

Sulama Performans Değerlendirmesi: Şanlıurfa/Bozova Yaylak Ovası Pompa Sulaması Örneği

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 18, Sayı 2,
Sayfa 84-93, 2023

Musa POLAT¹, Hasan DEĞİRMENCI*²

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 18, Issue 2,
Page 84-93, 2023

Öz: Sulama projelerinin etkin ve verimli işletme, bakım ve yönetimi tarımsal üretim üzerinde etkilidir. Bu nedenle son yıllarda sulama projelerinin performanslarının sürekli izleme ve değerlendirmesi konusu önem kazanmıştır. Bu çalışmada, sulama performansını değerlendirmek amacı ile Devlet Su İşleri tarafından inşa edilen Atatürk Barajı Sulama Birliği tarafından işletilen Şanlıurfa/Bozova Yaylak Ovası Pompaj Sulama Projesi materyal olarak alınmıştır. Çalışma kapsamında; 2018-2022 yılları verileri kullanılarak sulamada enerji kullanım etkinliği, finansal yeterlilik ve sulama suyu kullanım etkinliği başlıkları altında toplam 14 farklı performans göstergesi kullanılmıştır. Ortalama spesifik enerji değeri 0.18 kWh m⁻³, sulanan alanda birim alan için tüketilen enerji 2270 kWh ha⁻¹, sulanan alanda birim alan için harcanan enerji maliyeti 2602 TL ha⁻¹, şebekeye alınan suyun birim enerji maliyeti 0.19 TL m⁻³, tüketilen enerji maliyetinin gerçekleşen gidere oranı %0.79 olarak belirlenmiştir. Finansal yeterlilik göstergeleri ortalama sonuçlarına göre; gerçekleşen bakım-onarım giderinin gerçekleşen gelire oranı %33, masrafları karşılama oranı %80, sulanan alanda birim sulama alanına harcanan bakım-onarım masrafı 707 TL ha⁻¹, ve gelir toplama performansı ise %63 olarak hesaplanmıştır. Sulama suyu kullanım etkinliği göstergelerine göre ise; sulama alanında birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı ortalama 6988 m³ ha⁻¹ ve sulanan alanda birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı ortalama 12810 m³ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Yapılan değerlendirmeler neticesinde; tarımsal enerji tarifesinde artan yüksek maliyetler nedeni ile suyun ölçülü verilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji kullanımı, Finansal yönetim, Sulama birlikleri, Sulama performansı

Assessment of Irrigation Performance: A Case Study Şanlıurfa/Bozova Yaylak Plain Pumped Irrigation Scheme

Abstract: The operation, maintenance, and management of irrigation schemes have great importance on agricultural production. Therefore, in recent years, the monitoring and evaluation of irrigation scheme performances have gained its significance. In this study, the Şanlıurfa/Bozova Yaylak Plain Pump Irrigation Scheme operated by the Atatürk Dam Water User Association, which was constructed by the State Hydraulic Works, was taken as the material to evaluate performance. Within the scope of the study, 16 different performance indicators were used under the headings of energy use efficiency, financial viability, and water use efficiency, using data between 2018-2022. According to calculations, the average specific energy value was 0.18 kWh m⁻³, energy consumption per unit irrigated area was 1279 kWh ha⁻¹, energy consumption per unit irrigated area was 2270 kWh ha⁻¹, energy cost per unit irrigated area was 2602 TL ha⁻¹, energy cost per unit diverted water was 0.19 TL m⁻³, and the ratio of realized energy cost to total expenditure was calculated as 0.79%. According to the average results of financial viability indicators, the ratio of realized maintenance and repair expenses to realized income was 33%, the expense coverage ratio was 80%, the maintenance and repair expense per unit irrigation water was 0.05 TL m⁻³, the maintenance and repair expense per unit irrigated area was 707 TL ha⁻¹, and the maintenance expense per unit irrigated area was 375 TL ha⁻¹. The income collection performance was calculated as 63%. According to the irrigation water use efficiency indicators, the average irrigation rate was 56%, the annual amount of irrigation water delivered per unit irrigated area was 6988 m³ ha⁻¹, and the annual amount of irrigation water delivered per unit irrigated area was 12810 m³ ha⁻¹. As a result of the study, it is obtained that water consumption should be reduced and measured due to increasing cost, moreover renewable energy resources can be used.

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

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
hdegirmenci46@gmail.com

Alınış (Received): 01/08/2023
Kabul (Accepted): 24/09/2023

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam
Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı,
Kahramanmaraş, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam
Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem
Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş,
Türkiye

1. Giriş

İnsan refahı için su-enerji-gıda bağlantısı teknik yönlerin ötesinde çok yönlü bir sorundur. Bu üç öncelik; çiftçiler, su kullanıcı birlikleri, enerji tedarikçileri, mühendisler ve diğer paydaşlarla ilişkilidir. Ayrıca sosyo-ekonomik ve çevresel faktörler ile bağlantılıdır. Sulama sistemleri suyun temini, iletimi ve dağıtımında önemli ölçüde enerjiye ihtiyaç duyar. Basıncılı sulama sistemlerinin uygulanmasında suyun eşit, adil ve bitki su ihtiyacına göre dağıtımı temeldir. Pompaj sulamalarında en büyük maliyet girdisini elektrik fiyatlarındaki artışlar oluşturmaktadır (Koç vd., 2005). Enerji maliyetini düşürmek sulama şebekelerinin performanslarına bağlıdır. Bu nedenle sulama şebekelerinin işletme, bakım ve yönetim faaliyetlerinin izlenmesi ve değerlendirilmesi, elde edilen çıktılar doğrultusunda gerekli önlemlerin alınması enerji maliyetini düşürecek bir unsurdur. İşletme aşamasındaki sulama şebekelerinin enerji kullanım verimliliğini değerlendirmek, enerji tüketimini ve maliyetlerini azaltmanın yollarını belirlemek için denetimlerin gerçekleştirilmesi giderek yaygınlaşmaktadır.

Sulama şebekelerinin performanslarının değerlendirilmesine yönelik ulusal ve uluslararası alanda birçok çalışma yapılmıştır. Ancak sulama şebekelerinin enerji kullanım performansının değerlendirilmesine yönelik çalışmaların kısıtlı olduğu görülmektedir.

Abadía vd. (2010), Soto-García vd. (2013), Alcon vd. (2017) Borgia vd. (2013), su kullanıcı birliklerinde enerji verimliliğinin karşılaştırmalı analizinde sulama alanında birim alan ve su enerji maliyeti, Aydın vd. (2021), Kayacık Su Kullanıcıları Birliği'nin 2012-2017 yılları için sulama sistemi performansı karşılaştırmalı analizinde birim alan da kullanılan su miktarını, Kartal ve Değirmenci (2020), Antalya bölgesi sulama şebekelerinin değerlendirilmesinde su dağıtım, finansal ve tarımsal etkinlik göstergelerini, Arslan vd. (2022), İtalya, İspanya ve Türkiye'de faaliyet gösteren 42 sulama birliğinde birim alan bazında personel sayıları, yıllık işletme, bakım ve yönetim maliyeti göstergeleri ile değerlendirme yapmışlardır. Kartal (2021), sulama performans göstergelerini zaman serisi analizi ile, Rodríguez-Díaz vd. (2011), su ve enerji kullanımının birlikte değerlendirilmesine yönelik bir metodoloji yürütülmüş ve Endülüs sulama bölgelerinden en temsili 10 sulama şebekesine uygulamıştır. Corcoles vd. (2010a), 2006-2008 yılları verilerine göre 7 sulama birliğinde yapmış oldukları çalışmada enerji maliyetinin yağmurlama sulama sistemine sahip sulama birliklerinde enerji maliyeti, toplam işletme, bakım ve yönetim maliyetinin %70'ini oluştururken, damla sulama sistemine sahip sulama birliklerinde bu oranın %45 olduğunu belirlemişlerdir. Ersöz ve Çamoğlu (2020), Bursa'da 10 adet sulama birliğinin 2018 yılındaki performanslarını karşılaştırmalı

olarak değerlendirmişlerdir. Değerlendirme neticesinde; tüm sulama birlikleri için ortalama olarak hesaplanan sulama oranının ortalama %57, sulama ücreti toplama oranının ortalama %65 olduğu, masrafları karşılama oranının ortalama %90 olduğu hesaplanmıştır. Kartal vd. (2021), Yozgat ilinde bulunan 8 sulama birliğinin bakım-onarım etkinliği değerlendirilmesi neticesinde; birim sulanan alana yapılan bakım, onarım, en yüksek 2017 yılında 58.2 € ha⁻¹, en düşük ise 0.4 € ha⁻¹ olduğu, sulama şebekelerinde bakım masrafının toplam gelire oranı en yüksek 2017 yılında %29, en düşük ise %0.4 olduğu belirlenmiştir. Finansal yeterlilik oranı en düşük %48, en yüksek %312 hesaplanmıştır. Değirmenci ve Arslan (2018), Değerlendirmede 25 bölgeden 23 sulama şebekesi materyal olarak belirlenerek, her bölgeden 23 sulama şebekesi ele alınmıştır. 5 adet gösterge ile analiz edilen 23 sulama tesisi içinde ortalama olarak birim sulama alanı işletme bakım gideri 3.32-514 TL ha⁻¹ saptanmıştır. Birim sulanan alan işletme bakım gideri 22.04-1487.40 TL ha⁻¹, birim sulama alanı toplam yıllık gideri 308.48-2785.28 TL ha⁻¹ saptanmıştır. Birim sulanan alan toplam yıllık gideri 478.65-31504.57 TL ha⁻¹ ve işletme bakım gider oranı ise %0.40-43.86 arasında hesaplanmıştır.

Sulama birliklerinin tek gelir kaynağı sulama suyu kullanım bedelidir. Ancak çok sayıda gider kalemi mevcuttur. Bunlardan en önemlileri bakım-onarım gideri ve pompajlı sulamalarda elektrik enerjisi gideridir. Bu çalışmada, GAP bölgesinde yer alan Devlet Su İşleri tarafından Şanlıurfa ili Bozova ilçesi sınırları içerisinde inşa edilmiş olan ve Atatürk Barajı Sulama Birliği tarafından işletilen Yaylak Ovası Pompaj Sulama Tesisinin sulama performans göstergeleri ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak Şanlıurfa ili Bozova ilçesi sınırları içerisinde yer alan, Atatürk Barajı Sulama Birliğine devredilen 18 322 ha sulama alanına sahip Yaylak Ovası Pompaj Sulama Tesisi seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanı Konumu

Araştırma alanı toplamda 18 322 ha alana sahiptir. Sulama sahasında 11 adet pompa istasyonu, toplam 83 km kaplamalı beton kanal ve servis yolu, 343 km yedek ve tersiyer boru hattı bulunmaktadır (Anonim, 2023). Şanlıurfa ili Bozova ilçesi sınırları içerisinde yer alan, çalışma alanı olan Yaylak Ovası Sulama Sahasının bulunduğu alanda karasal iklim tipi görülmektedir. Kış mevsimi soğuk ve yağışlı, Yaz mevsimi ise sıcak ve kuraktır. En yüksek sıcaklıklar Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında en düşük sıcaklık ise Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında görülmektedir. Sulama alanında son beş yıl içinde en çok yetiştirilen başlıca bitki çeşitleri pamuk, hububat ve mısırdır. Yaylak Ovası Pompaj Sulaması projesinde önerilen sulama yöntemi %90 oranında yağmurlama sulama yöntemi, %10 oranında ise damla sulama yöntemi olarak belirlenmiştir. Ancak bu oranlar saha genelinde yetiştirilen bitki çeşidine göre değişiklik göstermektedir. Şebeke genelinde %100'e yakın basınçlı sulama yöntemleri kullanılmaktadır.

2.2. Metot

Bu çalışmada, sulama performansını değerlendirmek için FAO tarafından geliştirilen ve Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) tarafından önerilen Tablo 1'de verilen göstergeler kullanılmıştır (Molden vd., 1998; Corcoles vd. 2010b). Performans göstergeleri sonuçlarının karşılaştırılması ve değerlendirilmesi için para birimi olarak Türk Lirası kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Enerji kullanım etkinliği

Spesifik enerji (Se): şebekeye verilen birim sulama suyu için tüketilen enerji miktarını ifade etmektedir. Araştırma alanında, 2018-2022 yılları arasında Se değeri 0.15 ve

0.26 kWh m⁻³ arasında değişmiştir. En yüksek değer 2018 yılında gerçekleşmiştir (Şekil 2a). Abadia vd. (2010), 22 su kullanıcı örgütünde enerji verimliliğinin karşılaştırmalı analizini yaptıkları çalışmalarında, Se değerini en yüksek 2.563 kWh m⁻³, en düşük 0.080 kWh m⁻³ olarak hesaplamışlardır. İspanya'da 2009-2010 sulama sezonu için Se değeri 1.71 kWh m⁻³, 2010-2011 sulama sezonu için ise 1.69 kWh m⁻³ olarak belirlenmiştir (Rocamora vd., 2013). Kartal vd. (2023), Yozgat Esenli sulama birliğinde Se değerini ortalama 0.33 kWh m⁻³ ve 0.12-0.48 kWh m⁻³ arasında hesaplamışlardır.

Sulama alanında birim alan için tüketilen enerji (SaTe): Bu gösterge değeri, sulamaya açılan alanda birim alan için tüketilen enerjiyi ifade etmektedir. Sulama alanında birim alan için tüketilen enerji; sulanan alan, şebekeye verilen su ve verilen suyun terfi yüksekliği ile ilişkilidir. Araştırma alanında 2018-2022 yılları arası için SaTe değeri, en düşük 2020 yılında 956 kWh ha⁻¹, en yüksek ise 2018 yılında 1.593 kWh ha⁻¹ olarak belirlenmiştir (Şekil 2b). Abadia vd. (2010) yaptıkları bir çalışmada, sulama alanında birim alan için tüketilen enerji miktarını en yüksek 6.229 kWh ha⁻¹, en düşük ise 92.32 kWh ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır.

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

Tablo 1. Enerji, finansal ve su kullanım etkinliği göstergeleri ve tanımları

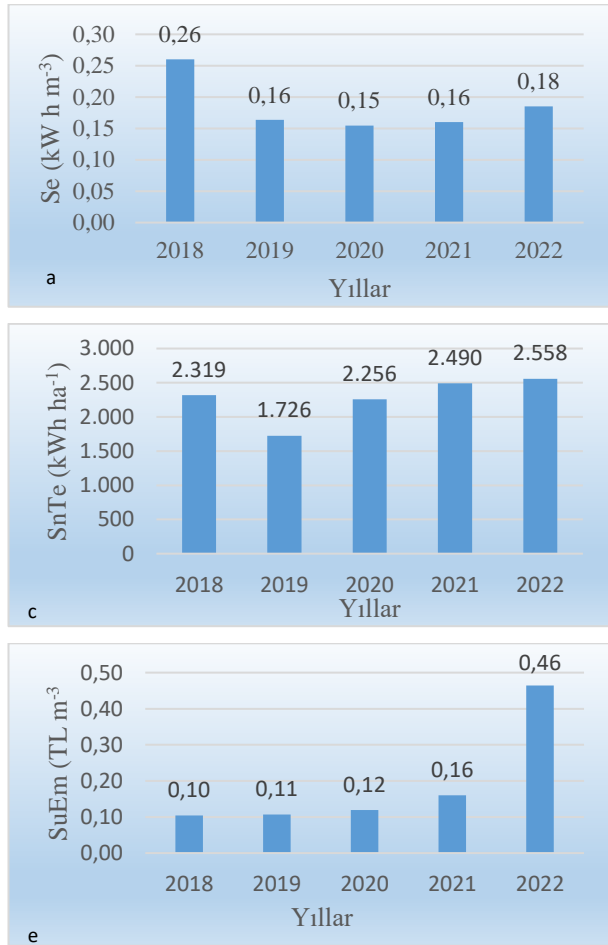
	Göstergeler	Birim	Tanım
Enerji Kullanım	Spesifik Enerji (Se)	(kWh m ⁻³)	$\frac{\text{Tüketilen Toplam Enerji}}{\text{Şebekeye Alınan Su}}$
	Sulama Alanında Birim Alan İçin Tüketilen Enerji (SaTe)	(kWh ha ⁻¹)	$\frac{\text{Tüketilen Toplam Enerji}}{\text{Sulama Alanı}}$
	Sulanan Alanda Birim İçin Tüketilen Enerji (SnTe)	(kWh ha ⁻¹)	$\frac{\text{Tüketilen Toplam Enerji}}{\text{Sulanan Alan Enerji Maliyeti}}$
	Sulanan Alanın Enerji Maliyeti (SnEm)	(TL ha ⁻¹)	$\frac{\text{Sulanan Alan Enerji Maliyeti}}{\text{Şebekeye Alınan Su}}$
	Şebekeye Alınan Suyun Birim Enerji Maliyeti (SuEm)	(TL m ⁻³)	$\frac{\text{Şebekeye Alınan Su Enerji Maliyeti}}{\text{Gerçekleşen Toplam Gider}}$
	Tüketilen Enerji Maliyetinin Gerçekleşen Gidere Oranı (TeGo)	(%)	$\frac{\text{Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri}}{\text{Gerçekleşen Toplam Gider}} \times 100$
Finansal Yeterlilik	Gerçekleşen Bakım Onarım Giderinin Gerçekleşen Gelire Oranı (BogGgo)	(%)	$\frac{\text{Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri}}{\text{Gerçekleşen Toplam Gelir}} \times 100$
	Masrafları Karşılama Oranı (Mko)	(%)	$\frac{\text{Gerçekleşen Toplam Gider}}{\text{Yılı Tahsil Edilen Sulama Ücreti}} \times 100$
	Birim Sulama Suyu Miktarına Karşılık Harcanan Bakım Masrafı (SuBm)	(TL m ⁻³)	$\frac{\text{Gerçekleşen Toplam Gider}}{\text{Şebekeye Alınan Su}}$
	Sulanan Alanda Birim Sulama Alanına Harcanan Bakım Masrafı (SnBm)	(TL ha ⁻¹)	$\frac{\text{Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri}}{\text{Sulanan Alan}}$
	Sulama Alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı (SBm)	(TL ha ⁻¹)	$\frac{\text{Gerçekleşen Bakım Onarım Gideri}}{\text{Sulama Alanı}}$
	Gelir Toplama Performansı (Gtp)	(%)	$\frac{\text{Sulama Alanı Tahsilat Geliri}}{\text{Tahakkuk Geliri}} \times 100$
Su Kullanımı	Sulama Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı (SaSsm)	(m ³ ha ⁻¹)	$\frac{\text{Şebekeye Alınan Su}}{\text{Sulama Alanı}}$
	Sulanan Alanda Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı (SnaSsm)	(m ³ ha ⁻¹)	$\frac{\text{Şebekeye Alınan Su}}{\text{Sulanan Alan}}$

Yaylak Ovası Pompaj Sulama Şebekesinde 2018-2022 yılları arasında birim sulanan alan için tüketilen enerji miktarı 1.725-2.558 kWh ha⁻¹ arasında değişmiştir (Şekil 2c). İspanya sulama birlikleri enerji tüketimi rehberine göre 0-300 kWh ha⁻¹ “çok düşük”, 300-600 kWh ha⁻¹ “orta”, 600-1000 kWh ha⁻¹ “yüksek” ve 1000 kWh ha⁻¹ üzeri ise “çok yüksek” olarak belirlenmiştir (Abadia vd., 2010). Yaylak ovası pompaj sulamasında son beş yıl içinde birim alan başına tüketilen enerji miktarı “çok yüksek” olarak değerlendirilmektedir. Blanco vd. (2009) İspanya Andalusia bölgesinde yapmış oldukları çalışmada 10 sulama şebekesinin 5’inde “çok yüksek”, 4 ‘ünde “yüksek” ve 1’inde de “orta” bulmuşlardır. Benzer sonuçları Kartal vd. (2023) Yozgat Esenli sulama birliğinde 1157-3563 kWh ha⁻¹ aralığında bulmuşlardır.

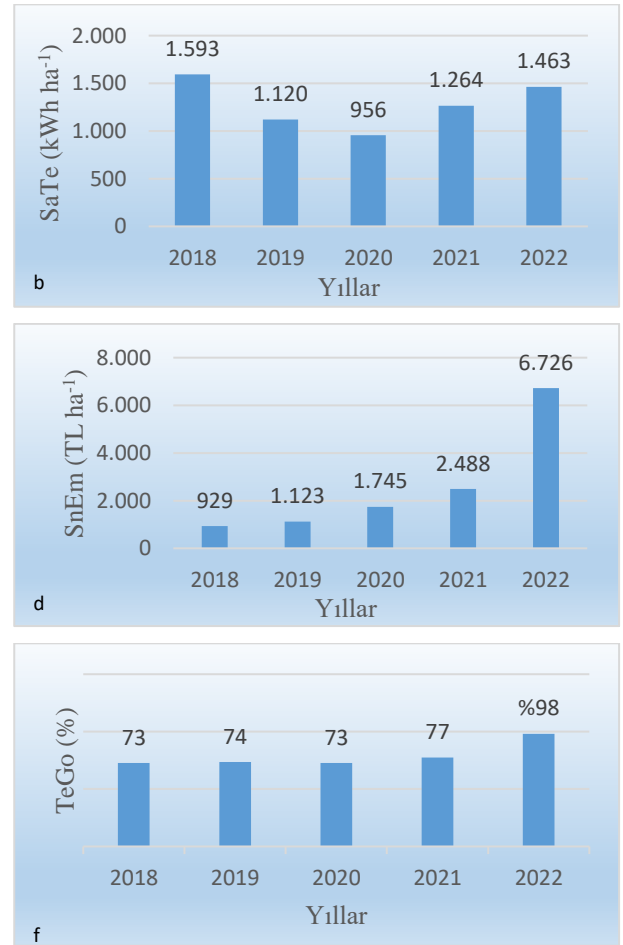
Sulanan birim alanın enerji maliyeti (SnEm): Bu gösterge, toplam yıllık enerji maliyetinin sulanan alana oranı ile hesaplanmıştır. Şekil 2d’de görüldüğü gibi, en düşük SnEm 2018 yılı için 929 TL ha⁻¹, en yüksek ise 2022 yılı için 6726 TL ha⁻¹ olarak bulunmuştur. 2018-2022 yılları arası SnEm değerindeki değişime bakıldığında zaman, 2018, 2019, 2020, 2021 yılları için düzenli bir artış söz konusu iken 2022 yılında enerji maliyetinde üç katına yakın artış görülmüştür. Bunun nedeni, enerjinin çok tüketilmesi

değil ülkemizde enerji maliyetinde yaşanan %300’e varan artış olmuştur. Maliyetteki artış sulama ücret tarifesi de artışına neden olmaktadır. Borgia vd. (2013), Moritanya’daki Senegal Vadisi boyunca küçük ve büyük sulama planlarının performans değerlendirilmesi için yapmış oldukları kıyaslama çalışmalarında, ortalama birim alan enerji maliyetini 82.8 € ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Kartal vd. (2023), Yozgat Esenli sulama birliğinde SnEm değerini 66–344 € ha⁻¹ arasında, ortalama ise 259 € ha⁻¹ olarak belirlemişlerdir.

Şebekeye alınan suyun birim enerji maliyeti (SuEm): Bu değer, şebeke alanına verilen birim sulama suyu miktarı için tüketilen enerji bedelinin parasal karşılığını ifade etmektedir. Yaylak Ovası Pompaj Sulama Şebekesinde birim sulama suyunun enerji maliyeti 2018-2022 yıllarında 0.10-0.46 TL m⁻³ arasında değişmiştir. Şekil 2e’de de görüldüğü gibi 2018, 2019, 2020, 2021 yıllarında düzenli ve azar azar artış görülürken 2022 yılında ciddi bir artış görülmektedir. Bu durum, işletme ve bakım faaliyetlerini yürütmekte olan Atatürk Barajı Sulama Birliğinin, bütçe denkliliğini oluşturabilmek için işletme ve bakım sulama ücreti bedelini de yüksek oranda artırmaya neden olmuştur. Moreno vd. (2010) 15 adet sulama birliğinin performans verilerini karşılaştırdıkları



Şekil 2. Enerji kullanım etkinliği



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

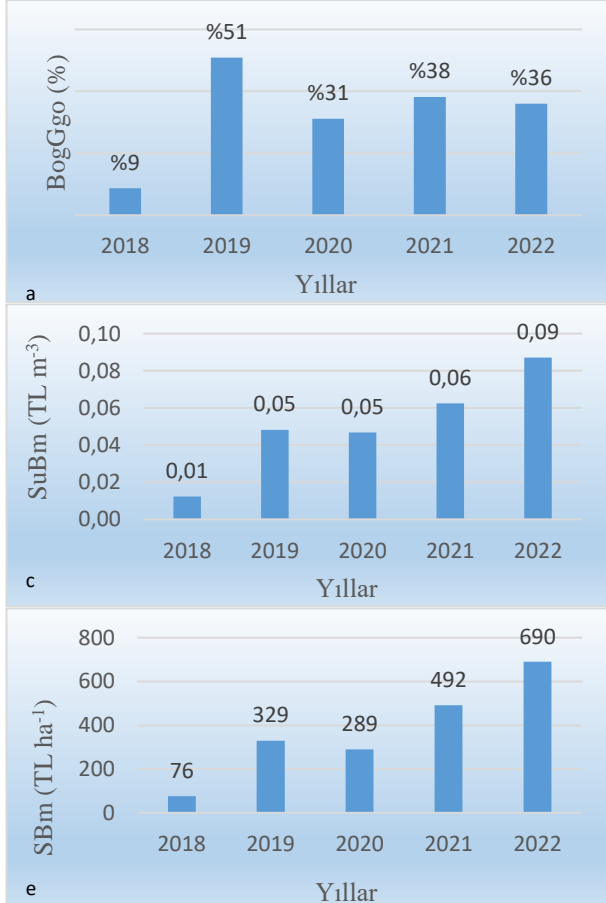
Tüketilen enerji maliyetinin gerçekleşen gidere oranı (TeGo): Bilindiği üzere pompajlı sulama tesislerinde en büyük gider kalemi enerji maliyetidir. Çalışma alanında tamamı pompajlı olması nedeni ile tüketilen enerji maliyeti gider kalemleri içerisinde çok yüksek bir paya sahiptir. Enerji maliyetinin yüksek olması bütçede denklik esasını oluşturmak için sulama sahasında işletme ve bakım sulama ücretinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Çalışma alanında tüketilen enerjinin maliyetinin gerçekleşen toplam gider içerisindeki payı en düşük %73 iken, en yüksek %98 olarak 2022 yılında gerçekleşmiştir (Şekil 2f). 2022 yılında giderin neredeyse tamamına yakın kısmının enerji gideri olarak harcandığı görülmektedir. Bu durum 2022 yılında enerji maliyetinde yaşanan yüksek oranda zamdan kaynaklanmaktadır.

Vanino vd. (2015), Yunanistan ve İtalya'daki üç çalışma alanı için yürütülmüş olan Su Kullanıcı Birlikleri Tarafından Sulama Yöntemi adlı çalışmalarında sulama

biriminde su yönetimi ile ilgili maliyetlerde yüzey suyu kullanımında enerji maliyeti toplam maliyetin %15'ini, yeraltı suyu kullanımında ise %60-90 arası olduğunu belirtmişlerdir. Kartal vd. (2023), TeGo değerini %15-%94 arasında, ortalama ise %64 oranında belirlemişlerdir.

3.2. Finansal yeterlilik

Gerçekleşen bakım onarım giderinin gerçekleşen gelire oranı (BogGgo): Bu gösterge değeri, gerçekleşen bakım onarım giderinin gerçekleşen toplam gelire oranı ile elde edilmiştir. Sulama birlikleri mevzuatında "Bütçede, tahsil edilecek katılım payları, su kullanım hizmet bedelleri ve para cezalarının cazibeli sulama tesislerini devralan birliklerde en az % 30'u, terfili sulama (Daha üst kotlara su temininde ilave güç kaynağına ihtiyaç duyulan sulama tesisi) tesislerini devralan birliklerde en az % 15'i, devir alınan sulama tesisinin bir bölümünün cazibeli, bir bölümünün terfili olması durumunda ise cazibeli ve terfili alan göz önüne alınarak % 15 ile 30'u arasında yatırım geri ödemeleri ile bakım ve onarım payı olarak ayrılır. Ayrılan pay hiçbir şekilde maksadı dışında kullanılmaz. Yılı içinde kullanılmayan bu pay aynı amaçla kullanılmak üzere bir sonraki yıla devredilir" denilmektedir. Bu kapsamda çalışma alanı olan Yaylak ovası pompaj sulama sahası için Şekil 3a'da görüldüğü üzere BogGgo değeri en düşük 2018 yılında %9, en yüksek 2019 yılında %51 oranında hesaplanmıştır.



Şekil 3. Finansal yeterlilik

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

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

Karakaya (2018), Kartalkaya sol sahil sulama şebekesinin bazı performans göstergeleri ile değerlendirilmesi adlı çalışmada, bakım onarım giderinin toplam gerçekleşen gelir içindeki payını %8.6-37.3 olarak hesaplanmıştır. Kapan (2010), yaptığı bir çalışmada bu değeri %31.6 - %543.19 olarak belirtmiştir. Tekiner (2020), bakım masraflarının gelire oranı en yüksek %96.3 ile Karacabey Sulama Birliği için hesaplanmıştır.

Masrafları karşılama oranı (Mko): Mko değeri, su kullanıcılarından tahsil edilen işletme ve bakım sulama ücreti bedeli toplamının işletme, bakım ve yönetim masraflarına oranı ile bulunmaktadır. Şekil 3b'de görüldüğü üzere çalışma alanı için Mko değeri en yüksek %93 oranında 2018 yılı için, en düşük ise %59 oranında 2019 yılı için belirlenmiştir. Mko değerinin 2018 yılında düşük olmasının nedeni bakım onarım için planlanan çalışmaların yapılmaması ve 2019 yılında yüksek olmasının nedeninin ise 2018 ve önceki yıllara ait, ihmal edilip yapılmayan bakım onarım işlerinin, yapılmaya başlandığı düşünülmektedir. Şekil 3b'de görüldüğü gibi, çalışma alanı için değerlendirmeye alınan 2018-2022 yılları arasında sulama tesisinin gelirlerinin giderlerini karşılayamadığı görülmektedir.

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

Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan bakım masrafı (SuBm): Bu gösterge değeri, gerçekleşen bakım onarım giderinin şebekeye alınan sulama suyu miktarına oranı ile bulunmuştur. SuBm değeri en düşük 2018 yılı için 0.01 TL m⁻³, en yüksek 2022 yılı için 0.09 TL m⁻³ olarak hesaplanmıştır. Şekil 3c'de görüldüğü gibi SuBm değeri düzenli bir artış göstermektedir. Bu değer 2020 yılı için 2019'a göre artış göstermemesi 2019 yılında önceki yıllardan ihmal edilip yapılmaya işlerin toplu yapılması olduğu düşünülmektedir. Kartal vd. (2023), Yozgat Esenli sulama birliğinde SuBm değerini ortalama 0.05 € m⁻³,

2007-2008 yılları için ise 0.03-0 € m⁻³ arasında hesaplamışlardır.

Sulanan alanda birim sulama alanına harcanan bakım masrafı (SnBm): Bu gösterge, gerçekleşen bakım onarım giderinin sulanan alana oranı ile hesaplanmıştır. SnBm değeri 2018 yılında 111 TL ha⁻¹, en yüksek 2022 yılında 1 263 TL ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. SnBm değerindeki 2018-2022 yılları arasında gerçekleşen düzenli artış, enflasyon artışı ile daha çok ilgilidir. Sulanan alanda çok büyük bir değişiklik olmadığı halde 2018 yılında bakım onarım giderinin 1.391.182 TL olduğu, 2022 yılında ise 12.635.370 TL olduğu görülmektedir (Şekil 3d). Sulanan alanda ise böyle bir artış söz konusu değildir. Kayadelen (2021), yapmış olduğu bir çalışmada, SnBm değerini, en düşük 2012 yılında 2602.5 TL ha⁻¹, en yüksek 2018 yılında 4012.4 TL ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Sulama alanında birim alana harcanan bakım masrafı (SBm): Sulama alanında birim alana harcanan bakım masrafı değeri, gerçekleşen bakım onarım giderinin sulama alanına oranı ile hesaplanmıştır. En düşük SBm değeri 2018 yılında 76 TL ha⁻¹, en yüksek ise 2022 yılında 690 TL ha⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Değerlendirme yıllarında yıllık olarak doğrusal bir artış gerçekleşmiştir (Şekil 3e). Kartal vd. (2023), Yozgat Esenli sulama birliğinde B6 değerini ortalama 21.6 € ha⁻¹, 2007-2008 yılları için ise 3.6-57.4 € ha⁻¹ arasında hesaplamışlardır.

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

Gelir toplama performansı (Gtp): Gtp değeri, yıl içinde tahsil edilen işletme ve bakım sulama ücreti bedeli toplamının tahakkuk edilen işletme ve bakım sulama ücreti bedeli toplamına oranı ile hesaplanmıştır. 2018-2022 yılları arasında B7 değeri en düşük 2022 yılında 49% oranında, en yüksek ise 2021 yılında 74% oranında hesaplanmıştır (Şekil 3f).

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

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

ücretleri toplama oranını ortalama %93.7 olarak saptamıştır.

2017 yılı kesin hesaplarına göre Sulama Birliklerinin tahsilat tahakkuk oranı Türkiye geneli ortalaması %68.5 iken, 2020 yılında 70.6% oranını bulmuştur. Bu artış yeni dönem birlik yönetimindeki değişikliklerle doğrudan ilgilidir. Tahsilat oranının yükselmesi sulama birliklerinin kurumsal yapısını daha sürdürülebilir hale getirir (DSİ, 2021). Gtp değeri 2021 yılı için %74 oranında olup Türkiye ortalaması üzerindedir.

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

3.3. Sulama suyu kullanım etkinliği

Sulama alanında birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı (SaSsm): Bu gösterge değeri, şebekeye alınan su miktarının sulama alanına oranı ile hesaplanmıştır. SaSsm değerini sulama alanı sabit olduğundan dolayı sadece şebekeye alınan su miktarı etkilemiştir. Şebekeye alınan su miktarını ise su bütçesi ve genel sulama planlaması neticesinde belirlenen su ihtiyacı ile ilgilidir. Çalışma alanında 2018-2022 yılları için yapılan hesaplamada; en düşük SaSsm değeri 2018 yılında $6130 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, en yüksek ise 2022 yılında $7912 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak bulunmuştur (Şekil 4a).

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

Sulanan alanda birim alana iletilen yıllık sulama suyu miktarı (SnaSsm): Bu gösterge değeri, şebekeye alınan su miktarının sulanan alana oranı ile hesaplanmıştır. 2018-2022 yılları arası için çalışma alanında en düşük SnaSsm



Şekil 4. Sulama suyu kullanım etkinliği

değeri 2018 yılında $8921 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, en yüksek ise 2021 yılında $15524 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4b).

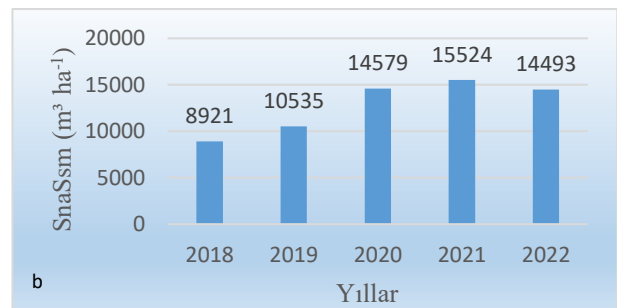
2020 yılı için SnaSsm değere ortalama olarak Türkiye genelinde $10.262 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, sulama birlikleri için ise $9.720 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (DSİ, 2021). Buna göre SnaSsm değeri, 2018 yılı hariç 2019, 2020, 2021 ve 2022 yılları için Türkiye geneli ortalamasının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

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

Jiménez-Bello vd. (2011), yapmış oldukları araştırmada, sulanan alanda birim alan için tüketilen sulama suyu miktarı en yüksek $4219 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, en düşük $3323 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Rocamora vd. (2013), İspanya'da birim sulanan alan için temin edilen sulama suyu miktarı 2009-2010 sulama sezonu için $1631,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, 2010-2011 sulama sezonu için ise $1366,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalara bakıldığı zaman çalışma alanı için SnaSsm değerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Kayadelen (2021), birim sulanan alana iletilen yıllık sulama suyu miktarını en düşük değer olarak 2018 yılında $10012 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, en yüksek ise 2016 yılı için $70613 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak hesaplamıştır. Kapan (2010), SnaSsm değerini $9546 - 14043 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ aralığında hesaplamıştır.

3.4. İstatistiksel değerlendirme

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



ve Şebekeye Alınan Suyun Birim Enerji Maliyeti göstergeleri arasındaki pozitif oldukça güçlü korelasyon bulunmuştur. Korelasyon değerleri 1'e yakındır ($p < 0.05$).

Sulanan Alanda Birim Sulama Alanına Harcanan Bakım Masrafı, Birim Sulama Suyu Miktarına Karşılık Harcanan Bakım Masrafı göstergesiyle ($r: 0.979$) ve Sulama Alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı ($r: 0.977$) arasındaki korelasyon kuvvetli pozitif bulunmuştur ($p < 0.05$). Sulama Alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı, Birim Sulama Suyu Miktarına Karşılık Harcanan Bakım Masrafı göstergesiyle (0.990) ve Sulama Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı arasındaki korelasyon ($r: 0.904$) pozitif bulunmuştur ($p < 0.05$). Sulama Alanında Birim Alana İletilen Yıllık Sulama Suyu Miktarı ve Sulama Alanında Birim Alana Harcanan Bakım Masrafı arasındaki korelasyon güçlü ve pozitif olduğu analiz edilmiştir ($r: 0.904$; $p < 0.05$).

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

4.Sonuç

Araştırma sonucunda Bozova Yaylak sulama şebekesinin en büyük gider kalemi enerji ve bakım-onarım maliyeti olduğu belirlenmiştir. Sulama birliği etkinliğinin arttırılması için bakım-onarım giderinin yeterli düzeyde, mevzuata uygun olması ve enerji giderinin de düşürülmesi gerekir.

Sulama Birliğinin gelir kaynağının neredeyse tamamını enerjiye harcaması, bunun yanı sıra bakım onarım çalışmalarını yeterince yerine getirememesine neden olmaktadır. Enerji maliyeti bu oranla artışa devam edecek olursa terfili sulama tesislerinin çoğu işletilemez hale gelecektir. Bu kapsamda; söz konusu çalışma alanında sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için tarımsal enerji tarifesinde indirim yapılması, KDV oranının düşürülmesi veya yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir.

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

Çalışma alanında tüketilen enerjinin maliyetinin gerçekleşen toplam gider içerisindeki payı ortalama %79 iken, en düşük %73 oranında 2018 yılında, en yüksek ise %98 olarak 2022 yılında gerçekleşmiştir. İşletme ve bakım faaliyetlerinden sorumlu olan Sulama Birliği, sulama tesisinin sürdürülebilir olmasını sağlamak için, sulama ücret tarifesinde ciddi artış yapmıştır. Bu durum da işletme ve bakım sulama ücreti borçlarının su kullanıcılarından zamanında veya tamamının tahsil edilememesine neden olmaktadır.

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

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

Sulanan alanda birim alan için tüketilen sulama suyu miktarı ise, en düşük 2018 yılında $8921 m^3 ha^{-1}$, en yüksek 2021 yılında $15524 m^3 ha^{-1}$, ortalama ise $12810 m^3 ha^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Sulanan alan için birim alana verilen sulama suyu miktarı Türkiye genelinde $10.262 m^3 ha^{-1}$, sulama birlikleri için ise $9.720 m^3 ha^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (DSİ, 2021). Çalışma alanı için bu değer Türkiye ortalamasının üzerindedir.

Sonuç olarak sulama alanında öngörülen bitki deseninin uygulanması, izleme ve değerlendirme sonuçlarına göre yıllık planlamaların yapılması suyun etkin kullanımını arttıracaktır.

Yazar Katkı Oranları

Yazarlar bu çalışmanın hazırlanmasında eşit derecede katkı sunmuşlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Kaynakça

- Abadia, R., Rocamora, M. C., Corcoles, J. I., RuizCanales, A., Martinez-Romero, A., & Moreno, M. A. (2010). Comparative analysis of energy efficiency in water users associations. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(2), 134–142.
- Abdisamad, Q. A. (2021). Karataş Sulama Birliği Performansının Değerlendirilmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Alcon, F., García-Bastida, P. A., Soto-García, M., Martínez-Alvarez, V., Martín-Gorriç, B., & Baille, A. (2017). Explaining the performance of irrigation communities in a water-scarce region. *Irrigation Science*, 35(3), 193-203.
- Anonim, 2023. <https://www.limak.com.tr/sectorler/insaat/projeler/tamamlanan-tum-projeler/sulama-projeleri/yaylak-ovasi-sulaması-sanliurfa> (Erişim Tarihi:02.01.2023)
- Arslan, F., Córcoles Tendero, J. I., Rodríguez Díaz, J. A., & Zema, D. A. (2022). Comparison of irrigation management in water user associations of Italy, Spain and Turkey using benchmarking techniques. *Water Resources Management*, 1-20.
- Ateşal, K. (2022). Akıncı Ovası Sulama Birliğinin Sulama Performansının Değerlendirilmesi. Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Aydın, M., Yıldırım, M. U., Fayrap, A., & Özdal, H. (2021). Evaluation of the use of prepaid water meter on some irrigation management performance indicators: A case study. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 5(4), 701-708.
- Blanco M., Camacho E., & Rodriguez J. A. (2009). Análisis de la eficiencia energética en el uso del agua de riego en comunidades de regantes de Andalucía. XXVII Congreso Nacional de Riegos, Murcia, Spain.
- Borgia, C., García-Bolaños, M., Li, T., Gómez-Macpherson, H., Comas, J., Connor, D., & Mateos, L. (2013). Benchmarking for performance assessment of small and large irrigation schemes along the Senegal Valley in Mauritania. *Agricultural Water Management*, 121, 19-26.
- Corcoles, J. I., De Juan, J. A., Ortega, J. F., Tarjuelo, J. M., & Moreno, M. A. (2010). Management evaluation of water users associations using benchmarking techniques. *Agricultural Water Management*, 98(1), 1-11.
- Corcoles J. I., Tarjuelo J. M., Moreno M. A., Ortega J. F., & De Juan J. A. (2010b). Evaluation of irrigation systems by using benchmarking techniques. XVII. World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR), Hosted by the Canadian Society for Bioengineering (CSBE/SCGAB) Québec City, Canada June 13-17.
- Değirmenci, H., & Arslan, F. (2018). Sulama birliklerine devredilen sulama şebekelerinde işletme ve bakım giderlerinin analizi. *Su Kaynakları*, 3(1), 16-23.
- DSİ, 2021. DSİ 2021 Yılı Faaliyet Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/759>
- Ersöz, Ö., & Çamoğlu, G. (2020). Bursa ilindeki sulama birliklerinin performans göstergelerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 267-285.
- Gençoğlu, M., & Değirmenci, H. (2019). Sulama performansının değerlendirilmesi: kırıkhan sulama birliği örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(3), 436-443.
- Jiménez-Bello, M. Á., Alzamora, F. M., Castel, J. R., & Intrigliolo, D. S. (2011). Validation of a methodology for grouping intakes of pressurized irrigation networks into sectors to minimize energy consumption. *Agricultural Water Management*, 102(1), 46-53.
- Kapan, E. (2010). Asartepe Sulama Birliğinde Sulama Performansının karşılaştırmalı Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Karakaya, G.F. (2018). Kartalkaya Sol Sahil Sulama Şebekesinin Bazı Performans Göstergeleri ile Değerlendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Kartal, S., Değirmenci, H., Arslan, F., & Gizlenci İ. (2023). Evaluation of some water, energy and financial indicators: A case study of esenli water user association in Yozgat, Türkiye. *Journal of Agricultural Sciences*, 29(2), 643-654.
- Kartal, S. (2021). Estimation of future irrigation performance with times series analysis: a case study of Andırın, Kahramanmaraş, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(2), 234-242.
- Kartal, S., & Değirmenci, H. (2020). Evaluation of the irrigation schemes in the Antalya region. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(3), 381-388.
- Kartal, S., Arslan, F., & Değirmenci, H. (2021). Sulama şebekelerinde bakım performansının değerlendirilmesi: Yozgat ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(1), 36-45.
- Kayadelen, M. (2021). Mut Ovası Sulama Birliğinin Sistem Performans Değerlendirmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.
- Kırnak, H., Karaca, L., & Ilık, H. A. (2021). Sarımsaklı pompaj sulama birliği performans analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(4), 1167-1173.
- Koç, C., Dağdelen, N., Yılmaz E., & Özdemir K. 2005. Su kullanıcı örgütlerince belirlenen sulama ücretleri ile kullanılan sulama suyu birim maliyeti arasındaki ilişki üzerine bir araştırma. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2), 59-65.

- Molden, D. J., Sakthivadivel, R., Perry, C. J., Fraiture, C. D., & Kloezen, W. H. (1998). Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems. IWMI, Research Report 20, Colombo, 26 p.
- Moreno, M. A., Ortega, J. F., Córcoles, J. I., Martínez, A., & Tarjuelo, J. M. (2010). Energy analysis of irrigation delivery systems: monitoring and evaluation of proposed measures for improving energy efficiency. *Irrigation Science*, 28(5), 445-460.
- Rocamora, C., Vera, J., & Abadía, R. (2013). Strategy for efficient energy management to solve energy problems in modernized irrigation: analysis of the Spanish case. *Irrigation Science*, 31(5), 1139-1158.
- Rodríguez Díaz, J. A., Camacho Poyato, E., & Blanco Pérez, M. (2011). Evaluation of water and energy use in pressurized irrigation networks in Southern Spain. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 137(10), 644-650.
- Soto-García, M., Martín-Gorriç, B., García-Bastida, P. A., Alcon, F., & Martínez-Alvarez, V. (2013). Energy consumption for crop irrigation in a semiarid climate (south-eastern Spain). *Energy*, 55, 1084-1093.
- Tekiner, M. (2020). Pompajla su temin eden bazı sulama birliklerinin sulama sistem performansının değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 1087-1097.
- Vanino S., Capone S., Nino P., Fabiani S., Barouchas P. & Maretas D. (2015). Irrigation Management by Water Users Associations: Case Studies in the Regions of Apulia, Epirus and Western Greece. International Conference on Modern technologies, strategies and tools for sustainable irrigation management and governance in Mediterranean agriculture, Valenzano (Bari, Italy).