

## Sulama Performans Göstergeleri ve TOPSİS Yöntemi ile Asi Havzası Sulama Birliklerinin Analizi

Şaban ÇİFÇİ<sup>1</sup>, Hasan DEĞİRMENCİ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>DSİ 12. Bölge Müdürlüğü 123. İşletme Bakım Şube Müdürlüğü, Yozgat, <sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4953-5706>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6157-816X>

✉: hdegirmenci46@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışma kapsamında Asi havzasında bulunan sulama birliklerinin performansları 2013-2017 yılları verileri ile analiz edilmiştir. Analizde performans göstergeleri ve TOPSİS yöntemi ile sulama birliklerinin başarıları tespit edilmiştir. Araştırmada sulama alanına dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı 14681-2318 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> arasında değişmiş, sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı 17715-2678 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, yıllık su temin oranı 0.29-1.61 arasında hesaplanmış, sulama oranı %48-111 aralığında değişmiştir. Mali yeterlilik oranı %18-86 arasında değişirken, bakım-onarım masraflarının gelire oranı %9-181, sulama alanına düşen işletme-bakım ve yönetim masrafları 49.17-343.75 \$ ha<sup>-1</sup>, su ücreti toplama performansı değeri %24-83, sulama alanına düşen enerji masrafları 0-233.96 \$ ha<sup>-1</sup>, sulanan alana düşen enerji masrafları 0-394.94 \$ ha<sup>-1</sup> ve sulama suyu miktarına karşılık enerji masrafları 0-0.03494 \$ m<sup>-3</sup> olarak hesaplanmıştır. Sulama alanı üretim değeri 1509-7398 \$ ha<sup>-1</sup>, sulanan alan üretim değeri 1948-11262 \$ ha<sup>-1</sup>, şebekeye alınan sulama suyuna karşılık üretim değeri 0.190-2.019 \$ m<sup>-3</sup> ve bitki su ihtiyacına karşılık üretim değeri 0.203-0.950 \$ m<sup>-3</sup> olarak saptanmıştır. TOPSİS yöntemi ile analizde su kullanım başarısı %6-100, finansal başarı %15-80 ve üretim başarısı %0-100 arasında değişmiştir. Sonuç olarak sulama birliklerinin başarısında üretim değeri ve işletme bakım giderleri önemli rol oynamaktadır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 23.02.2021

Kabul Tarihi : 05.05.2021

#### Anahtar Kelimeler

Sulama yönetimi  
Asi havzası  
Performans Göstergeleri  
Sulama birlikleri  
TOPSİS yöntemi

## Analysis of Water User Associations in Asi Basin with Irrigation Performance Indicators and TOPSIS Method

### ABSTRACT

In this study, water user associations (WUAs) were assessed with the data between the dates 2013-2017 in Asi Basin. Success of WUAs was determined with the TOPSIS method. The range of annual irrigation water per unit command area, annual irrigation water per unit irrigated area, annual relative water supply and irrigation intensity were changed 14681-2318 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, 17715-2678 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, 0.29-1.61 and 48-111%, respectively. Calculated financial adequacy ratio, total maintenance expenditure cost, revenue ratio, revenue collection performance, energy cost per unit command area, energy cost per unit irrigated area, and energy cost per unit volume irrigation water were %18-86, %9-181, \$49.17-343.75 ha<sup>-1</sup>, %24-83, \$0-233.96 ha<sup>-1</sup>, \$0-394.94 ha<sup>-1</sup> and \$0-0.03494 m<sup>-3</sup>, respectively. Output per unit command area was between \$1509-7398 ha<sup>-1</sup>, output per unit irrigated area was between \$1948-1262 ha<sup>-1</sup>, output per unit irrigation water supplied to users changed between \$0.190-2.019 m<sup>-3</sup> and output per unit irrigation water requirement was between \$0.203-0.950 m<sup>-3</sup>. In the analyzing with TOPSIS method, water use success, financial success and production success changed between 6-100%, 15-80% and 0-100%, respectively. As a conclusion, output and maintenance-operation costs played important role in success of water user associations.

### Research Article

#### Article History

Received : 23.02.2021

Accepted : 05.05.2021

#### Keywords

Water management  
Asi Basin  
Performance indicators  
Water user associations  
TOPSIS method

<b>Atıf İçin:</b>	Çiftçi Ş, Değirmenci H 2022. Sulama Performans Göstergeleri ve TOPSİS Yöntemi ile Asi Havzası Sulama Birliklerinin Analizi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (1): 169-180. <a href="https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.885525">https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.885525</a> .
<b>To Cite:</b>	Çiftçi Ş, Değirmenci H 2022. Analysis of Water User Associations in Asi Basin with Irrigation Performance Indicators and TOPSIS Method. KSU J. Agric Nat 25 (1): 169-180. <a href="https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.885525">https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.885525</a> .

## GİRİŞ

İklim değişikliği ve kuraklık nedeniyle artan tarımsal su kullanımı, içme ve kullanma suyu ve sanayi gereksinimleri su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımını gerektirmektedir. Su, yenilenebilir bir kaynak olmasına rağmen sınırlı kullanıma sahip temel yaşam maddelerinin başında gelir (Ağca ve ark., 2014). Su yönetimi; su kaynaklarının planlı bir biçimde geliştirilmesi, suyun dağıtımı ve kullanımı olarak tanımlanmaktadır. Sulama projelerinin amacı, çiftçi gelirinin artırılması ve su kaynaklarının etkin bir biçimde kullanımının gerçekleştirilmesidir. Sulama yönetimi ise tarımda suyun istenilen zaman ve miktarda dağıtım ve kullanımını sağlayan bir organizasyon biçimi olarak tanımlanabilir (Aküzüm ve ark., 2010).

Türkiye’de tarımsal sulamada ihtiyaç duyulandan daha fazla su kullanılmaktadır. Fazla su kullanımının en önemli nedenlerinden biri, sulama şebekelerindeki su kayıplarının fazlalığıdır (Çakmak ve Aküzüm, 2006). Türkiye’de DSİ tarafından inşa edilen ve yönetilen sulama şebekelerinin yönetimi 1993 yılından itibaren su kullanıcı örgütlerine (sulama birlikleri, kooperatifler) devredilmiştir. Devir sonrası sulama şebekelerinin işletme bakım ve yönetim performanslarının izlenmesi ve değerlendirilmesi önemli bir konu olmuştur.

Sulama şebekelerinin performans değerlendirilmesinde çeşitli araştırmacılar tarafından çok sayıda gösterge geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Abernethy (1986) suyun dağıtımında eşitlik, düzenlilik, devamlılık ve güvenilirlik parametrelerini, Smith (1990) verim ve sulama randımanını, Beyribey ve ark. (1997) su temini oranı, sulama oranı, karlılık oranı ve sürdürülebilir sulama alanı oranı göstergelerini, Kartal ve ark. (2020) sulama şebekelerinde şebeke alanı brüt üretim değeri, sulanan alan brüt üretim değeri, saptırılan suya karşılık brüt üretim değeri, bitki su ihtiyacına karşılık brüt üretim değeri, su temin oranı ve sulama oranı göstergelerini, Arslan ve Değirmenci (2018) dışsal (su iletim kapasitesi, yatırımın geri dönüş oranı) ve içsel göstergeleri, Aktürk ve ark. (2010) masrafları karşılama oranı, bakım masrafının gelire oranı, su ücreti toplama performansı, birim alana düşen toplam işletme bakım yönetim masrafı, birim alana düşen personel sayısı ve su dağıtımında istihdam edilen kişi başına düşen toplam masrafı, Kartal ve ark. (2021) bakım masrafı, planlanan bakım masrafı, toplam gelir ve toplam gider ile ilgili

göstergeleri kullanmışlardır.

Sulama performans göstergelerinin değerlendirilmesinde çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Değirmenci ve ark. (2017) sulama birliğinin sulama oranlarını, yıllık bakım onarım oranı ve ortalama su ücreti göstergelerini kümeleme analizi ile, Kartal ve Değirmenci (2019a) çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle temel bileşenler analizi ile (PCA), Büyükcangaz ve ark. (2018) sulama performans göstergelerini veri zarflama analizi ile (VZA), Rodríguez-Díaz ve ark. (2008) temel bileşenler analizi, kümeleme analizi ve kalite indeksleri ile, Kartal ve Değirmenci (2019b) kalite indeksi ile, Alcon ve ark. (2017) panel veri regresyon modeli ile, Zema ve ark. (2018) performans göstergeleri arasındaki korelasyon katsayısı ile, Zema ve ark. (2020) parametrik olmayan çok değişkenli permütasyonel varyans analizi (PERMANOVA) ile değerlendirmişlerdir.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisi olan TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution) yöntemi birçok alanda kullanılmaktadır. Tsaur ve ark. (2002) havaalanlarında hizmet kalitesi, Madumjar ve ark. (2005) pamuk lif kalitesinin değerlendirilmesinde, Yurdakul ve İç (2005) üretim şirketlerine yönelik performans ölçüm modeli geliştirilmek, Shyith ve ark. (2008) tekstil sanayisinde en uygun bakım teknolojilerinin seçiminde, Lin ve ark. (2008) ürün tasarım süreçlerinde, Ustasüleyman (2009) bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin belirlenmesinde, Wang ve ark. (2009), tedarikçi seçiminde, Özfidaner ve ark. (2020) kuraklık analizinde AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. TOPSIS yöntemi kullanılarak sulama performans değerlendirilmesi konusunda çok kısıtlı çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Asi havzasında faaliyet gösteren Kırıkhan, Hassa, Yarseli ve Samandağ sulama birliklerini 2013-2017 yılı verileri kullanılarak su kullanım etkinliği, finansal etkinlik ve üretim etkinliğine yönelik sulama performans göstergeleri ve TOPSIS yöntemi ile değerlendirmektir.

## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Araştırmada Asi havzasında yer alan Kırıkhan, Hassa, Yarseli ve Samandağ sulama şebekelerinin işletme ve bakım sorumluluğunu devir alan 4 sulama birliğinin 2013-2017 yılı verileri materyal olarak

alınmıştır (Anonim, 2013-2017). Asi Havzası, Türkiye'nin güneyinde yer alır. Batıda Akdeniz, güneyde Suriye, doğuda Fırat Havzası ve kuzeyde ise Ceyhan Havzası yer alır. Bu havza coğrafi olarak; 36°

21' Kuzey, 35° 48' Güney enlemleri, 36° 41' Doğu ve 35° 53' Batı boylamları arasındadır. Sulama birlikleri ile ilgili bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sulama birlikleri ile ilgili bilgiler

Table 1. Information on irrigation associations

Birlik Adı <i>Name of Associations</i>	Kırıkhan	Hassa	Yarseli	Samandağ
Sulama Alanı (ha) <i>Irrigation area (ha)</i>	7300	3400	6800	1575
Cazibe (ha) <i>Gravity (ha)</i>	7300	3400	5364	-
Pompaj (ha) <i>Pumping (ha)</i>	-	-	1436	1575
Bitki Çeşidi ve Ekim Oranı <i>Crop Variety and Cropping ratio</i>	Pamuk (%42) Hububat (%34) Mısır (%12)	Hububat (%38) Pamuk (%12) Meyve(%7)	Pamuk (%44) Mısır (%26) Hububat (%25)	Narenciye (%60) Sebze (%10) Meyve (%3)

## Metot

### Performans göstergelerinin hesaplanması

Bu çalışmada Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) tarafından geliştirilen sulama performans göstergeleri kullanılmıştır. Sulama performans göstergeleri ve hesaplama yöntemleri Çizelge 2'de verilmiştir (Molden ve ark.,1998; Burt, 2001).

**TOPSİS yöntemi:** Asi havzasında bulunan her bir sulama birliği için sulama performans göstergeleri kullanılarak ayrı ayrı her bir yıl için hesaplama yapılmıştır. Her bir sulama performans göstergesine göre her sulama birliği diğerlerine göre daha başarılı görünmektedir. Farklı sulama performans göstergelerine göre farklı sulama birliklerinin daha başarılı görünmesi, en başarılı sulama birliğinin belirlenmesinde sorun yaratmaktadır. Doğru bir yaklaşım ile en başarılı sulama birliğini belirleyebilecek analiz yapmak ve bu analize tüm sulama performans göstergelerini dahil etmek ancak performans göstergelerini ortak paydada birleştirebilecek bir çoklu karar verme tekniği kullanılarak yapılabilir. Bunun için uygulanabilecek en iyi analiz yöntemlerinden bir tanesi de TOPSİS'tir. Çoklu karar verme tekniklerinden biri olan TOPSİS yöntemi bütün karar noktaları için değerlendirme faktörlerini aynı anda çözüme katmakta ve karar vericiye tek bir dağılım sunmaktadır (Yükçü ve Atağan (2010). Bu nedenle çalışmada sulama performans göstergeleri su kullanım etkinlik başarısı, finansal etkinlik başarısı ve tarımsal etkinlik başarısı yönünden TOPSİS yöntemi ile analiz edilmiştir. TOPSİS yöntemi 6 adımdan oluşmaktadır (Chen ve Hwang, 1992; Hwang ve Yoon, 1981).

Adım 1: Karar matrisinin (A) oluşturulması (Chen,

2000)

Adım 2: Standart karar matrisinin (R) Oluşturulması (Jadidi ve ark., 2008)

Adım 3: Ağırlıklı standart karar matrisinin (V) oluşturulması (Jadidi ve ark., 2008).

Adım 4: İdeal (A\*) ve negatif ideal (A<sup>-</sup>) çözümlerinin oluşturulması (Abbasi ve ark., 2008)

Adım 5: Ayrım ölçülerinin hesaplanması (Jadidi ve ark., 2008)

Adım 6: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması (Li, 2010)

**Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP):** 1977 yılında Profesör Thomas Lorie Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir (Yaralıoğlu, 2001). AHP çok ölçütlü bir karar verme yöntemi olup belirlenen ölçütlere göre birden fazla seçeneğin önem sırasına göre sıralanmasını sağlamaktadır. AHP, alternatiflerin ortak bir ölçüte göre ikili karşılaştırmasına dayanan bir yöntemdir. AHP problemi birden fazla seviyeden meydana gelen bir hiyerarşik yapı ile oluşturulur. AHP çok ölçütlü ve çok seçenekli karar problemlerinde çözüme ulaşmada karar vericiye yardımcı olur. Karar destek sisteminin işleyiş adımları (Saaty,2004);

**Adım 1:** Sorun tanımlanır ve aranan bilginin türü belirlenir

**Adım 2:** Faktörler arası karşılaştırma matrisi oluşturulur

**Adım 3:** Faktörlerin yüzde önem dağılımları belirlenir

**Adım 4:** Faktör kıyaslamalarındaki tutarlılık ölçülür

Çizelge 2. Sulama performans göstergeleri  
Table 2. Irrigation performance indicators

	Kodu Code	Gösterge Indicator	Tanım Definition
Su Kullanım Etkinliği Water Use Efficiency	A1	Sulama alanı sulama suyu miktarı (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Toplam sulama suyu miktarı (m}^3\text{)}}{\text{Sulama alanı}}$
	A2	Sulanan alan sulama suyu miktarı (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Toplam sulama suyu miktarı (m}^3\text{)}}{\text{Sulanan alan}}$
	A3	Yıllık su temini oranı	$\frac{\text{Toplam sulama suyu miktarı (m}^3\text{)}}{\text{Toplam sulama suyu ihtiyacı (m}^3\text{)}}$
	A4	Sulama Oranı (%)	$\frac{\text{Sulanan alan (ha)}}{\text{Sulama alanı (ha)}} * 100$
Finansal Etkinlik Financial Efficiency	B1	Mali yeterlilik oranı (%)	$\frac{\text{Toplanan su ücretleri (\$)}}{\text{Toplam İBY Masrafları (\$)}} * 100$
	B2	Bakım-onarım masraflarının gelire oranı (%)	$\frac{\text{Bakım masrafları (\$)}}{\text{Toplanan su ücretleri (\$)}} * 100$
	B3	Sulama alanı İBY masrafları (\$ ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Toplam İBY Masrafları (\$)}}{\text{Sulama alanı (ha)}}$
	B4	Su ücreti toplama performansı (%)	$\frac{\text{Tahsil edilen (\$)}}{\text{Tahakkuk eden (\$)}} * 100$
	B5	Sulama alanı enerji masrafları (\$ ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Toplam enerji giderleri (\$)}}{\text{Sulama alanı (ha)}}$
	B6	Sulanan alan enerji masrafları (\$ ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Toplam enerji giderleri (\$)}}{\text{Sulanan alan (ha)}}$
	B7	Sulama suyu enerji masrafları (\$ m <sup>-3</sup> )	$\frac{\text{Toplam enerji giderleri (\$)}}{\text{Toplam sulama suyu miktarı}}$
Üretim Etkinliği Production Efficiency	C1	Sulama alanı brüt üretim değeri (\$ ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Brüt üretim değeri (\$)}}{\text{Sulama alanı (ha)}}$
	C2	Sulanan alan brüt üretim değeri (\$ ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Brüt üretim değeri (\$)}}{\text{Sulanan alan (ha)}}$
	C3	Sulama suyu brüt üretim değeri (\$ m <sup>-3</sup> )	$\frac{\text{Brüt üretim değeri (\$)}}{\text{Toplam sulama suyu miktarı (m}^3\text{)}}$
	C4	Bitki su tüketimi brüt üretim değeri (\$ m <sup>-3</sup> )	$\frac{\text{Brüt üretim değeri (\$)}}{\text{Bitki su tüketimi (m}^3\text{)}}$

Araştırmada sulama performans değerlendirmesi konusunda araştırmaları bulunan 5 uzmandan aşağıda belirtilen performans göstergelerinin bir sulama birliğinin başarısına katkı ağırlıkları görüşü alınıp, geometrik ortalaması hesaplanmış ve ortak görüş kısmına işlenmiştir. İkili karşılaştırmalar

sonucunda oluşan değerlerin yani önceliklerin birbirleri ile olan mantıksal ve/veya matematiksel ilişkisi tutarlılıktır (Ömürbek ve ark., 2015). Tutarlılık oranına göre hesaplanan sulama performans göstergeleri ağırlıkları Çizelge 3'te gösterilmiştir.

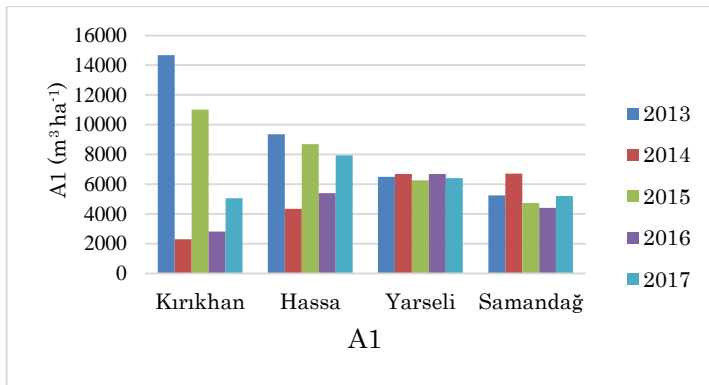
Çizelge 3. Sulama performans göstergeleri ağırlıkları  
Table 3. Irrigation performance indicators weights

Su kullanım etkinlik göstergeleri Water use efficiency indicators	A1	0.097	Finansal etkinlik göstergeleri Financial efficiency indicators	B1	0.145
	A2	0.097		B2	0.058
	A3	0.252		B3	0.075
	A4	0.555		B4	0.421
Üretim etkinliği göstergeleri Production efficiency indicators	C1	0.277	B5	0.073	
	C2	0.466	B6	0.073	
	C3	0.161	B7	0.156	
	C4	0.096			

## BULGULAR ve TARTIŞMA

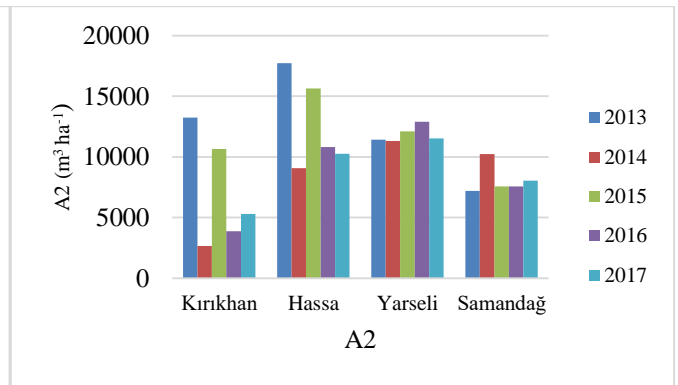
### Sulama performans göstergelerinin analizi

Sulama alanı sulama suyu miktarı (A1) : A1 değeri 2013-2017 yılları arasında 14681 ve 2318 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> arasında değişirken, ortalama değer 6530 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>'dir. Şekil 1 incelendiğinde 14681 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> değeriyle en yüksek gözlemlendiği sulama birliği 2013 yılında Kırıkhan sulama birliğidir. En düşük A1 değeri ise Kırıkhan sulama birliğinde 2014 yılında 2318 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Arslan ve Değirmenci (2018) Kahramanmaraş'ta bulunan Kartalkaya Sol Sahil sulama şebekesinde 2015 yılında yaptıkları çalışmada bu değeri 6743.97 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> olarak saptamışlardır.



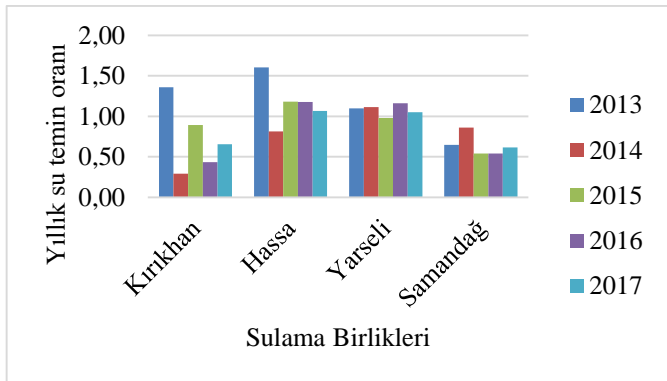
Şekil 1. Sulama alanı sulama suyu miktarı (A1)  
Figure 1. Irrigation water per unit command area

Sulanan alan sulama suyu miktarı (A2): 2013-2017 yılları arasında A2 değeri 2678-17715 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> arasında değişirken, ortalama değer 9913 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>'dir. Şekil 2' de görüldüğü gibi en yüksek değer 2013 yılında Hassa sulama birliğinde (17715 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) gerçekleşmiştir. En düşük A2 değeri ise Kırıkhan sulama birliğinde 2014 yılında 2678 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Elicabuk ve Topak (2016), Gevrekli Sulama Birliği'nin 2008-2013 yılları verilerini kullanarak yaptıkları çalışmada birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarını 2.577-5.273 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> olarak tespit etmişlerdir.



Şekil 2. Sulanan alan sulama suyu miktarı (A2)  
Figure 2. Irrigation water per unit irrigated area

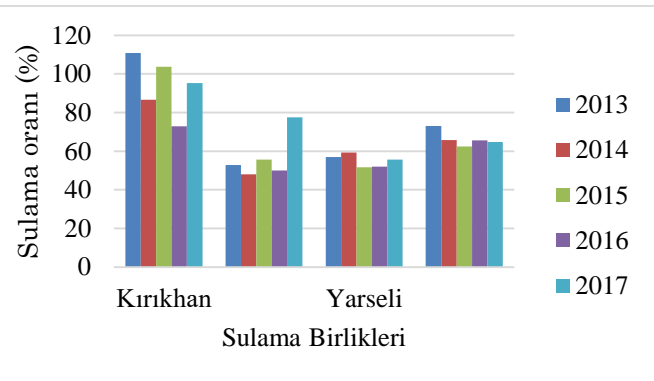
Yıllık su temin oranı (A3): Araştırma alanında 2013-2017 yılları arasında yıllık su temin oranı 0.29-1.61 arasında değişirken, ortalama A3 değeri ise 0.90'dır. A3 değeri en düşük 2014 yılında Kırıkhan sulama birliğinde 0.29 ile görülmüştür. Şekil 3 incelendiğinde Hassa sulama birliği 2013 yılında 1.61 su temin oranıyla en yüksek, Yarseli sulama birliği 2015 ve 2017 yılında 0.98 ve 1.05 ile optimal seviyeye en yakın A3 değerlerine sahip birlik olmuştur. Değirmenci (2001) 1998 yılı için sulama birliklerine devredilen sulama şebekelerinde A3 değerini 0.91-



Şekil 3. Su temin oranı (A3)  
Figure 3. Relative water supply

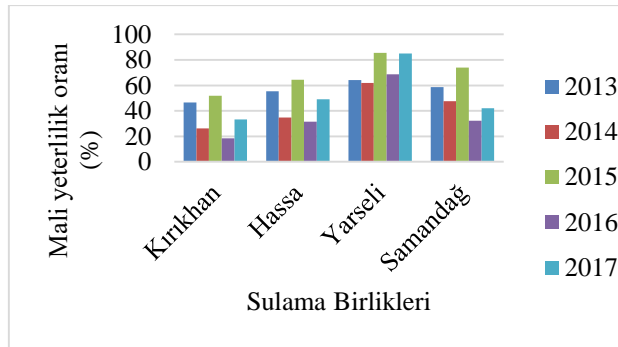
7.15 olarak tespit etmiştir.

Sulama oranı (%) (A4): Asi havzasında sulama oranı 2013-2017 yılları arasında %48-111 aralığında değişmiş ve ortalama A4 değeri %68 olarak hesaplanmıştır. Şekil 4'de gösterilen grafikte en yüksek A4 değeri 2013 yılında Kırıkhan sulama birliğinde gerçekleşirken, en düşük ise 2014 yılında Hassa sulama birliğinde %48 ile görülmüştür. Beyribey ve ark. (1997), 1984-1993 yıllarında için 21 bölgede yaptıkları çalışmalarda A4 değerini %24-105 arasında hesaplamışlardır.



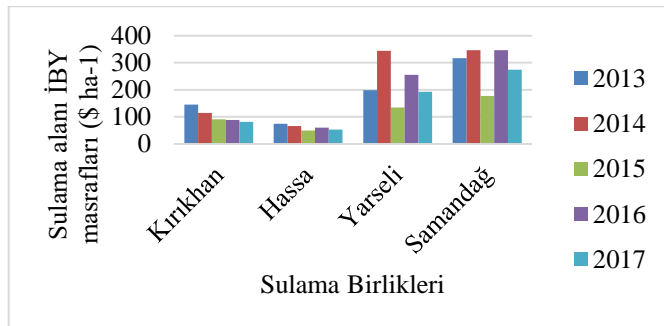
Şekil 4. Sulama oranı (A4)  
Figure 4. Irrigation intensity

Mali yeterlilik oranı (%) (B1): B1 değeri 2013-2017 yılları arasında %18-86 arasında değişirken, ortalama B1 değeri %52 olarak hesaplanmıştır. Şekil 5'de gösterilen grafik incelendiğinde 2015 yılında Yarseli sulama birliği %86 ile en iyi B1 değerine sahipken, 2016 yılında Kırıkhan sulama birliği %18 ile en kötü düzeyde olduğu görülmektedir. Çakmak ve Beyribey (2003), Sakarya havzası sulama şebekelerinde yaptıkları çalışmada %8-300 olarak tespit etmişlerdir.



Şekil 1. Mali yeterlilik oranı (B1)  
Figure 5. Financial adequacy ratio

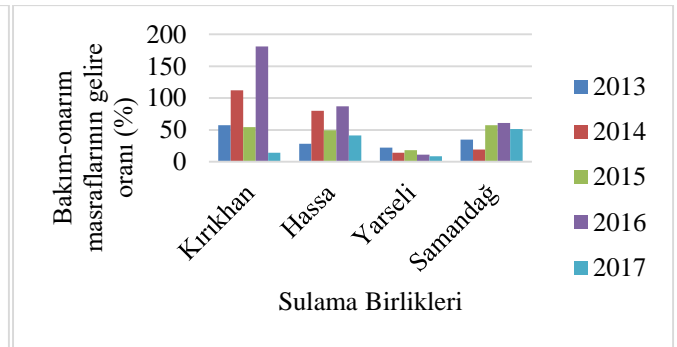
Sulama alanı işletme-bakım ve yönetim (İBY) masrafları (B3): Araştırma alanında tespit edilen sulama alanına düşen işletme-bakım ve yönetim masrafları 49.17-343.75 \$ ha<sup>-1</sup> aralığında değişmiş ve Şekil 7'de verilmiştir. Sulama alanına düşen işletme-bakım ve yönetim masrafları incelendiğinde en yüksek 2014 yılında 343.75 \$ ha<sup>-1</sup> ile Yarseli Sulama Birliği, en düşük ise 2015 yılında Hassa Sulama Birliğinin 49.17 \$ ha<sup>-1</sup> olarak gerçekleştiği görülmüştür. Arslan ve Değirmenci (2018), Kartalkaya Sol Sahil sulama şebekesinde 2015 yılında yaptıkları çalışmada B3 değerini 89.26 \$ ha<sup>-1</sup> olarak tespit etmişlerdir.



Şekil 2. Sulama alanı İBY masrafları(B3)  
Figure 7. MOM expenditure cost

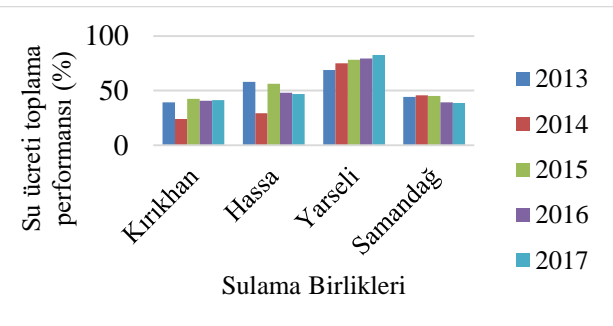
Sulama alanı enerji masrafları (B5): Araştırma alanında tespit edilen sulama alanına düşen enerji masrafları Şekil 9'da verilmiştir. Şekilde görüleceği

Bakım-onarım masraflarının gelire oranı (%) (B2): B2 değerleri 2013-2017 yılları arasında %9-181 aralığında değişmiş ve ortalama B2 değeri %50 olarak hesaplanmış ve Şekil 6'da verilmiştir. En yüksek B2 değeri 2016 yılında Kırıkhan sulama birliğinde %181 ile gerçekleşirken, en düşük ise 2017 yılında Yarseli sulama birliğinde %9 olarak saptanmıştır. Kapan (2010), Asartepe sulamasında yaptığı çalışmada B2 değerini %31-543 arasında saptamıştır.



Şekil 6. Bakım-onarım masraflarının gelire oranı (B2)  
Figure 6. Maintenance expenditure cost - revenue ratio

Su ücreti toplama performansı (%) (B4): Asi havzasındaki sulama birliklerinin 2013-2017 yılına ilişkin su ücreti toplama performansı değeri %24-83 aralığında değişmiş ve Şekil 8'de verilmiştir. En düşük su ücreti toplama performansı 2014 yılında Kırıkhan Sulama Birliğinde %24 oranla belirlenirken, en yüksek oran ise Yarseli Sulama Birliği 2017 yılında %83 ile saptanmıştır. Yavuz ve ark. (2006) ise, Aşağı Seyhan ovasındaki 17 sulama birliğinde 1998-2002 yıllarına ilişkin B4 değerini %65-100 arasında hesaplamıştır.



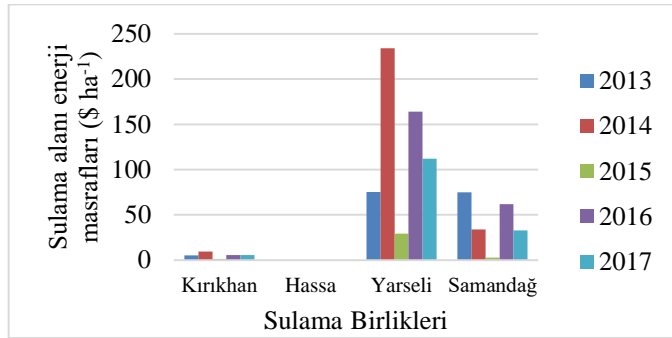
Şekil 3. Su ücreti toplama performansı (B4)  
Figure 8. Revenue collection performance

üzere Hassa Sulama Birliğinin hiç enerji masraflarının olmadığı, Yarseli Sulama Birliğinin ise pompaj tesisi olduğundan enerji giderlerinin çok

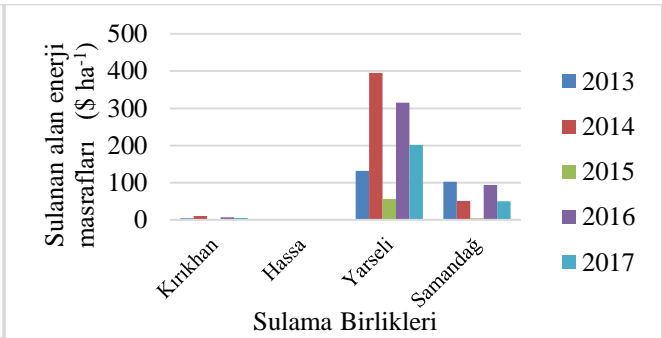
yüksek olarak saptanırken, bu gider en yüksek Yarseli Sulama Birliği 2014 yılında 233.96 \$ ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Diğer (2018) Aşağı Seyhan ovasında 18 sulama birliğinde sulama alanına düşen enerji masraflarını 2011-2015 verilerine göre 2.79 ile 123.94 \$ ha<sup>-1</sup> arasında değişmiş, ortalama 16.64 \$ ha<sup>-1</sup> bulmuştur.

Sulanan alan enerji masrafları (B6): Asi havzasında sulanan alana düşen enerji masrafları (B6) değerleri

2013-2017 yılları arasında 0–394.94 \$ ha<sup>-1</sup> aralığında değişmiş ve ortalama B6 değeri 71.65 \$ ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmış ve Şekil 10'da verilmiştir. En yüksek B6 değeri 2014 yılında Yarseli sulama birliğinde 394.94 \$ ha<sup>-1</sup> ile gerçekleşirken, Hassa sulama birliğinin hiç enerji masrafı olmadığı belirlenmiştir. Moreno ve ark. (2010) İspanya Castilla-La Mancha bölgesinde 15 sulama birliğinde sulanan alana düşen enerji masraflarını 34.74 ile 471.26 € ha<sup>-1</sup> arasında hesaplamışlardır.



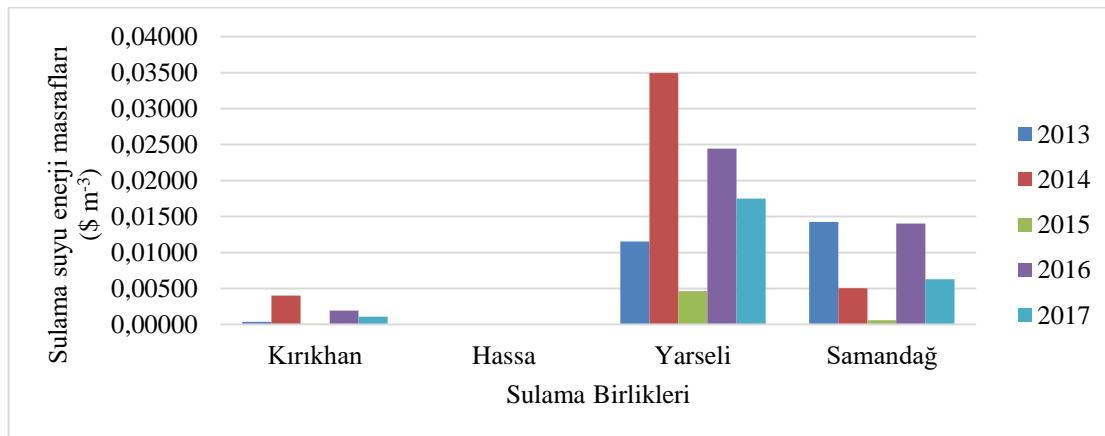
Şekil 4. Sulama alanı enerji masrafları(B5)  
Figure 9. Energy cost per unit command area



Şekil 4.5. Sulanan alan enerji masrafları(B6)  
Figure 10. Energy cost per unit irrigated area

Sulama suyu enerji masrafları (B7): Asi havzasında Sulama suyu miktarına karşılık enerji masrafları (B7) değerleri 2013-2017 yılları arasında 0–0.03494 \$ m<sup>-3</sup> aralığında değişmiş ve ortalama B7 değeri 0.00704 \$ m<sup>-3</sup> olarak hesaplanmış ve Şekil 11'de verilmiştir. En yüksek B7 değeri 2014 yılında Yarseli

sulama birliğinde 0.03494 \$ m<sup>-3</sup> ile gerçekleşirken, Hassa sulama birliğinin hiç enerji masrafı olmadığı belirlenmiştir. Alcon ve ark. (2017) İspanya Murcia bölgesinde 5 sulama birliğinde sulama suyu miktarına karşılık enerji masrafını ortalama 0.04 € m<sup>-3</sup> bulmuşlardır.



Şekil 6. Sulama suyu enerji masrafları (B7)

Figure 11. Energy cost per unit volume irrigation water

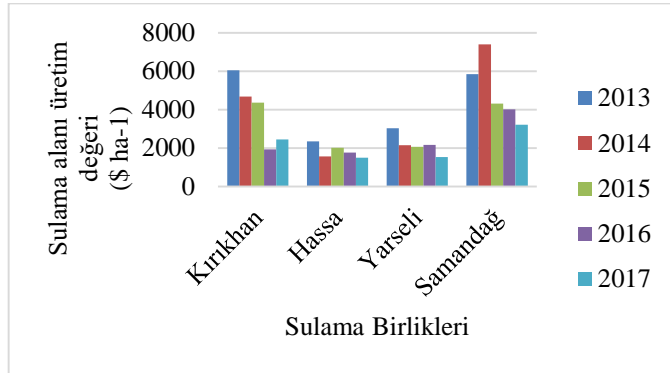
Sulama alanı üretim değeri (C1): Asi havzasında sulama alanı üretim değeri C1 değerleri 2013-2017 yılları arasında 1509–7398 \$ ha<sup>-1</sup> aralığında değişmiş ve ortalama C1 değeri 3224 \$ ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmış ve Şekil 12'de verilmiştir. En yüksek C1 değeri 2014 yılında Samandağ sulama birliğinde 7398 \$ ha<sup>-1</sup> ile gerçekleşirken, en düşük ise 2017 yılında Hassa sulama birliğinde 1509 \$ ha<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Shrestha ve ark. (2014) Endonezya Telagasari sulama

alanında 2007 yılında 5 ayrı sektörde yapmış oldukları çalışmada sulama alanı üretim değerini 720-2962 \$ ha<sup>-1</sup> ve ortalama 1720 \$ ha<sup>-1</sup> bulmuşlardır.

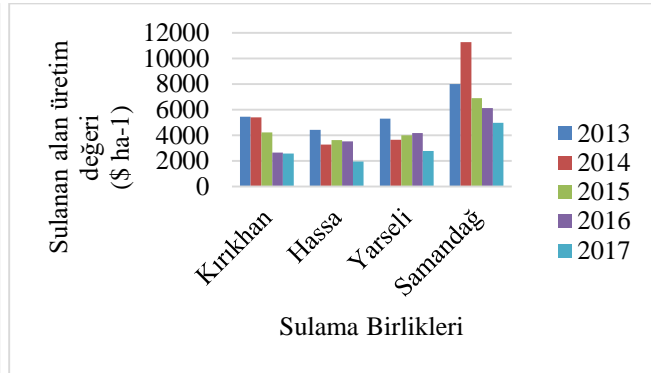
Sulanan alan üretim değeri (C2): Asi havzasında sulanan alan üretim değeri (C2) değerleri 2013-2017 yılları arasında 1948–11262 \$ ha<sup>-1</sup> aralığında değişmiş ve ortalama C2 değeri 4717 \$ ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmış ve Şekil 13'te verilmiştir. En yüksek C2

değeri 2014 yılında Samandağ sulama birliğinde 11262 \$ ha<sup>-1</sup> ile gerçekleşirken, en düşük ise 2017 yılında Hassa sulama birliğinde 1948 \$ ha<sup>-1</sup> olarak

saptanmıştır. Alcon ve ark. (2017) İspanya Murcia bölgesinde 5 sulama birliğinde sulanan alan üretim değerini ortalama 11.207 € ha<sup>-1</sup> bulmuşlardır.



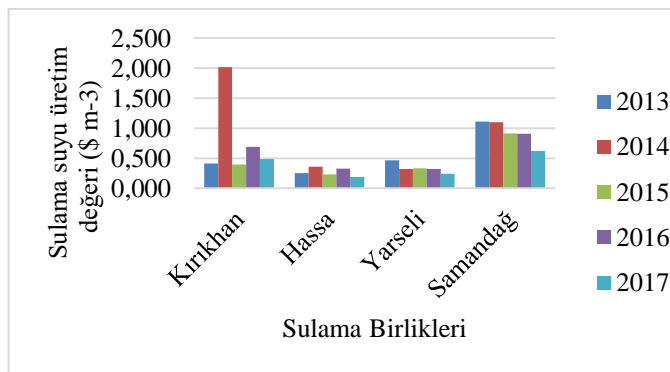
Şekil 7. Sulama alanı üretim değeri(C1)  
Figure 12. Output per unit command area



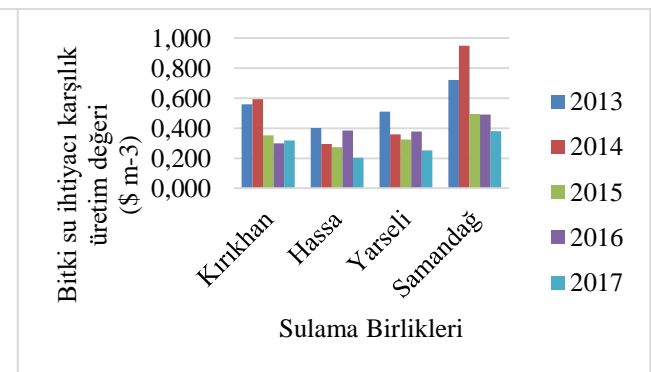
Şekil 8. Sulanan alan üretim değeri(C2)  
Figure 13. Output per unit irrigated area

Şebekeye alınan sulama suyuna karşılık üretim değeri (C3): Asi havzasında şebekeye alınan sulama suyuna karşılık üretim (C3) değerleri 2013-2017 yılları arasında 0.190–2.019 \$ m<sup>-3</sup> aralığında değişmiş ve ortalama C3 değeri 0.585 \$ m<sup>-3</sup> olarak hesaplanmış ve Şekil 14'te verilmiştir. En yüksek C3 değeri 2014 yılında Kırıkhan sulama birliğinde 2.019 \$ m<sup>-3</sup> ile gerçekleşirken, en düşük ise 2017 yılında Hassa sulama birliğinde 0.190 \$ m<sup>-3</sup> olarak saptanmıştır. Córcoles ve ark. (2010) İspanya Castilla-La Mancha bölgesinde 7 sulama birliğinde 2006-2008 yılları verileri ile yapmış oldukları çalışmada şebekeye alınan sulama suyuna karşılık üretim değerini 1.5 ile 3.44 € m<sup>-3</sup> arasında bulmuşlardır.

Bitki su ihtiyacına karşılık üretim değeri (C4): Asi havzasında bitki su ihtiyacına karşılık üretim değerleri (C4) 2013-2017 yılları arasında 0.203–0.950 \$ m<sup>-3</sup> aralığında değişmiş ve ortalama C4 değeri 0.427 \$ m<sup>-3</sup> olarak hesaplanmış ve Şekil 15'te verilmiştir. En yüksek C4 değeri 2014 yılında Samandağ sulama birliğinde 0.950 \$ m<sup>-3</sup> ile gerçekleşirken, en düşük ise 2017 yılında Hassa sulama birliğinde 0.203 \$ m<sup>-3</sup> olarak saptanmıştır. Tanrıverdi ve ark. (2011) Türkiye'de 22 sulama birlikleri tarafından işletilen sulama şebekeleri üzerine yapılmış bir çalışmada bitki su ihtiyacına karşılık üretim değerini 0.15-1.85 \$ m<sup>-3</sup> ortalama ise 0.64 \$ m<sup>-3</sup> olarak bulmuşlardır.



Şekil 9. Sulama suyu üretim değeri(C3)  
Figure 14. Output per unit irrigation water supplied



Şekil 10. Bitki su ihtiyacı üretim değeri(C4)  
Figure 15. Output per unit irrigation water requirement

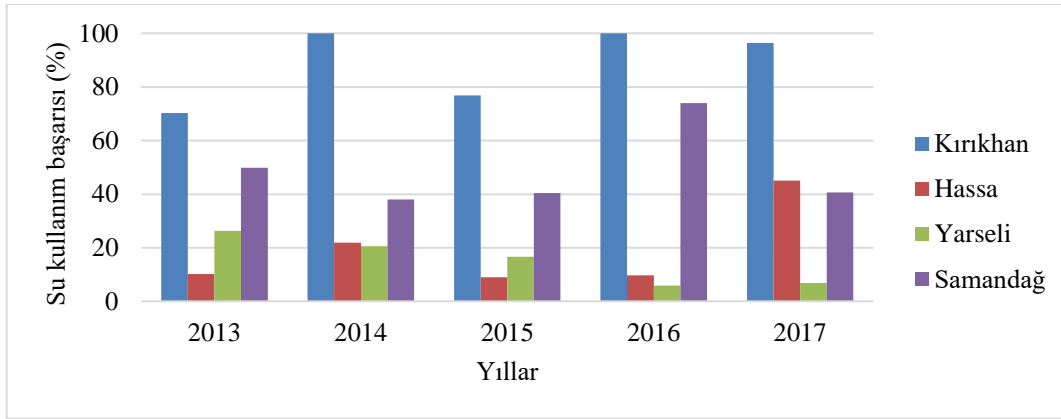
### Sulama Birliklerinin TOPSİS Yöntemiyle Analizi

Sulama birlikleri su kullanım etkinliği, finansal etkinlik ve üretim etkinliği başarısı olmak üzere 3 performans gösterge grubu ile analiz edilmiştir.

Su kullanım başarısı (%): Araştırma alanında tespit edilen su kullanım başarısı Şekil 16'da verilmiştir. Şekil 16'da görüleceği üzere en düşük değer %6

Yarseli Sulama Birliğinde saptanırken, en yüksek değer Kırıkhan Sulama Birliğinde %100 olarak hesaplanmıştır. Su kullanım başarısına etki eden sulama oranından dolayı Kırıkhan Sulama Birliği değerleri yüksek görülürken, pompaj sulaması olması nedeniyle Yarseli Sulama Birliği ile parçalı araziye sahip Hassa Sulama Birliği su kullanım başarısı değerinin çok düşük olduğu saptanmıştır.



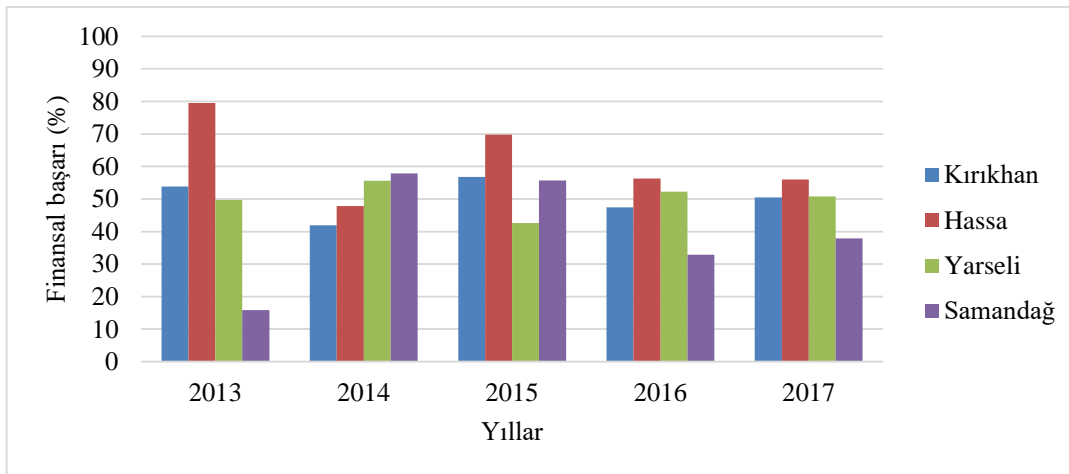


Şekil 11. Su kullanım başarısı

Figure 16. Water use success

Finansal başarı (%): Finansal başarı Asi havzasında 2013-2017 yılları arasında %15-80 arasında değişmiştir. Şekil 17'de gösterilen grafik incelendiğinde, 2013 yılında Hassa sulama birliği %80 ile en iyi finansal başarıya sahipken, 2013

yılında Samandağ sulama birliğinin %15 ile en kötü düzeyde olduğu görülmektedir. Hassa sulama birliğinde finansal başarıya etki eden enerji giderleri hiç olmadığı için, başarı değeri ortalamadan yüksek olarak saptanmıştır.



Şekil 12. Finansal başarı

Figure 17. Financial success

Üretim başarısı (%): Üretim başarısı Asi havzasında 2013-2017 yılları arasında %0-100 arasında değişiklik göstermiştir. Şekil 18'de gösterilen grafik incelendiğinde 2016-2017 yıllarında Samandağ sulama birliği %100 ile en iyi üretim başarısına sahipken, 2013, 2015 ve 2017 yıllarında Hassa sulama birliği %0 ile en kötü düzeyde olduğu görülmektedir. Samandağ sulama birliğinde narenciye bahçeleri bitki deseninde %80 düzeyinde bulunduğu için, üretim başarısına etki eden üretim değerleri yüksek düzeylerde iken, Hassa sulama birliğinde ise sulama oranı düşük olup bitki deseninde hububatın ağırlıklı olmasından dolayı üretim başarısının çok düşük olduğu görülmektedir.

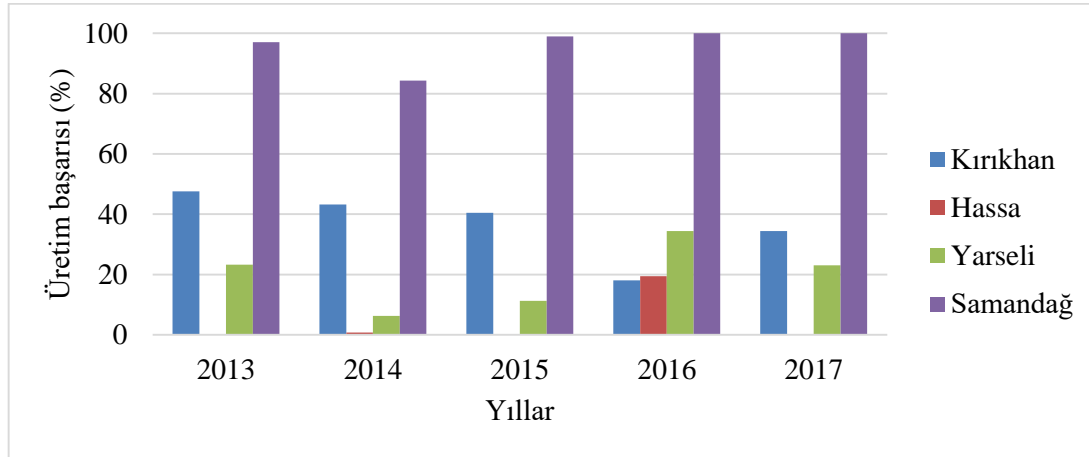
## SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada Asi havzasında bulunan sulama şebekelerinde 2013-2017 yılları arasında sulama

alanına dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı 14681-2318 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı 17715-2678 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, yıllık su temin oranı 0.29-1.61 ve sulama oranı %48-111 aralığında değişmiştir. Türkiye sulama şebekelerinde ortalama sulama oranı %65, 11. Kalkınma Planında 2023 hedefi %68'dir (Anonim, 2019). Bazı yıllarda sulama oranının yüksek olmasının nedeni, ikinci ürün ekimi ve sulama sahası dışında da sulama yapılmasıdır. Araştırma sonucunda sulama birliklerinin finansal etkinliğini belirlemede kullanılan mali yeterlilik oranı %18-86, bakım-onarım masraflarının gelire oranı %9-181, sulama alanına düşen işletme-bakım ve yönetim masrafları 49.17-343.75 \$ ha<sup>-1</sup>, su ücreti toplama performansı değeri %24-83, sulama alanına düşen enerji masrafları 0-233.96 \$ ha<sup>-1</sup>, sulanan alana düşen enerji masrafları 0-394.94 \$ ha<sup>-1</sup> ve sulama suyu miktarına karşılık enerji masrafları 0-0.03494 \$

m<sup>-3</sup> olarak hesaplanmıştır. Bazı yıllarda bakım-onarıma istenilen miktarda kaynak ayrılmadığı, sulama ücret toplama oranlarının oldukça düşük olduğu ve enerji giderlerinin arttığı görülmektedir. Araştırmada Asi havzasında bulunan sulama şebekelerinde 2013-2017 yılları arasında sulama alanı üretim değeri 1509–7398 \$ ha<sup>-1</sup>, sulanan alan

üretim değeri 1948–11262 \$ ha<sup>-1</sup>, şebekeye alınan sulama suyuna karşılık üretim değeri 0.190–2.019 \$ m<sup>-3</sup> ve bitki su ihtiyacına karşılık üretim değeri 0.203–0.950 \$ m<sup>-3</sup> olarak saptanmıştır. Üretim değerleri yıllar ve sulama birlikleri düzeyinde önemli değişim gösterdiği görülmektedir. Bu durum bir üretim-fiyat istikrarsızlığı olarak yorumlanabilir.



Şekil 13. Üretim başarısı

Figure 18. Production success

Asi havzasında 2013-2017 yılları arasında performans göstergelerinin TOPSİS yöntemiyle analizi sonucunda; su kullanım başarısı olarak %6-100 olarak hesaplanırken, en düşük değer 2016 yılında Yarseli Sulama Birliğinde %6, en yüksek değer ise Kırıkhan Sulama Birliğinde 2014-2016 yıllarında %100 olarak hesaplanmıştır. Sulama birliklerinin Finansal başarısı %15-80 arasında değişirken, 2013 yılında Hassa sulama birliği %80 ile en yüksek, Samandağ sulama birliği ise yine 2013 yılında %15 olarak en düşük finansal başarıyı sergilemişlerdir. Üretim etkinliği başarısı %0-100 arasında değişirken, en yüksek 2016-2017 yıllarında Samandağ sulama birliği %100, en düşük 2013, 2015 ve 2017 yıllarında Hassa sulama birliği %0 olarak belirlenmiştir. Hassa sulama birliğinin sorumluluk sahasında sulama altyapı ve su yetersizliği görülmektedir. Bu konuda çalışmalar devam etmektedir. Performans gösterge sonuçları ile TOPSİS yöntemi sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde iki yaklaşımda uyumlu olduğu ve sulama şebekelerinin performanslarının analizinde kullanılmasının yararlı olacağı ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak, sulama birliklerinin başarısı suyun randımanlı kullanımına, sulama altyapısına gerekli bakım onarımın yapılmasına, ürünlerin pazar fiyatlarına bağlıdır. Araştırmada yer alan sulama şebekeleri hiç zaman kaybedilmeden açık kanal sisteminden basınçlı sistemlere dönüştürülmeli, su ücretleri zamanında toplanmalı ve elde edilen toplam gelir içerisinde bakım onarıma ayrılan pay artırılmalıdır. Başarılı bir sulama işletmeciliği için

sulama birliklerinin ve çiftçilerin basınçlı sulama sistemleri hibe destek programlarından yararlanmaları yönünde tarımsal yayım çalışmalarının yaygınlaştırılması ve elde edilecek sonuçların izlenmesi ve değerlendirilmesi önerilebilir.

### TEŞEKKÜR

Bu Çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (2018/1-13YLS). Yüksek lisans tez çalışması sonuçlarını içermektedir.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Abbasi M K, Hemati M, Abdolshah M 2008. Analysis and Prioritizing Bank Account with TOPSIS Multiple-Criteria Decision – A Study of Refah Bank in Iran. 21st Australasian Finance and Banking Conference, 25.08.2008, Sydney, Australia
- Abernethy CL 1986. Performance measurement in canal water management: a discussion. Overseas Development Institute (ODI).

- Ağca N, Karanlık S, Ödemiş B 2014. Assessment of Ammonium, Nitrate, Phosphate, and Heavy Metal Pollution in Groundwater from Amik Plain, Southern Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(9):5921-5934.
- Aktürk D, Tekiner M, Savran F, Tatlıdil F 2010. Bayramiç-Ezine Sulama Birliğinin Ekonomik Göstergeler İle Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi. *Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, Şanlıurfa*.
- Aküzüm T, Çakmak B, Gökalp Z 2010. Türkiye’de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1): 67-74.
- Alcon F, García-Bastida PA, Soto-García M, Martínez-Alvarez V, Martín-Gorrioz B, Baille A 2017. Explaining the performance of irrigation communities in a waterscarce region. *Irrigation Science*, 35(3):193-203.
- Anonim, 2013-2017. DSİ’ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri İzleme ve Değerlendirme Raporları, DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı.
- Anonim, 2019. On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>
- Arslan F, Değirmenci H 2018. Sulama Şebekelerinin İşletme-Bakım ve Yönetim Modernizasyonunda RAP-MASSCOTE Yaklaşımı: Kahramanmaraş Sol Sahil Sulama Şebekesi Örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(1):45-51.
- Avcı M, Aşık Ş, Ünal HB 1997. Dağıtım Sistemi Performansının Değerlendirilmesine İlişkin Bir Yaklaşım. 6. Kültürteknik Kongresi, 5-8 Haziran, Kirazlıyayla-Bursa, s. 180-184.
- Beyribey M, Sönmez FK, Çakmak B, Oğuz M 1997. Sulama şebekelerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve Kültürteknik Derneği, s.172-179, Bursa.
- Burt, C 2001. Rapid Appraisal Process (RAP) and Benchmarking: Explanation and Tools. *Water Control. FAO/Thailand and WB Irrig. Institutions Window Rev. Oct 2002*: <http://www.itrc.org/papers/papersindex.html>
- Chen CT 2000. Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114 (1):1-9.
- Chen SJ, Hwang C. 1992. *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer –Verlag- Berlin.
- Çakmak B, Aküzüm T 2006. Türkiye’de Tarımda Su Yönetimi, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Su Politikaları Kongresi*. Ankara. 2, 349-359.
- Çakmak B, Beyribey M 2003. Sakarya Havzası Sulamalarında Sistem Performansının Değerlendirilmesi. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(1):116-124.
- Değirmenci, H. 2001. Devredilen Sulama Şebekelerinin Karşılaştırma Göstergeleri ile Değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15:31-41.
- Değirmenci, H. 2004. Kahramanmaraş Bölgesinde Bazı Sulama Şebekelerinin Karşılaştırma Göstergeleri İle Değerlendirilmesi, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 7(1):104-110.
- Değirmenci H, Tanrıverdi Ç, Arslan F 2017, Aşağı Seyhan Ovası Sulama Birliklerinin Kümeleme Analizi ile Karşılaştırılması, *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 20(4):326-333.
- Diker C 2018. Aşağı Seyhan Sulama Birliklerinin Değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi*, 42s.
- Eliçabuk C, Topak R 2016. Gevrekli Sulama Birliği’nde Sulama Performansının Değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 3(2):191-199.
- Hwang CL, Yoon P 1981. “Multiple Attribute Decision Making In: Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems”, Springer-Verlag-Berlin,
- Jadidi O, Hong TS, Firouzi F, Yusuf RM, Zulkifli N 2008. TOPSIS and Fuzzy Multi-Objective Model Integration for Supplier Selection Problem. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 312:762-769.
- Kapan E 2010. Asartepe sulama Birliğinde Sulama Performansının Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi. *A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD, Yüksek Lisans Tezi*, Ankara, 74s.
- Kartal S, Değirmenci H 2019a. Performans Göstergelerine Göre Sulama Şebekelerinin Değerlendirilmesi, *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 22(Ek Sayı 1): 222-229.
- Kartal S, Değirmenci H 2019b. Akdeniz Bölgesinde Bulunan Sulama Şebekelerinin Kalite İndeksi ile Değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24:269 – 277.
- Kartal S, Değirmenci H, Arslan F 2020. Assessment of Irrigation Schemes with Performance Indicators in Southeastern Irrigation District of Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 26 (2):138-146.
- Kartal S, Arslan F, Değirmenci H 2020. Sulama Şebekelerinde Bakım Performansının Değerlendirilmesi: Yozgat İli Örneği. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 52(1):36-45.
- Li DF 2010. TOPSIS-Based Nonlinear-Programming Methodology for Multiattribute Decision Making with Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Sets. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 18(2):299-311.

- Lin MC, Wang CC, Chen MS, Chang CA 2008. Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process. *Computers in Industry* 59:17-31.
- Madumjar A, Sarkar B, Madumjar PK 2005. Determination of quality value of cotton fibre using hybrid AHP-TOPSIS method of multi-criteria decision-making. *The Journal of The Textile Institute* 96(5):303-309.
- Molden DJ, Sakthivadivel R, Perry CJ, Fraiture CD, Kloezen WH 1998. Indicators for Comparing Performance of Irrigated Agricultural Systems. IWMI, Research Report 20, Colombo, 26 p.
- Moreno MA, Ortega F, Co'rcoles JI, Mart'inez A, Tarjuelo JM 2010. Energy analysis of irrigation delivery systems: monitoring and evaluation of proposed measures for improving energy efficiency. *Irrig Sci.*, 28:445-460.
- Ömürbek N, Makas Y, Ömürbek V 2015. AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Kurumsal Proje Yönetim Yazılımı Seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(21):59-83.
- Özfidaner M, Gönen E, Kartal S 2020. Adana ilinde TOPSIS yöntemi ile kuraklık analizi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(1):101-106.
- Rodríguez-Díaz JA, Camacho-Poyato E, Lopez-Luque R, PérezUrrestarazu L 2008. Benchmarking and multivariate data analysis techniques for improving the efficiency of irrigation districts: an application in Spain. *Agri System*, 96(1-3): 250-259.
- Saaty Thomas L, 2004. Decision Making - The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(1):1-35.
- Shrestha S, Aquino FY, Pandey VP 2014. Performance Evaluation of the Telagasari Irrigation Scheme (TIS) of Karawang Regency, Indonesia. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 12 (3-4): 187-197.
- Shyjith K, Ilangkumaran M, Kumanan S 2008. Multi-criteria decision-making approach to evaluate optimum maintenance strategy in textile industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 14(4):375-386.
- Smith M 1990. Introduction to Irrigation System Performance: Comparative Analysis of Case Studies Studies. Improved Irrigation System Performance for Sustainable Agriculture, Proceedings of the Regional Workshop Organized by FAO in Bangkok, Thailand 22-26 October, p. 25-35, Rome.
- Tanrıverdi T, Degirmenci H, Sesveren S 2011. Assessment of irrigation schemes in Turkey based on management types. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 10(11), pp. 1997-2004.
- Tsaur SH, Chang TY, Yen CH 2002. The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM. *Tourism Management*, 23: 07-115.
- Ustasüleyman T 2009. Bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: Ahs-Topsis Yöntemi. *Bankacılar Dergisi* 69:33-43.
- Yavuz MY, Kavdır İ, Delice NY 2006. Performance Evaluation of Water Users Associations: A Case Study of The Lower Seyhan Basin. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (3/4):35-45.
- Yaralıoğlu K 2001. Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Prosesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 16(1):129-142.
- Yurdakul M, İç YT 2003. Türk otomotiv firmalarının performans ölçümü ve analizine yönelik TOPSIS yöntemi kullanan bir örnek çalışma. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi* 18(1):1-13.
- Yükçü S, Atağan G 2010. TOPSIS Yöntemine Göre Performans Değerleme. *Muhasebe ve Finansman Dergisi* 45:28-35.
- Zema DA, Filianoti P, D'Agostino D, Labate A, Lucas-Borja ME, Nicotra A, Zimbone SM 2020. Analyzing the Performances of Water User Associations to Increase the Irrigation Sustainability: An Application of Multivariate Statistics to a Case Study in Italy. *Sustainability* 12 (6327):1-18.
- Wang JW, Cheng CH, Kun-Cheng H 2009. Fuzzy hierarchical TOPSIS for supplier selection. *Applied Soft Computing* 9:377-386.