055  |
|                       |                      | Standart Sapma         | 7202,63863  |
|                       |                      | Minimum                | 5006,66     |
|                       |                      | Maksimum               | 29326,71    |

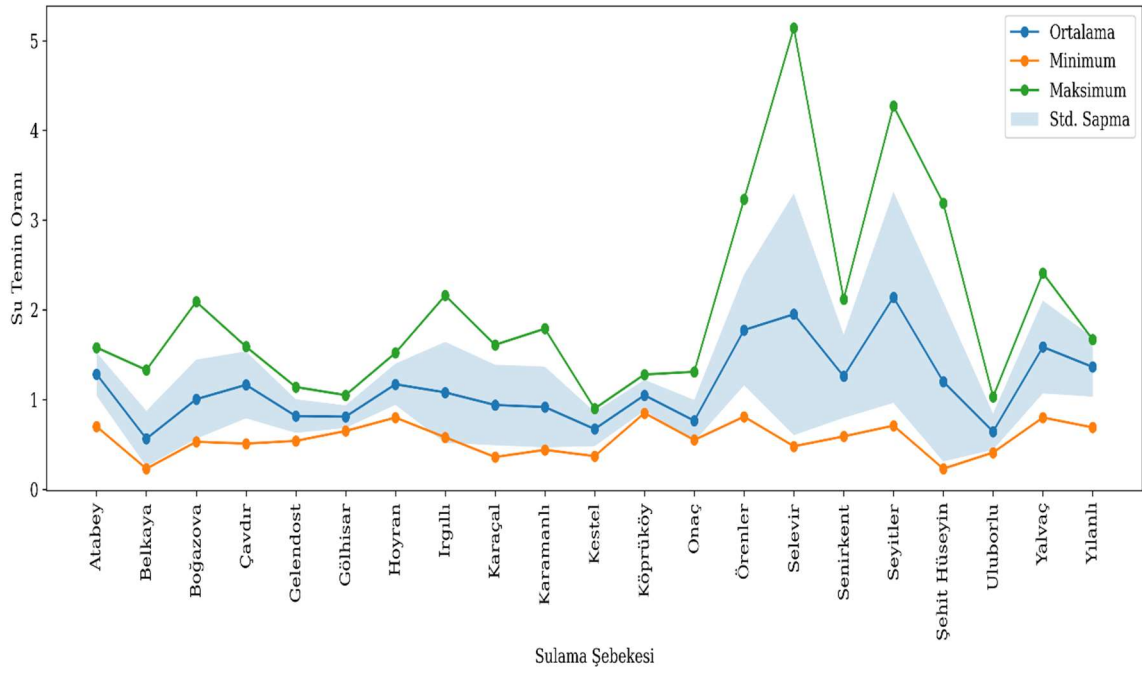
**Tablo 4.3** Sulanan alanına dağıtılan sulama suyu miktarına ait istatistikler (Devamı)

| Performans göstergesi | Sulama şebekesi ismi | Tanımlayıcı istatistik | Değer      |
|-----------------------|----------------------|------------------------|------------|
| Sulanan alan          | Şehit Hüseyin        | Ortalama               | 10804,7800 |
|                       |                      | Standart Sapma         | 7806,56895 |
|                       |                      | Minimum                | 2131,47    |
|                       |                      | Maksimum               | 28373,38   |
|                       | Uluborlu             | Ortalama               | 4525,4873  |
|                       |                      | Standart Sapma         | 1416,16795 |
|                       |                      | Minimum                | 3017,44    |
|                       |                      | Maksimum               | 7530,29    |
|                       | Yalvaç               | Ortalama               | 11711,1900 |
|                       |                      | Standart Sapma         | 3858,83827 |
|                       |                      | Minimum                | 5854,13    |
|                       |                      | Maksimum               | 17920,00   |
|                       | Yılanlı              | Ortalama               | 12108,8536 |
|                       |                      | Standart Sapma         | 2890,53323 |
|                       |                      | Minimum                | 6163,18    |
|                       |                      | Maksimum               | 14784,68   |

#### 4.4. Su Temin Oranı

Su temin oranı, sulama şebekesine bir yıl içerisinde alınan toplam su miktarının, aynı alandaki toplam sulama suyu ihtiyacına oranlanmasıyla hesaplanmaktadır. Göstergenin 1'in üzerinde olması, sulama ihtiyacının üzerinde su temin edildiğini ve buna bağlı olarak su fazlası oluştuğunu; 1'e yakın değerler, su temininin ihtiyaca dengeli biçimde karşılandığını; 1'in altında kalan değerler ise sulama suyu yetersizliğini ve potansiyel ürün stresi riskini ifade etmektedir.





**Şekil 4.4** Sulama şebekelerine göre su temini oranı grafiği

İncelenen sulama şebekeleri arasında su temin oranının 1'in belirgin biçimde üzerinde seyrettiği durumlar, sulama ihtiyacının oldukça üzerinde su temin edildiğini göstermektedir. Bu kapsamda Seyitler sulama şebekesi, ortalama 2.1400 değeriyle en yüksek su temin oranına sahiptir. Seyitler'i Selevir (ortalama 1.9509) ve Örenler (ortalama 1.7755) izlemektedir. Bu şebekelerde, sulama için gereken su miktarının yaklaşık iki katı veya daha fazlasının sulama şebekesine alındığı görülmektedir. Yalvaç sulama şebekesi de ortalama 1.5864 değeriyle sulama ihtiyacının üzerinde su temin edilen şebekeler arasında yer almaktadır. Bu durum, söz konusu şebekelerde suyun etkin kullanımına ilişkin sorunlar bulunabileceğini düşündürmektedir.

Su temin oranı 1'in üzerinde olmakla birlikte daha sınırlı düzeylerde kalan şebekelerde de sulama ihtiyacının üzerinde su temin edildiği anlaşılmaktadır. Yılanlı (ortalama 1.3636), Atabey (ortalama 1.2836), Senirkent (ortalama 1.2600), Hoyran (ortalama 1.1709) ve Çavdır (ortalama 1.1645) sulama ihtiyacının üzerinde su temin edildiğini göstermektedir. Bu şebekelerde su temini ihtiyacın üzerindedir; ancak Seyitler, Selevir ve Örenler'de gözlenen düzeyde bir aşım söz konusu değildir. Atabey (Std. Sapma 0.24051) ve Hoyran (Std. Sapma 0.22963) sulama şebekelerinde standart sapma değerlerinin düşük düzeylerde seyretmesi, su temin oranının yıllar arasında daha istikrarlı seyrettiğini göstermektedir.

Su temin oranının 1 civarında seyrettiği şebekelerde, sulama suyu ihtiyacının genel olarak dengeye yakın biçimde karşılandığı görülmektedir. Boğazova sulama

şebekesi, ortalama 1.0045 değeriyle bu duruma en yakın sulama şebekesidir. Köprüköy (ortalama 1.0490) ve Irgıllı (ortalama 1.0800) sulama şebekelerinde de su temin oranının 1'e yakın değerler aldığı anlaşılmaktadır. Özellikle Köprüköy'de standart sapma değerinin düşük olması (0,17220), su temin oranının yıllar içerisinde 0.85–1.28 aralığında ve görece istikrarlı biçimde seyrettiğini ortaya koymaktadır.

Buna karşılık, su temin oranının 1'in altında kaldığı şebekelerde sulama suyu ihtiyacının karşılanamadığı ve tarımsal üretimde su stresi riskinin arttığı anlaşılmaktadır. Belkaya sulama şebekesi, ortalama 0.5636 değeriyle en düşük su temin oranına sahiptir; Belkaya'yı Uluborlu (ortalama 0.6436) ve Kestel (ortalama 0.6720) izlemektedir. Bu değerler, özellikle Belkaya'da sulama suyu ihtiyacının ortalama olarak yalnızca yarısından biraz fazlasının karşılanabildiğini göstermektedir. Kestel sulama şebekesinin maksimum değerinin 0.90 olması ise, incelenen dönemde hiçbir yıl sulama ihtiyacının tam olarak karşılanamadığını ortaya koymaktadır.

Diğer sulama suyu yetersizliği yaşayan şebekeler arasında Onaç (ortalama 0.7645), Gölhisar (ortalama 0.8100), Gelendost (ortalama 0.8164), Karamanlı (ortalama 0.9173) ve Karaçal (ortalama 0.9400) yer almaktadır. Bu şebekelerin bir kısmında düşük ortalama değerlere ek olarak yüksek yıllık değişkenlikler gözlenmektedir. Özellikle Belkaya'nın standart sapmasının 0.30998 ve minimum değerinin 0.23 olması, bazı yıllarda sulama suyu yetersizliği oldukça şiddetli yaşandığını göstermektedir. Benzer şekilde Karaçal (Std. Sapma 0.44897) ve Karamanlı (Std. Sapma 0.44980) sulama şebekelerinde de yıllar arası dalgalanmalar belirgindir. Buna karşılık Gölhisar (Std. Sapma 0.12562) ve Gelendost (Std. Sapma 0.18736) şebekelerinde değişkenliğin görece düşük olması, sulama suyunun sürekli yetersiz kaldığını düşündürmektedir.

Standart sapma değerleri, su temin oranının yıllar içindeki güvenilirliğinin değerlendirilmesinde önemli bir ölçüt sunmaktadır. Selevir (Std. Sapma 1.34668), Seyitler (Std. Sapma 1.17628) ve Şehit Hüseyin (Std. Sapma 0.88947) sulama şebekelerinde su temin koşullarının yıllar arasında belirgin dalgalanmalar gösterdiği görülmektedir. Özellikle Selevir'de bazı yıllarda su temin oranının 5.14'e kadar yükselmesi, aşırı su fazlası riskini ortaya koyarken; Şehit Hüseyin ve Belkaya'da 0.23'e kadar düşen değerler ciddi su kısıtlarını göstermektedir.

İncelenen sulama şebekelerinde, su temin oranlarının dengeli bir dağılım göstermediği görülmektedir. Bazı şebekelerde su fazlası ve gereksiz su kullanımı ön plana çıkarken, bazı şebekelerde ise sürekli su yetersizliği ve üretim riski söz konusudur.

Köprüköy, Gölhisar ve Gelendost sulama şebekeleri ise ortalamada dengeye yakınlık ve düşük değişkenlik özellikleriyle daha istikrarlı bir su yönetimi görünümü sergilemektedir.

**Tablo 4.4** Su temin oranına ait istatistikler

| Sulama şebekesi ismi | İstatistikler  | Değer  |
|----------------------|----------------|--------|
| Atabey               | Ortalama       | 1,2836 |
|                      | Standart Sapma | ,24051 |
|                      | Minimum        | ,70    |
|                      | Maksimum       | 1,58   |
| Belkaya              | Ortalama       | ,5636  |
|                      | Standart Sapma | ,30998 |
|                      | Minimum        | ,23    |
|                      | Maksimum       | 1,33   |
| Boğazova             | Ortalama       | 1,0045 |
|                      | Standart Sapma | ,44098 |
|                      | Minimum        | ,53    |
|                      | Maksimum       | 2,09   |
| Çavdır               | Ortalama       | 1,1645 |
|                      | Standart Sapma | ,37289 |
|                      | Minimum        | ,51    |
|                      | Maksimum       | 1,59   |
| Gelendost            | Ortalama       | ,8164  |
|                      | Standart Sapma | ,18736 |
|                      | Minimum        | ,54    |
|                      | Maksimum       | 1,14   |
| Gölhisar             | Ortalama       | ,8100  |
|                      | Standart Sapma | ,12562 |
|                      | Minimum        | ,65    |
|                      | Maksimum       | 1,05   |
| Hoyran               | Ortalama       | 1,1709 |
|                      | Standart Sapma | ,22963 |
|                      | Minimum        | ,80    |
|                      | Maksimum       | 1,52   |
| Irgılı               | Ortalama       | 1,0800 |
|                      | Standart Sapma | ,56274 |
|                      | Minimum        | ,58    |
|                      | Maksimum       | 2,16   |

**Tablo 4.4** Su temin oranına ait istatistikler (Devamı)

| Sulama<br>şebekesi ismi | İstatistikler  | Değer   |
|-------------------------|----------------|---------|
| Karaçal                 | Ortalama       | ,9400   |
|                         | Standart Sapma | ,44897  |
|                         | Minimum        | ,36     |
|                         | Maksimum       | 1,61    |
| Karamanlı               | Ortalama       | ,9173   |
|                         | Standart Sapma | ,44980  |
|                         | Minimum        | ,44     |
|                         | Maksimum       | 1,79    |
| Kestel                  | Ortalama       | ,6720   |
|                         | Standart Sapma | ,19159  |
|                         | Minimum        | ,37     |
|                         | Maksimum       | ,90     |
| Köprüköy                | Ortalama       | 1,0490  |
|                         | Standart Sapma | ,17220  |
|                         | Minimum        | ,85     |
|                         | Maksimum       | 1,28    |
| Onaç                    | Ortalama       | ,7645   |
|                         | Standart Sapma | ,23136  |
|                         | Minimum        | ,55     |
|                         | Maksimum       | 1,31    |
| Örenler                 | Ortalama       | 1,7755  |
|                         | Standart Sapma | ,61742  |
|                         | Minimum        | ,81     |
|                         | Maksimum       | 3,23    |
| Selevir                 | Ortalama       | 1,9509  |
|                         | Standart Sapma | 1,34668 |
|                         | Minimum        | ,48     |
|                         | Maksimum       | 5,14    |
| Senirkent               | Ortalama       | 1,2600  |
|                         | Standart Sapma | ,46351  |
|                         | Minimum        | ,59     |
|                         | Maksimum       | 2,12    |
| Seyitler                | Ortalama       | 2,1400  |
|                         | Standart Sapma | 1,17628 |
|                         | Minimum        | ,71     |
|                         | Maksimum       | 4,27    |

**Tablo 4.4** Su temin oranına ait istatistikler (Devamı)

| Sulama<br>şebekesi ismi | İstatistikler  | Değer  |
|-------------------------|----------------|--------|
| Şehit Hüseyin           | Ortalama       | 1,2000 |
|                         | Standart Sapma | ,88947 |
|                         | Minimum        | ,23    |
|                         | Maksimum       | 3,19   |
| Uluborlu                | Ortalama       | ,6436  |
|                         | Standart Sapma | ,20186 |
|                         | Minimum        | ,41    |
|                         | Maksimum       | 1,03   |
| Yalvaç                  | Ortalama       | 1,5864 |
|                         | Standart Sapma | ,51696 |
|                         | Minimum        | ,80    |
|                         | Maksimum       | 2,41   |
| Yılanlı                 | Ortalama       | 1,3636 |
|                         | Standart Sapma | ,33110 |
|                         | Minimum        | ,69    |
|                         | Maksimum       | 1,67   |

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen bulgular, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanında yer alan sulama şebekelerinde su temin oranları ve su dağıtım düzeyleri bakımından belirgin farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca sulama alanı ve sulanan alana dağıtılan su miktarı değerleri incelendiğinde, 2017–2023 döneminde genel bir azalma eğilimi olduğu görülmektedir. Özellikle 2020 yılı sonrasında gözlenen gerileme, Türkiye genelinde raporlanan kuraklık ve su stresi bulgularıyla örtüşmektedir.

Bu kapsamda su temin oranlarının yıllara göre dağılımı değerlendirildiğinde, bazı yıllarda şebekelerin önemli bir bölümünde ihtiyacın üzerinde su temini, bazı yıllarda ise yetersiz su temini yaşandığı anlaşılmaktadır. Örneğin 2017 yılında su fazlasının daha yaygın olduğu şebekeler, 2021 ve 2022 yıllarında su temin oranlarının büyük ölçüde 0,80–1,20 aralığında yoğunlaşarak daha dengeli bir dağılım sergilediği belirlenmiştir. Buna karşılık 2023 yılında su temin oranı 1'in altında kalan şebekelerin sayısında yeniden artış meydana gelmiştir. Bu durum, DSİ 18. Bölge kapsamındaki su kaynakları üzerindeki baskının arttığına göstermekte olup, iklim koşullarındaki değişim ve sulama yönetiminde uygulanan kısıtlamalarla ilişkili olduğu değerlendirilmektedir. Bu yıllar arası dalgalanmalar, Leijnse vd. (2024)'ün küresel ölçekte su arzı ile su talebi arasındaki dengenin iklim koşullarındaki değişimler ve artan kullanım baskılarıyla birlikte değişkenlik gösterdiğini ortaya koyan bulgularıyla uyumludur.

Joseph vd. (2020), Su kıtlığının temel nedenlerinden birinin fiziksel su arzındaki azalmadan ziyade talepteki hızlı artış olduğu vurgulanmaktadır. Çalışmalarında, bazı sulama şebekelerinde birim sulanan alana dağıtılan su miktarının uzun yıllar boyunca 15.000–20.000 m<sup>3</sup>/ha düzeylerine ulaştığını ve suyun, hesaplanan bitki su ihtiyacına göre değil, çiftçi talebi amacıyla daha yüksek miktarlarda temin edildiğini belirtmiştir. Bu durum, su kaynakları üzerindeki baskıyı artırmasının yanı sıra enerji tüketimi ve işletme maliyetlerinin yükselmesine de neden olmaktadır. Su temin oranının 0,80'in altında kaldığı şebekelerde ise bitki su ihtiyacının karşılanamaması, verim kaybı ve çiftçi gelirlerinde azalma gibi olumsuz sonuçları beraberinde getirmektedir.

İklim koşullarındaki değişimlerin sulama suyu ihtiyacı üzerindeki etkileri dikkate alındığında, sulama şebekelerinin birim alana düşen su ihtiyacının artma eğilimi gösterdiği anlaşılmaktadır. Döll (2002), küresel ölçekte geliştirdiği sulama modeli ile sıcaklık artışı ve yağış rejimindeki değişimlerin birçok bölgede net sulama suyu ihtiyacını artırdığını ortaya koymuştur. Bu çalışmada hesaplanan performans göstergeleri de

özellikle 2020 yılı sonrasında şebekelere tahsis edilen su miktarları azalmasına rağmen, sulama suyu ihtiyacının yüksek seyrini sürdürdüğünü göstermektedir. Bu durum, incelenen dönemde su arzındaki kısıtların, sulama suyu talebindeki artışı tam olarak karşılayamadığını ortaya koymaktadır.

Sulama birliklerinin kurumsal ve mali yapıları ile su yönetimi performansı arasındaki ilişki, literatürde sıkça ele alınmaktadır. Türkiye’de yapılan çalışmalarda sulama performansını sınırlayan temel unsurlar; tahakkuk–tahsilat oranlarının düşüklüğü, bakım-onarım faaliyetlerindeki yetersizlikler ve kullanıcı eğitimine yönelik eksiklikler olarak belirlenmiştir (Aslan ve Candoğan, 2022; Ayyıldız ve Baran, 2024; Kurucu ve Başer, 2023). Bu yapısal sorunların sahadaki yansımaları, DSİ 18. Bölge kapsamındaki sulama şebekelerinde de gözlemlenmektedir. Bazı şebekelerde su temin oranının uzun yıllar boyunca 1,50–2,00 düzeylerinin üzerinde seyretmesi, tahsis edilen su miktarının çoğu zaman gerçek ihtiyaçtan ziyade geleneksel sulama alışkanlıkları ve mevcut altyapının fiziksel kapasitesine göre belirlendiğini düşündürmektedir. Buna karşılık, su temin oranının sürekli düşük kaldığı şebekelerde kaynak yetersizliği ve işletme öncelikleri nedeniyle bazı alanlarda su yetersizliği yaşandığı anlaşılmaktadır.

Risal vd. (2025) tarafından Nepal’de yürütülen modernizasyon çalışmasında, sulama altyapısının iyileştirilmesi sonucunda hem ürün yoğunluğunun arttığı hem de birim alan başına düşen sulama suyu miktarının belirgin biçimde azaldığı rapor edilmiştir. Bu rapor altyapı iyileştirmelerinin suyun daha etkin kullanılmasına katkı sağladığını göstermektedir. Benzer biçimde Giri ve Chattopadhyay (2024), su kullanıcı birliğine üye olan çiftçilerin, üye olmayanlara kıyasla daha dengeli ve kontrollü bir su kullanımı sergilediğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada elde edilen bulgular, DSİ 18. Bölge sulama şebekelerinde su temin oranlarının şebekeden şebekeye değişmesi, sulama yönetiminde uygulanan yöntemlerin performans üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir.

DSİ 18. Bölge sulama şebekeleri üzerine yapılan kapsamlı çalışmalardan biri Kartal (2018) tarafından gerçekleştirilmiş olup, 2006–2016 döneminde bazı şebekelerde bitki su ihtiyacının oldukça üzerinde su temin edildiği belirlenmiştir. Bu tez kapsamında incelenen 2017–2023 dönemi sonuçları, 2021 ve 2022 yıllarında su temin oranlarının 1.0 değerine daha yakın seyrettiğini göstermektedir. Ancak bu durumun, yapısal bir iyileşmeden ziyade kuraklık koşulları nedeniyle su arzının zorunlu olarak sınırlandırılmasının bir sonucu olduğu değerlendirilmektedir. Nitekim 2023 yılında su temin oranı 1’in altında kalan şebekelerin sayısının artması, önceki yıllarda gözlenen bu

durumun kalıcı olmadığını ve sulama performansının yetersiz su temini riskine doğru yöneldiğini göstermektedir.

Bu çalışma, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanındaki sulama şebekelerinde su temin oranının yıllar ve şebekeler arasında belirgin biçimde değiştiğini; bazı dönemlerde ihtiyacın üzerinde su alınırken bazı dönemlerde ise su yetersizliğinin öne çıktığını göstermektedir. Özellikle 2020 sonrasında, yağışlardaki azalma ve yüzey suyu kaynaklarındaki düşüşle birlikte şebekelere sağlanan su miktarının azalması, sulama şebekelerinin daha sınırlı koşullarda işletilmesine yol açmıştır. 2021–2022’de değerlerin 1.0’a daha yakın seyrettiği; 2023’te ise su temin oranı 1’in altında kalan şebeke sayısının yeniden arttığı görülmektedir. Suyun “fazla” ya da “az” verilmesinden bağımsız olarak, şebekelerde ihtiyaca göre planlanan bir su tahsisi yaklaşımının güçlendirilmesi gerektiğine ortaya koymaktadır. Bu kapsamda ürün deseninin su koşullarıyla uyumlu planlanması ve performans göstergelerinin her yıl izlenerek karşılaştırmalı değerlendirilmesi, DSİ 18. Bölge’de sulama yönetiminin daha tutarlı yürütülmesi açısından öncelikli görülmelidir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanında bulunan sulama şebekelerinin 2017–2023 yılları arasındaki performansını sulama alanı, sulanan alan, su temin oranı ve su dağıtım miktarları üzerinden değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Elde edilen bulgular, sulama şebekelerinin söz konusu göstergeler bakımından hem yıllar hem de şebekeler arasında belirgin farklılıklar sergilediğini ortaya koymuştur.

Araştırmada birim sulama alanına ve sulanan alana dağıtılan su miktarları karşılaştırıldığında, Boğazova, Çavdır, Yılanlı, Seyitler ve Örenler sulama şebekelerinde birim alana düşen su miktarının oldukça yüksek olduğu; buna karşılık Karaçal, Köprüköy ve Şehit Hüseyin gibi sulamalarda su dağıtımının düşük düzeylerde kaldığı belirlenmiştir. Yıllar arasındaki yüksek standart sapma değerleri, özellikle Selevir, Seyitler, Irgılı, Boğazova ve Çavdır sulamalarında su dağıtımının istikrarlı olmadığını, su temin kapasitesinin ve su talebinin belirgin şekilde dalgalandığını göstermektedir. Bu dalgalanmalar, su arzındaki mevsimsel değişimler, bakım-onarım eksiklikleri ve kullanıcı davranışları gibi faktörlerle açıklanabilir.

Sulanan alana dağıtılan su miktarlarında, Selevir ve Seyitler şebekelerinde gözlenen yüksek maksimum değerler, bazı yıllarda sulama ihtiyacının üzerinde su kullanımına göstermektedir. Bu durum, sulama verimliliği açısından olumsuzluklar oluşturabileceği gibi bölgesel ölçekte su kaynakları üzerindeki baskıyı da artırabilmektedir. Sulama performans göstergeleri birlikte değerlendirildiğinde, suyun ihtiyaçla uyumlu dağıtılmadığı durumlarda performansın olumsuz etkilendiği görülmektedir. Bu tür dengesizlikler; sulama planlamasındaki yetersizlikler, ürün deseninin su talebiyle uyumsuzluğu veya su yönetimine ilişkin uygulamalardaki farklılıklarla ilişkili olabilir.

Sulama şebekelerinde su temin oranlarının, yalnızca şebekelere sağlanan su miktarındaki yıllara bağlı değişimlerle değil, aynı zamanda suyun sulama alanı ve sulanan alan büyüklükleriyle olan ilişkisiyle birlikte değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu durum, su temin oranı gibi göstergelerin sulama şebekelerinin performansını izleme ve şebekeler arasında karşılaştırma yapma açısından önemli bir referans sunduğunu göstermektedir. Sulama alanı ve sulanan alan verilerinin birlikte ele alınması ise, şebekelere sağlanan su miktarının alan büyüklükleriyle ne ölçüde uyumlu dağıtıldığının ortaya konulmasına katkı sağlamaktadır.

İklimsel koşullar dikkate alındığında, bazı yıllarda sulama şebekelerinde su dağıtım değerlerinde gözlenen düşüşlerin, şebekelere bir yıl içerisinde alınan toplam su miktarındaki değişimler ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu durum, incelenen dönemde sulama şebekelerinin bazı yıllarda daha sınırlı su miktarlarıyla işletildiğini göstermektedir. Özellikle Selevir, Seyitler ve Irgılı gibi şebekelerde belirlenen yüksek değişkenlik değerleri, şebekelere alınan su miktarı ile sulama suyu ihtiyacı arasındaki dengenin yıllara göre önemli ölçüde farklılaştığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, sulama şebekelerinde su temininin yıllar arasında dalgalı bir seyir izlediğini ve incelenen dönemin sonuna doğru bazı şebekelerde su temin miktarlarının önceki yıllara kıyasla daha düşük gerçekleştiğini göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü sorumluluk alanında yer alan sulama şebekelerinin performansının yıllar ve şebekeler arasında belirgin farklılıklar gösterdiği açıkça ortaya konmuştur. Sulama alanı, sulanan alan ve su temin oranı göstergeleri üzerinden yapılan analizler; bazı şebekelerde suyun bitki su ihtiyacının üzerinde temin edildiğini, bazı şebekelerde ise sulama suyu yetersizliğine bağlı olarak sulama etkinliğinin sınırlı kaldığını göstermiştir. Yıllar arası dalgalanmaların yüksek olması, sulama performansının yalnızca fiziksel altyapıdan değil; iklim koşulları, işletme uygulamalarının güçlü biçimde etkilendiğini ortaya koymaktadır. Özellikle su temin oranındaki aşırı fazlalıklar, suyun etkin ve dengeli kullanımında sorunlar bulunduğu gösterirken; düşük su temin oranları ise kuraklık baskısı ve sulama performansını olumsuz etkilediğini göstermektedir. Bu bulgular, DSİ 18. Bölge sulama şebekelerinde su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi açısından performans izlemenin sürekliliğinin, su dağıtımının daha dengeli planlanmasının ve işletme-yönetim süreçlerinin güçlendirilmesinin zorunlu olduğunu ortaya koymaktadır.

## 7. KAYNAKLAR

- Abdullahi, S. (2022). *Assessment of irrigation water management efficiency (Yüksek lisans tezi)*. Wageningen University.
- Addor, N., Rohrer, M., Furrer, R., & Seibert, J. (2014). Seasonal runoff modelling and climate projections. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18, 2247–2269.
- Agizan, S., Bayramoğlu, Z., Agizan, K., & Bozdemir, M. (2024). The role of institutional diversity in sustainable water use: Performance comparison among WUOs. *Irrigation and Drainage*, 73(4), 1520–1537.
- Aküzüm, T., Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2010). Türkiye’de sulama yönetimi ve sulama birlikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(3), 45–58.
- Allen, A. D., Giddings, N. N., Nuah, I., Darkparyoun, W. M., & Sayewaa, E. (2025). Assessing the impact of climate change on Liberia’s agricultural sector and strategic adaptation approaches. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 9(10), 9545–9560.
- Altinkaya, M. (2016). Sulama performansının uluslararası göstergelerle değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2), 210–221.
- Aslan, E., & Candoğan, B. (2022). Sulama birliklerinde yönetim sorunları ve su verimliliği. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 55–66.
- Aydın, M. E., & Şahin, A. D. (Eds.). (2023). *İklim değişikliği çerçevesinde su kaynaklarının mevcut durumu ve geleceği*. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları.
- Ayyıldız, H., & Baran, N. (2024). Sulama birliklerinde tahakkuk–tahsilat sorunları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 33–45.
- BAFU. (2021). *Climate change and Swiss water bodies*. Federal Office for the Environment.
- Best, J. (2018). Environmental hydrology and urban water security. *Science*, 359, 478–480.
- Bölük, U., Celepçi, Y., Kınıklı, F., & Adanacioğlu, H. (2022). İklim değişikliğinin su kaynakları üzerine etkisi: Aşağı Gediz Havzası örneği. *XVIII. IBANESS İktisat, İşletme ve Yönetim Bilimleri Kongresi Bildiriler Kitabı* (26–27 Kasım 2022, Ohrid).
- Brunner, M., Björnsen Gurung, A., Zappa, M., & Stähli, M. (2019). Runoff modelling in Alpine basins. *Hydrology Research*, 50(5), 1134–1150.
- Calzadilla, A., Rehdanz, K., & Tol, R. S. J. (2011). Water scarcity and irrigation management: A CGE analysis. *Agricultural Economics*, 42(3), 305–322.
- Cambaza, C., Hoogesteger, J., & Veldwisch, J. (2020). Irrigation management transfer in Sub-Saharan Africa. *Water International*, 45(1), 3–19.
- Chandran, M., & Ambili, K. (2016). Evaluation of minor irrigation schemes. *Sustainable Water Resources Management*, 2, 431–437.
- Chattopadhyay, S., Dinar, A., & Pashardes, P. (2022). Participatory water institutions and irrigation management. *Water Policy*, 24(4), 667–684.

- Chaudhary, M. (2018). Improving on-farm water use efficiency: Role of collective action. *Water Resources and Economics*, 22, 4–18.
- Corcoles, J. I., Tarjuelo, J. M., Moreno, M. A., Ortega, J. F., & de Juan, J. A. (2012). Benchmarking irrigation performance indicators. *Irrigation Science*, 30, 1–14.
- Corwin, D. L. (2021). Climate change impacts on soil salinity in agricultural areas. *European Journal of Soil Science*, 72, 842–862.
- Döll, P. (2002). Impact of climate change on irrigation requirements: A global perspective. *Global Environmental Change*, 12(3), 129–152.
- DSI, 2023. Sulama Şebekeleri İzleme ve Değerlendirme Raporları. Devlet Su İşleri. Ankara, Türkiye.
- Elshaikh, A., Mohamed, Y., & Al-Amin, A. Q. (2018). Water users associations and performance assessment. *Water International*, 43(4), 567–583.
- Fan, M., Shibata, H., & Takahashi, Y. (2021). Irrigation water governance and performance indices. *Agricultural Water Management*, 257, 107156.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *The state of food and agriculture 2023: Revealing the true cost of food to transform agrifood systems*.
- Frija, A., Dhehibi, B., & Aw-Hassan, A. (2017). Institutional aspects of irrigation management. *Irrigation and Drainage*, 66, 214–228.
- García-Garrote, L., Iglesias, A., & Buil, C. (2025). From global climate models to local water stress. *Journal of Hydrology*, 620, 129141.
- Giri, R., & Chattopadhyay, N. (2024). Irrigation water productivity under changing climate scenarios. *Environmental Research Letters*, 19(2).
- Gümüşçü, S., & Gümüşçü, O. (2019). *Afrika’da tarımsal kalkınma ve su yönetimi*. Nobel Yayıncılık.
- Güzelsoy, U., & Demir, P. (2023). Türkiye’de sulama sistemlerinde kayıp–kaçak analizi. *KSÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(1), 55–63.
- Hussain, S., Ahmad, S., & Ahmad, R. (2021). Performance evaluation of participatory irrigation management. *Irrigation and Drainage*, 70(1), 150–168.
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability* (Sixth Assessment Report). Geneva.
- İnan, İ., Direk, M., Başaran, S., Birinci, A., & Erkmen, T. (2005). *Türkiye’de tarımda örgütlenme*. Tarım Ekonomisi Yayınları.
- Kalender, Y., & Topak, R. (2023). Sulama performansı ve su verimliliği. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(2), 55–65.
- Karaman, S., & Gökalp, Z. (2010). Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin su kaynakları üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 59–66.
- Karakaya, F., & Ersöz, F. (2022). İklim değişikliğinin tarımsal su kaynaklarına etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 75–88.
- Kartal, S. (2018). *Sulama şebeke performanslarının çok değişkenli bazı istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi: Türkiye örneği (Doktora tezi)*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Linder, Z. (2021). *Climate change impacts on irrigation water resource available from rivers in Switzerland (Yüksek lisans tezi)*. University of Bern.
- Liu, Z., Vörösmarty, C. J., & Kumm, M. (2024). Scarcity and quality risks for future global urban water supply. *Landscape Ecology*, 39(10), 2455–2474.
- Madiyoh, A. (2020). *Water users associations and irrigation performance (Doktora tezi)*. University of Cape Coast.
- Mancosu, N., Snyder, R. L., Kyriakakis, G., & Spano, D. (2015). Water scarcity and future challenges for food production. *Water*, 7(3), 975–992.
- Masud, M., McAllister, R., & Jones, R. (2017). Drought impacts on West African agriculture. *Climate Risk Management*, 16, 77–89.
- Meadowcroft, J. (2004). Participation and sustainable development. In *Governance for Sustainable Development* (pp. 162–190).
- Nayak, P., & Manasi, S. (2016). Performance of participatory irrigation management in Odisha. *Indian Agriculture*, 1, 324–369.
- Özarslandan, M., Kurt, A., & Bilgiç, A. (2019). Sulama performansının çok kriterli analizle değerlendirilmesi. *KSÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(4), 488–500.
- Risal, S., Sharma, B., & Pandey, R. (2025). Evaluating irrigation performance indicators. *Agricultural Water Management*, 310, 108122.
- Semerci, A. (2019). Sulama birliklerinde kamu yönetimi ilkeleri. *Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 140–156.
- Shahin, K., Kaya, H., & Taş, B. (2008). Sulama projelerinde verimlilik. *GOP Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1), 11–20.
- Taşkın, Ö., Somuncu, M., & Çapar, G. (2022). İklim değişikliğinin Türkiye’de su kaynakları ve tarım sektörüne etkileri üzerine bir değerlendirme. *TÜCAUM 2022 Uluslararası Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (s. 468–484).
- Uysal, R., & Atış, A. (2010). Water users associations and economic performance. *Irrigation and Drainage*, 59, 361–372.
- Yarıcı, M., & Boyacı, R. (2025). Sulama birliklerinin karşılaştırmalı performans analizi: Konya. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1), 1–15.
- Yolal, M., & Değirmenci, H. (2020). Su dağıtım etkinliğinin değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3), 350–360.
- Zhao, M., & Boll, J. (2022). Adaptation of water resources management under climate change. *Frontiers in Water*, 4, 983228.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı: Murat ATAŞOĞLU

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

Lisans: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi / Ziraat Fakültesi / Biyosistem  
Mühendisliği- 2017 Mezuniyet

Görev: Tarım ve Orman Bakanlığı, İstanbul, Pendik İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü,  
Mühendis (Aktif)

Yabancı Dil Bilgisi: İngilizce

