



## Assessment of irrigation schemes with quality index in Mediterranean region

Akdeniz bölgesinde bulunan sulama şebekelerinin kalite indeksi ile değerlendirilmesi

Hasan DEĞİRMENCİ<sup>1</sup>, Sinan KARTAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystem Engineering, Kahramanmaraş, Turkey.  
<sup>2</sup>Alanya Alaaddin Keykubat University, Gazipaşa Mustafa Rahmi Büyükbal Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Antalya, Turkey.

### MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

#### Makale tarihçesi / Article history:

Geliş tarihi /Received:09.10.2019

Kabul tarihi/Accepted:16.12.2019

#### Keywords:

Irrigation, irrigation schemes, performance indicators, principle component analysis, quality index.

Corresponding author: Hasan DEĞİRMENCİ

✉: [degirmenci@ksu.edu.tr](mailto:degirmenci@ksu.edu.tr)

### ÖZET / ABSTRACT

**Aims:** In this study, performances of irrigation networks assessment made through quality index method in Mediterranean Region.

**Methods and Results:** The present study was conducted on 17 irrigation schemes from 6. Region (Mediterranean region) of State Hydraulic Works (DSI) by using performance indicator for 11 years of monitoring and evaluation reports from 2006 to 2016. A total of 16 performance indicators were examined in three groups (water distribution, financial and agricultural activity productive efficiency indicators). In order to evaluate irrigation schemes, the performance indicators were analyzed by principle component as well as the quality index of multivariate statistical methods. The irrigation schemes of each irrigation region were evaluated among themselves over the years. As a result, the most effective indicators were determined using the principle component analysis by reducing a large number of performance indicators. The quality index ensured the ranking of success among the irrigation schemes in Mediterranean region. The performance indicator group, which is effective in each scheme has changed scheme to scheme. According to mean values of performance indicators for 11 years, irrigation ratio was found 86.25% in Ceyhan, relative water supply was found 4.71 in Düziçi Sabunsuyu, output per unit irrigated area was found 23866 \$ ha<sup>-1</sup> in Anamur, maintenance, operation and management cost per unit command area was found 502 \$ ha<sup>-1</sup> in Samandağ irrigation scheme.

**Conclusions:** According to quality index analysis, Bozyazı, Silifke and Anamur irrigation schemes have the highest performance while Karaisalı, Mut and Düziçi Sabunsuyu irrigation schemes have the lowest performance during study period.

**Significance and Impact of the Study:** As a result, it was determined that water delivery channels and irrigation methods should be developed in order to increase the overall performance.

**Atf / Citation:** Degirmenci H, Kartal S (2019) Assessment of irrigation schemes with quality index in Mediterranean Region. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 24 (Özel Sayı) :269-277

## GİRİŞ

Sulama şebekelerinin izleme ve değerlendirmesi amacıyla birçok gösterge ve eşitlikler geliştirilmiştir (Molden ve ark., 1998; Malano ve Burton., 2001; Renault ve ark., 2007). Sulama şebekelerinin diğerleriyle ve yıllar

içinde kendi performansını karşılaştırmak amacıyla geliştirilen bu göstergeler “performans göstergeleri” olarak tanımlanmakta ve yaygın olarak kullanılmaktadır (Arslan ve Değirmenci, 2018; 2017; Alcon ve ark., 2017; Corcoles ve ark., 2016).

Performans göstergeleri, sulama şebekelerini

geliştirmek amacıyla kullanılan güçlü bir araçtır. Şimdiye kadar performans göstergeleri ile yapılan analiz direk karşılaştırmaya dayanıyordu, bu nedenle Rodriguez-Diaz ve ark. (2008) sulama şebekelerinin genel gerçek performansını açıklamak için bir yöntem geliştirmişlerdir. Performans göstergelerini analiz eden bu yöntem onların doğrudan kullanımının dezavantajlarını ortadan kaldırmaktadır. Çok değişkenli veri analizine dayanan bu yöntem sulama şebekelerinin istatistiksel olarak homojen gruplara ayrılmasını sağlamaktadır. Geliştirilen bu yöntem ile sulama şebekelerinin tüm performans göstergelerini dikkate alarak kalite indeksi adını verdikleri bir puanlama sistemi ile başarı sıralamasının yapılabileceğini, performans göstergelerinin homojen gruplar içinde karşılaştırma yapılabileceğini belirmişlerdir.

Türkiye’de sulama şebekelerini değerlendirmek amacıyla birçok araştırmacı tarafından çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Karşılaştırma göstergeleri ile sulama şebekeleri değerlendirilmiştir (Arslan ve Değirmenci, 2017;2018; Değirmenci ve ark., 2003; Şener ve ark., 2007; Eliçabuk ve Toprak, 2017; Tanriverdi ve ark., 2011; Akkuzu ve Mengü, 2012). Söz konusu bu çalışmalar bir bütünü yansıtmamakta, sulama şebekelerinin karşılaştırılmasında doğru sonuçlar alınmasını güçleştirmektedir. Kalite indeksi ile sulama şebekelerinin başarı sıralaması konusunda dünyada bir çok araştırmacı tarafından çalışmalar yürütülmüştür (Rodriguez-Diaz ve ark., 2008; Zema ve ark., 2015).

Bu çalışmanın amacı, Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından inşa

edilen ve sulama birliklerine devredilen 6. Bölgede yer alan 17 sulama şebekesinin, 11 yıllık verileri kullanılarak kalite indeksi yöntemi ile değerlendirmektir. Bu sulama şebekelerinin bölge bazında, performans göstergeleri hesaplanmış, temel bileşenler analizi ile göstergelerin etkileri araştırılmış ve tüm bu hesaplamalar dikkate alınarak kalite indeksine göre sulama şebekeleri sıralanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada DSİ tarafından inşa edilen ve işletme-bakım ve yönetim sorumluluğu faydalananlara devredilmiş 1000 ha ve üzerinde alana sahip olan 6. bölgeden 17 sulama şebekesi materyal olarak alınmıştır (DSİ, 2017).

Değerlendirmeye alınan sulama şebekelerinin, bölge no, sulama adı, sulama alanı, işletmeye açıldığı yıl, su sağlama şekli ve en fazla ekimi yapılan üç bitkinin ekim yüzdesi Çizelge 1’de, sulama şebekelerinin konumu ise Şekil 1’de verilmiştir.

Bu çalışmada sulama şebekelerini başarılarına göre sınıflandırmak amacıyla kalite indeksi değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Kalite indeksini hesaplamak için Malano ve Burton (2001); Molden ve ark. (1998)’nin geliştirdiği performans göstergeleri kullanılmıştır. Kullanılan performans göstergelerine ait hesaplama yöntemi ve ihtiyaç duyulan veriler Çizelge 2’de verilmiştir. Kalite indeksini hesaplamak amacıyla temel bileşenler analizi yapılmış ve sulama şebekeleri kalite indeksine göre sıralanmıştır.

Çizelge 1. Sulama şebekelerinin genel özellikleri

Sulama Adı	Sulama Alanı (ha)	Sulama Şekli		İşletmeye Açıldığı Yıl		Bitki Çeşidi	
		Cazibe	Pompaj				
Seyhan	152566	x	x	1944	Mısır (%32)	Narenciye (%16)	Pamuk (%14)
Silifke	6985	x	x	1958	Narenciye (%16)	Çilek (%16)	Çeltik (%15)
Anamur	3027	x	-	1966	Muz (%44)	Çilek (%42)	Narenciye (%7)
Bozyazı	1370	x	-	1966	Muz (%69)	Sebze (%13)	Yerfıstığı (%7)
Haruniye	7967	x	x	1969	Mısır (%64)	Yerfıstığı (%28)	Meyve (%2)
Kozan	9321	x	x	1970	Narenciye (%61)	Mısır (%18)	Fidan (%15)
Kesiksuyu	10645	x	-	1971	Mısır (%80)	Yerfıstığı (%14)	Narenciye (%3)
Ceyhan	101426	x	x	1976	Mısır (%72)	Yerfıstığı (%13)	Pamuk (%8)
Hassa	3400	x	-	1976	Hububat (%36)	Bağ (%27)	Mısır (%13)

Çizelge 1. (devamı)

Kırıkhan	7288	x	-	1983	Pamuk (%53)	Hububat (%18)	Mısır (%3)
Samandağ	1575	-	x	1986	Narenciye (%83)	Sebze (%13)	Meyve (%2)
Yuvarlaklı	1140	x	-	1987	Mısır (%61)	Yerfistiği (%21)	Zeytinlik (15)
Yarseli	6800	x	x	1991	Pamuk (%49)	Sebze (%25)	Mısır (%9)
Düziçi Sabunsuyu	1760	x	-	1993	Mısır (%52)	Yerfistiği (%28)	Sebze (%8)
Mut	3781	-	x	1994	Meyve (%98)	Sebze (%2)	-
Karaisalı	2186	x	-	1996	Mısır (%40)	Bostan (%23)	Ayçiçeği (%9)
Savrun	6815	x	x	1999	Mısır (%79)	Yerfistiği (%12)	Sebze (%4)



Şekil 1. Sulama şebekelerinin lokasyon haritası

Çizelge 2. Performans göstergelerinin hesaplanması

Göstergeler		Tanım	Gösterge kodu	Etki faktörü*
Sulama oranı (%)		$\frac{\text{Sulanan alan} * 100}{\text{Sulama alanı}}$	A	+1
Su dağıtım	Birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )	$\frac{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}{\text{Sulanan alan}}$	B	-1
	Birim sulama alanına dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )	$\frac{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}{\text{Sulama alanı}}$	C	-1
	Su temin oranı	$\frac{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}{\text{Toplam sulama suyu ihtiyacı}}$	D	-1

Çizelge 2. (devamı)

	Birim sulanan alana harcanan işletme-bakım masrafları (\$ ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Toplam işletme ve bakım masrafları}}{\text{Sulanan alanı}}$	E	-1
	Birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları (\$ ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Toplam işletme ve bakım masrafları}}{\text{Sulama alanı}}$	F	-1
	Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan işletme-bakım masrafları (\$ m <sup>-3</sup> )	$\frac{\text{Toplam işletme ve bakım masrafları}}{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}$	G	-1
Finansal	İşletme-bakım toplam gider oranı	$\frac{\text{Toplam işletme ve bakım masrafları}}{\text{Toplam gider}}$	H	+1
	Birim sulanan alana harcanan toplam gider (\$ ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Toplam gider}}{\text{Sulanan alan}}$	I	-1
	Birim sulama alanına harcanan toplam gider (\$ ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Toplam gider}}{\text{Sulama alanı}}$	J	-1
	Birim sulama suyuna karşılık toplam gider (\$ m <sup>-3</sup> )	$\frac{\text{Toplam gider}}{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}$	K	-1
	Fayda masraf oranı	DSI İzleme ve değerlendirme raporlarından alınmıştır	L	+1
		Birim sulanan alan üretim değeri (\$ ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Üretim değeri}}{\text{Sulanan alan}}$	M
Tarımsal etkinlik	Birim sulama alanı üretim değeri (\$ ha <sup>-1</sup> )	$\frac{\text{Üretim değeri}}{\text{Sulama alanı}}$	N	+1
	Birim şebekeye alınan sulama suyu üretim değeri (\$ m <sup>-3</sup> )	$\frac{\text{Üretim değeri}}{\text{Şebekeye alınan toplam su miktarı}}$	O	+1
	Birim sulama suyu ihtiyacına karşılık üretim değeri (\$ m <sup>-3</sup> )	$\frac{\text{Üretim değeri}}{\text{Toplam sulama suyu ihtiyacı}}$	P	+1

\*Etki faktörü: Sulama şebekesine pozitif veya negatif etkiyi ifade etmektedir

### Temel bileşenler analizinin yapılması

Temel bileşenler analizi (TBA) veri indirgeme ve aralarında ilişki bulunan değişkenleri daha az bağımsız değişkene dönüştürmeye yarayan bir yöntemdir. Temel bileşenler analizi (Principal Component Analysis, PCA) aralarında korelasyon bulunan çok sayıda performans göstergesinin yapısını açıklamak ve daha az sayıda performans göstergesiyle ifade etmek amacıyla yapılmıştır.

PCA'nın dört temel amacı vardır:

- 1- Veri/boyut indirgemesi yapmak.
- 2- Tahminleme yapmak

3- Veri setini bazı yöntemlerin analiz edebileceği forma sokmak (Kümeleme analizi, kalite indeksinin hesaplanması)

4- İlişkili gösterge setlerinden birimlerin temel bileşen skorlarını hesaplamak ve birimleri bu skorlara göre sıraya dizmek

Çok sayıda ilişkili göstergeli, bu göstergelerin doğrusal bileşenleri olan ve aralarında korelasyon bulunmayan az sayıda yeni yapay göstergelerle ifade etmek mümkündür. Bu nedenle çok sayıda olan performans gösterge setini daha az sayıda performans göstergesi ile ifade etmek amacıyla temel bileşenler analizi yapılmıştır. Sulama şebekelerinin değerlendirilmesinde kullanılan gösterge verilerinin temel bileşenler analizi için

uygunluğunun değerlendirilmesinde Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett testi uygulanmıştır. Ki-kare istatistiği olan Bartlett testi sonucu ne kadar yüksek ise anlamlı olma olasılığı o kadar yüksektir. Her DSI bölgesinde uygulanan TBA'nin uygunluğu bu test ile belirlenmiş, sonuçları ilgili bölümde verilmiştir. Test sonucunda P "önemlilik katsayısı" anlamlı olması performans göstergeleri ile yapılan temel bileşenler analizi için gerekli olan veri setinin yeterli olduğu anlamına gelmektedir (Alpar, 2017).

### **Kalite indeksinin hesaplanması**

Kalite indeksi sulama şebekelerini performans göstergelerini dikkate alarak başarı sıralamasını yapmak amacıyla Rodriguez-Diaz ve ark. (2008) tarafından kullanılan bir dizi istatistiksel analizden oluşan bir yöntemdir. Bu analizin sonucunda her sulama şebekesi bir kalite indeks değeri almaktadır. Bu kalite indeks değerinin hesaplanmasında izlenen adımlar aşağıda verilmiştir;

- Her sulama şebekesine ait performans göstergesinin ortalama değeri hesaplanır.
- Her bölgede bulunan tüm sulama şebekelerinin araştırma yıllarda oluşan ortalama, minimum ve maksimum değerlerinin hesaplanır.
- Etki faktörünün belirlenmesi sulama şebekelerin +1 ve -1 değerlerini almaktadır. Etki faktörü +1 olan performans göstergeleri sulama şebekeleri için artması istenen performans göstergeleri iken etki faktörü -1 olan performans göstergeleri azalması istenen performans göstergeleridir (Çizelge 2).

Standardize edilmiş ve düzeltilmiş performans göstergesi değerlerin hesaplanması aşağıda verilen Eşitlik 1 ile hesaplanmaktadır.

$$SDD = \frac{\frac{(\sum_i^t PG_i)}{n} - \min(PG_i)}{\frac{(\sum_i^t PG_i)}{n} - \max(PG_i)}}{Eş. (1)}$$

SDD: Standardize edilmiş ve düzeltilmiş performans göstergesi değeri;

PG: Performans göstergesi; n: performans göstergesi sayısı;

t: yıl

Her performans göstergesinin TBA sonucunda elde edilen bileşen yüklerinin % etkilerinin hesaplanması. Her performans göstergesinin kalite indeksinin hesaplanmasında farklı etkisi oluşmaktadır. Örneğin Bileşen1'de yer alan performans göstergeleri sulama şebekesinin sıralamasına daha çok etki ederken Bileşen2

ve Bileşen3'te yer alan performans göstergeleri daha az etki etmektedir. Bileşenlerin % etkisi Eşitlik 2 ile hesaplanmaktadır.

$$YBY = \frac{BY \times \sum_i^n BY_i}{100} Eş. (2)$$

YBY: Yüzde bileşen yükünün etkisi;

BY: bileşen yükü

Ağırlıklı göstergelerin hesaplanması Eşitlik 3'e göre hesaplanmaktadır.

$$AG = \sum_i^n (SDD_i \times YBY_i) Eş. (3)$$

AG: Ağırlık gösterge; n: ağırlıklı gösterge ve yüzde bileşen yükü etkisi

Kalite indeksinin hesaplanması Eşitlik 4'e göre hesaplanmaktadır.

$$Kİ = \sum_i^n \beta_1 \times AG_i + \beta_2 \times AG_2 + \dots + \beta_n \times AG_n Eş. (4)$$

Kİ: kalite indeksi; AG: ağırlıklı gösterge;  $\beta_1$ : Bileşen1'in varyansı

### **BULGULAR ve TARTIŞMA**

#### **Performans göstergeleri ortalama ve standart sapma değerleri**

Devlet Su İşleri 6. Bölge sulama şebekelerine ilişkin 2006-2016 yılları arasında hesaplanan performans göstergelerinin ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Sulama oranı (A) en yüksek %86.25 ile Ceyhan sulamasında, su temin oranı (D) en yüksek 4.61 ile Düziçi Sabunsuyu sulamasında, fayda masrafa oranı (L) 19.91 ile en yüksek Bozyazı sulamasında, birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafı (F) en düşük 33.46 \$ ha<sup>-1</sup> ile Karaisalı sulamasında, birim sulanan alan üretim değeri (M) 24137.62 \$ ha<sup>-1</sup> ile en yüksek Bozyazı sulamasında ve şebekeye alınan birim sulama suyu üretim değeri (P) ise 2.56 \$ ha<sup>-1</sup> ile en yüksek Anamur sulamasında gerçekleşmiştir.

#### **Temel bileşenler analizi**

Sulama şebekelerine ait performans göstergelerinin temel bileşenler analizi için öncelikle Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett uygunluk testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir. Analiz sonucunda KMO değeri 0.643>0.5 ve önemlilik seviyesi 0.000<0.01 bulunmuştur. Bu durum veri setinin temel bileşenler analizinin yapılmasının uygun olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. Temel bileşenler analizi için verilerinin uygunluğunun değerlendirilmesi

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Örneklem Ölçüm Değerlerinin Yeterliliği		0.643
Bartlett Testi	Ki-Kare	3855.937
	Sd	120
	P	0.000

Sulama şebekelerine ait hesaplanan 16 performans göstergesini gruplandırmak ve sulama şebekelerinin

başarı sıralamasını belirlemek için yapılan temel bileşenler analizi Çizelge 5'de verilmiştir. Varyansın %78.70'i açıklayan üç bileşen oluşmuştur. Bileşen 1 toplam varyansın %30.73'nü, Bileşen 2 %23.59'nu ve Bileşen 3 ise %11.78'ni açıklamaktadır. Bileşen 1'de yükleri 0.962, 0.906, 0.798, 0.752 olan I, K, G ve E göstergeleri arasında pozitif korelasyon vardır. Bileşen 2'de N, M, L ve P göstergeleri arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır.

Çizelge 3. DSI 6. Bölge sulama şebekelerine ait  $\bar{X} \pm S$  değerleri

	A	B	C	D	E	F	G	H
Seyhan	85.84 (4.97)	15485.19 (1667.98)	13244.99 (1173.83)	2.62 (0.66)	116.66 (17.71)	99.92 (16.71)	0.01 (0.00)	18.55 (2.30)
Silifke	69.31 (6.62)	23372.64 (3970.98)	16104.03 (2657.83)	2.30 (0.68)	220.99 (76.66)	149.00 (39.31)	0.01 (0.00)	32.29 (6.30)
Anamur	26.93 (3.62)	34533.72 (17406.22)	9319.68 (5589.17)	3.58 (2.14)	947.28 (1390.94)	219.59 (295.08)	0.03 (0.03)	18.35 (16.22)
Bozyazı	37.54 (13.39)	30029.86 (8801.93)	11329.56 (4908.17)	3.58 (2.26)	290.95 (112.42)	99.83 (23.53)	0.01 (0.01)	24.03 (5.18)
Haruniye	42.99 (7.21)	7883.46 (3987.35)	3330.40 (1584.95)	1.06 (0.42)	134.92 (28.79)	57.99 (12.53)	0.03 (0.02)	20.56 (5.40)
Kozan	51.92 (7.77)	11410.32 (2279.77)	5940.05 (1431.97)	1.77 (0.55)	134.75 (27.45)	69.25 (16.11)	0.01 (0.00)	17.23 (3.63)
Kesikkuyu	67.74 (14.53)	7519.14 (1528.50)	5122.18 (1698.96)	1.72 (0.48)	64.84 (17.40)	44.10 (18.10)	0.01 (0.00)	6.65 (2.52)
Ceyhan	86.55 (3.02)	12238.40 (3382.83)	10555.39 (2864.67)	2.33 (0.95)	85.87 (28.38)	74.18 (25.05)	0.01 (0.00)	18.10 (8.15)
Hassa	49.83 (5.85)	16328.10 (5251.11)	8038.85 (2557.38)	3.00 (1.33)	130.19 (35.60)	62.88 (14.71)	0.01 (0.00)	9.03 (2.09)
Kırıkhan	68.78 (9.73)	11946.08 (5674.28)	8228.89 (4152.79)	2.54 (1.41)	140.72 (33.76)	95.09 (22.11)	0.02 (0.01)	14.98 (4.80)
Samandağ	60.63 (4.32)	8069.99 (1638.78)	4865.34 (895.30)	1.51 (0.51)	806.20 (726.75)	502.57 (477.28)	0.11 (0.10)	39.07 (14.07)
Yuvarlaklı	66.45 (8.96)	15971.61 (8596.49)	10625.88 (5532.81)	4.08 (2.69)	54.05 (17.92)	35.27 (11.62)	0.01 (0.01)	10.48 (3.77)
Yarseli	59.12 (8.12)	11427.02 (1816.09)	6649.77 (906.39)	1.82 (0.44)	397.95 (126.60)	236.13 (77.49)	0.04 (0.02)	35.60 (6.66)
Düziçi	41.63 (8.93)	26975.47 (15360.96)	11084.50 (6201.94)	4.46 (3.10)	136.17 (48.35)	53.54 (14.91)	0.01 (0.00)	16.80 (3.90)
Sabunsuyu Mut	24.76 (11.71)	6086.10 (5182.77)	1674.95 (2581.09)	0.44 (0.28)	1131.19 (1499.60)	154.96 (54.84)	0.23 (0.15)	9.54 (5.00)
Karaisalı	29.14 (11.28)	11108.00 (3124.48)	3466.57 (1777.71)	1.83 (0.74)	128.79 (37.92)	33.46 (13.20)	0.01 (0.01)	3.66 (1.33)
Savrun	67.81 (14.51)	5241.67 (3543.90)	3841.46 (3709.62)	0.90 (0.26)	186.66 (51.77)	123.26 (38.10)	0.05 (0.02)	21.52 (6.17)

\*A: Sulama oranı (%), B: Birim sulanan alana dağıtılan toplam sulama suyu miktarı ( $m^3 ha^{-1}$ ), C: Birim sulama alanına dağıtılan toplam sulama suyu miktarı ( $m^3 ha^{-1}$ ), D: Su temin oranı, E: Birim sulanan alana harcanan işletme-bakım masrafları ( $\$ ha^{-1}$ ), F: Birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları ( $\$ ha^{-1}$ ), G: Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan işletme-bakım masrafları ( $\$ m^{-3}$ ), H: İşletme-bakım toplam gider oranı.

Çizelge 3 (devamı)

	I	J	K	L	M	N	O	P
Seyhan	631.98 (84.79)	540.22 (77.87)	0.04 (0.01)	6.84 (0.91)	5863.29 (988.33)	5013.37 (888.30)	0.38 (0.09)	1.05 (0.31)
Silifke	666.29 (126.76)	456.84 (64.24)	0.03 (0.00)	13.44 (3.09)	11606.56 (2916.13)	8154.67 (2594.26)	0.51 (0.18)	1.19 (0.42)
Anamur	3626.71 (1813.08)	929.89 (325.68)	0.11 (0.04)	7.76 (2.58)	23868.50 (5191.91)	6573.37 (2148.08)	0.83 (0.41)	2.56 (0.91)
Bozyazı	1170.53 (284.00)	414.31 (46.75)	0.04 (0.02)	19.91 (9.02)	24137.62 (10429.0)	8242.89 (2677.56)	0.93 (0.58)	2.41 (0.74)
Haruniye	786.12 (567.25)	333.62 (236.76)	0.14 (0.11)	3.48 (1.42)	3897.68 (777.02)	1711.21 (497.85)	0.71 (0.40)	0.59 (0.16)
Kozan	798.96 (168.54)	402.34 (47.95)	0.07 (0.03)	5.03 (1.41)	6130.50 (2349.30)	3057.09 (921.71)	0.56 (0.27)	1.01 (0.46)
Kesikkuyu	1081.13 (454.62)	659.52 (80.00)	0.16 (0.08)	2.10 (0.58)	3697.61 (714.03)	2433.28 (650.86)	0.54 (0.21)	0.91 (0.30)
Ceyhan	817.86 (1259.04)	690.77 (1037.35)	0.07 (0.11)	5.01 (1.20)	3616.23 (677.44)	3124.83 (627.99)	0.30 (0.11)	0.68 (0.17)
Hassa	1465.25 (334.16)	710.95 (146.92)	0.11 (0.08)	2.68 (0.83)	4976.79 (1385.20)	2452.53 (792.02)	0.40 (0.39)	0.96 (0.37)
Kırıkhan	996.39 (290.02)	665.65 (135.21)	0.10 (0.06)	4.30 (2.11)	4878.94 (1380.04)	3332.03 (1028.63)	0.50 (0.28)	1.04 (0.34)
Samandağ	1816.80 (732.42)	1115.77 (493.22)	0.24 (0.12)	3.78 (1.50)	11555.91 (3323.48)	7109.62 (2341.81)	1.51 (0.59)	2.29 (0.91)
Yuvarlaklı	533.03 (107.62)	345.54 (55.93)	0.05 (0.04)	5.16 (1.68)	4080.61 (1024.16)	2689.90 (789.82)	0.38 (0.37)	1.01 (0.29)
Yarseli	1097.46 (175.34)	649.02 (112.96)	0.10 (0.03)	2.62 (0.78)	4577.70 (883.55)	2759.64 (748.17)	0.42 (0.13)	0.77 (0.22)
Düziçi	851.59 (339.39)	343.74 (163.02)	0.04 (0.04)	2.96 (1.10)	4374.70 (1002.53)	1769.50 (524.22)	0.20 (0.08)	0.72 (0.22)
Sabunsuyu								
Mut	15548.12 (24758.90)	1773.16 (498.16)	3.12 (2.69)	2.29 (1.31)	16601.20 (7862.53)	3809.46 (2407.64)	5.11 (4.40)	1.41 (0.76)
Karaisalı	4381.34 (3227.83)	914.94 (115.91)	0.48 (0.46)	0.75 (0.30)	5278.28 (1846.61)	1373.27 (591.11)	0.54 (0.31)	0.99 (0.47)
Savrun	890.37 (213.17)	610.93 (271.55)	0.23 (0.10)	3.21 (1.05)	5064.80 (1027.89)	3457.93 (1325.74)	1.38 (0.78)	1.05 (0.41)

\* I: Birim sulanan alana harcanan toplam gider ( $\$ \text{ ha}^{-1}$ ), J: Birim sulama alanına harcanan toplam gider ( $\$ \text{ ha}^{-1}$ ), K: Birim sulama suyuna karşılık toplam gider ( $\$ \text{ m}^{-3}$ ), L: Fayda masraf oranı M: Birim sulanan alan üretim değeri ( $\$ \text{ ha}^{-1}$ ), N: Birim sulama alanı üretim değeri ( $\$ \text{ ha}^{-1}$ ), O: Birim şebekeye alınan sulama suyu üretim değeri P: Birim sulama suyu ihtiyacına karşılık üretim değeri ( $\$ \text{ m}^{-3}$ )

### Kalite indeksi

Yapılan kalite indeksi analizi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Buna göre performansı en yüksek üç sulama şebekesi Bozyazı, Silifke ve Anamur iken en düşük performansa sahip üç sulama şebekesi Karaisalı, Mut, Düziçi Sabunsuyu olarak gerçekleşmiştir.

Sonuç olarak 6. Bölgede sulama şebekelerinin başarı sıralamasına en çok etki eden Bileşen 1'de yer alan finansal etkinlik göstergesi olarak tanımlanan I, K, G ve E göstergelerinden meydana gelmektedir.

Kalite indeksinin hesaplanmasında 6. Bölgede finansal göstergeler etkili olmuştur. İşletme bakım masrafları, toplam gider parametreleri kullanılarak hesaplanan bu göstergeler sulama şebekelerinin üst sıralarda yer almasını sağlamıştır. Bölgede birim sulanan alana harcanan işletme ve bakım masraflarının bölgede bulunan sulama şebekelerinden düşük olması ( $112.42 \$ \text{ ha}^{-1}$ ), fayda masraf oranının yüksek olması (9.02) başarı sıralamasında Bozyazı sulama şebekesinin üst sırada yer almasını sağlamıştır.

Çizelge 5. DSİ 6. Bölge Temel bileşenler analizi sonucunda elde edilen bileşen yükleri

Göstergeler	Rotated Component Matrix <sup>a</sup>			
	1	2	3	4
I	0.962	-0.030	0.003	-0.079
K	0.902	0.041	-0.237	-0.125
G	0.798	0.060	-0.311	0.329
E	0.752	0.021	0.105	0.525
N	-0.059	0.926	0.043	0.252
M	0.171	0.868	0.069	0.053
L	-0.055	0.848	0.200	-0.062
P	0.048	0.737	0.115	0.165
D	-0.099	-0.017	0.927	-0.056
B	-0.039	0.291	0.918	0.010
C	-0.123	0.219	0.788	0.035
O	0.313	0.353	-0.482	-0.015
F	0.119	0.072	-0.026	0.956
H	-0.032	0.223	0.004	0.842
A	-0.258	-0.072	-0.065	0.187
J	0.335	0.036	-0.240	0.314
Açıklama düzeyi (%)	30.73	23.59	12.59	11.78
Toplam açıklama düzeyi (%)	78.70			

\*A: Sulama oranı (%), B: Birim sulanan alana dağıtılan toplam sulama suyu miktarı ( $m^3 ha^{-1}$ ), C: Birim sulama alanına dağıtılan toplam sulama suyu miktarı ( $m^3 ha^{-1}$ ), D: Su temin oranı, E: Birim sulanan alana harcanan işletme-bakım masrafları ( $\$ ha^{-1}$ ), F: Birim sulama alanına harcanan işletme-bakım masrafları ( $\$ ha^{-1}$ ), G: Birim sulama suyu miktarına karşılık harcanan işletme-bakım masrafları ( $\$ m^{-3}$ ), H: İşletme-bakım toplam gider oranı, I: Birim sulanan alana harcanan toplam gider ( $\$ ha^{-1}$ ), J: Birim sulama alanına harcanan toplam gider ( $\$ ha^{-1}$ ), K: Birim sulama suyuna karşılık toplam gider ( $\$ m^{-3}$ ), L: Fayda masraf oranı M: Birim sulanan alan üretim değeri ( $\$ ha^{-1}$ ), N: Birim sulama alanı üretim değeri ( $\$ ha^{-1}$ ), O: Birim şebekeye alınan sulama suyu üretim değeri P: Birim sulama suyu ihtiyacına karşılık üretim değeri ( $\$ m^{-3}$ )

Çizelge 6. DSİ 6. Bölge Sulama şebekelerinin kalite indeksi

Sulama Şebekesi	Kalite indeksi	Sıralama
Bozyazı	710.90	1
Silifke	359.61	2
Anamur	346.20	3
Samandağ	322.93	4
Savrun	214.53	5
Seyhan	181.29	6
Kozan	167.55	7
Kesiksuyu	126.75	8
Kırıkhan	107.72	9
Ceyhan	64.84	10
Haruniye	60.91	11
Yuvarlaklı	34.01	12
Hassa	-19.52	13
Yarseli	-34.17	14
Karaisalı	-45.60	15
Mut	-115.67	16
Düziçi Sabunsuyu	-211.10	17

Rodriguez-Diaz ve ark. (2008) İspanya'da yaptıkları çalışmada birim alana harcanan işletme bakım masraflarını  $120 \text{ € } ha^{-1}$  olarak hesaplamışlardır. İspanya'nın Endülüs Bölgesinde yapılan çalışmada sulama şebekeleri ileri teknoloji ile donatılmıştır. Bu nedenle birim alana harcanan işletme bakım masrafları

oldukça yüksek çıkmıştır. Araştırma yapılan sulama bölgelerinde su iletim kanalları genelde klasik veya kanaletten oluşmaktadır. Ayrıca basınçlı sulama hizmeti yaygın olmadığına, pompa biriminin bulunmaması birim alana harcanan işletme bakım masraflarının araştırma bölgesinde düşük olmasının diğer bir nedeni olarak yorumlanabilir. Zema ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada en yüksek birim alana harcanan işletme bakım masraflarını İtalya'nın Güney Bölgesinde  $1280 \text{ € } ha^{-1}$ , en düşük  $105 \text{ € } ha^{-1}$  olarak hesaplamışlardır.

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmada Akdeniz bölgesinde bulunan sulama şebekeleri performanslarının kalite indeksi yöntemi ile değerlendirilmesi yapılmıştır.

**Yöntemler ve Bulgular:** Bu çalışma, Akdeniz Bölgesi'nde Devlet Su İşleri (DSİ) 6. Bölgede bulunan 17 sulama şebekesinde yürütülmüştür. Çalışmada 2006-2016 arasındaki veriler kullanılmıştır. Toplam 16 performans göstergesi kullanılmıştır (su dağıtım, finansal ve üretim etkinlik göstergeleri). Sulama şebekelerini değerlendirmek amacıyla temel bileşenler analizi ve kalite indeksi kullanılmıştır. Sonuç olarak, sulama şebekelerinin performansına en çok etki eden



göstergeler temel bileşenler analizi ile belirlenmiştir. Kalite indeksi ise sulama şebekelerinin başarı sıralaması amacıyla kullanılmıştır. On bir yıllık verilerin ortalama değerlerine göre, Ceyhan sulamasında sulama oranı %86.25, Düziçi Sabunsuyu sulamasında su temin oranı 4.71, Anamur sulamasında birim sulanan alan üretim değeri 23866 \$ ha<sup>-1</sup>, Samandağ sulamasında birim sulama alanına düşen işletme, yönetim ve bakım masrafları 502 \$ ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

**Genel Yorum:** Kalite indeksine göre, Bozyazı, Silifke ve Anamur sulama şebekeleri en yüksek performans değerlerine sahipken, Karaisalı, Mut ve Düziçi Sabunsuyu sulama şebekeleri en düşük performans değerlerine sahiptir.

**Çalışmanın Önemi ve Etkisi:** Yapılan çalışma sonucunda, su iletim kanalları ve sulama yöntemlerinin geliştirilmesi ile sulama performansının aratabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sulama, sulama şebekeleri, performans göstergeleri, temel bileşenler analizi, kalite indeksi.

#### ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

#### KAYNAKLAR

- Akkuzu E, Mengü G P (2012) Aşağı Gediz Havzası sulama birliklerinde karşılaştırmalı performans göstergeleri ile sulama sistem performansının değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(2):149-158.
- Alcon F, Bastida P A G, Garcia M S, Alvarez V M, Gorris B M, Baille A (2017) Explaining the performance of irrigation communities in a water-scarce region. Irrigation Science, 35 (3): 193-203.
- Alpar R (2017) Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler. Detay Yayıncılık. Ankara. 42s
- Arslan, F, Değirmenci H (2017) Rating of some irrigation projects operated by DSI in Turkey. International Advanced Researches & Engineering Congress, November 16-18, Osmaniye, Turkey. pp 16-18.
- Arslan F, Değirmenci H (2018) Sulama şebekelerinin işletme-bakım ve yönetim modernizasyonunda RAPMASSCOTE yaklaşımı: Kahramanmaraş sol sahil sulama şebekesi örneği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(1): 45-51.

- Corcoles J I, Frizzone J A, Lima S C R V, Mateos L, Neale C M U, Snyder R L, Souza F (2016) Irrigation advisory service and performance indicators in Baixo Acaraú Irrigation District, Brazil. Irrigation and Drainage, 65(1):61-72.
- Değirmenci H, Büyükcangaz H, Kuşcu H (2003) Assessment of irrigation schemes with comparative indicators in the Southeastern Anatolia Project. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27(5):293-303.
- DSİ (2017) DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporları. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye.
- Eliçabuk C, Topak R (2017) Gevrekli Sulama Birliği'nde sulama performansının değerlendirilmesi. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2): 191-199.
- Malano H, Burton M (2001) Guidelines for Benchmarking Performance in the Irrigation and Drainage Sector. IPTRID and FAO, Rome, Italy.
- 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, p 26.
- Renault D, Facon T, Wahaj R (2007) Modernizing Irrigation Management: The MASSCOTE Approach-- Mapping System and Services for Canal Operation Techniques (Vol. 63). Food & Agriculture Org.
- Rodriguez-Diaz, J A, Camacho-Poyato E, Lopez-Luque R, Pérez-Urrestarazu L (2008) Benchmarking and multivariate data analysis techniques for improving the efficiency of irrigation districts: An application in Spain. Agricultural Systems, 96(1-3): 250-259.
- Şener M, Yüksel, A. N, Konukcu F (2007) Evaluation of Hayrabolu irrigation scheme in Turkey using comparative performance indicators. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 4(1): 43-54.
- Tanrıverdi C, Değirmenci H, Sesveren S (2011) Assessment of Irrigation Schemes in Turkey based on management types. African Journal of Biotechnology, 10(11):1997-2004.
- Zema DA, Nicotra A, Tamburino V, Zimbone S M (2015) Performance assessment of collective irrigation in water users' associations of Calabria (Southern Italy). Irrigation and Drainage, 64(3): 314-325.