



Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt 2 - Sayı 1: 27-34 / Ocak 2019

(Volume 2 - Issue 1: 27-34 / January 2019)

BOĞAÇAY, ÇAMGAZİ VE SARAYKÖY SULAMA ŞEBEKELERİNİN İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERLE ANALİZİ

Sinan KARTAL^{1*}, Fırat ARSLAN¹, Hasan DEĞİRMENCİ²

¹Akdeniz Üniversitesi, Kumluca Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 07350, Antalya, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 46040, Kahramanmaraş, Türkiye

Gönderi: 24 Ekim 2018; **Kabul:** 05 Kasım 2018; **Yayınlanma:** 01 Ocak 2019
(**Received:** October 24, 2018; **Accepted:** November 05, 2018; **Published:** January 01, 2019)

Özet

Türkiye’de sulama şebekelerinin performans düzeyi istenilen düzeyde değildir. Performans göstergeleri sulama şebekelerini değerlendirmede, diğerleri ile karşılaştırmada ve yıllar içinde gelişimini izlemede kullanılmaktadır. Çok sayıda olan performans göstergeleri sulama şebekelerinde genel bir değerlendirme yapılmasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca her performans göstergesinin sulama şebekesi üzerinde etkileri farklıdır. Bu nedenle araştırmacılar tarafından sulama şebekelerinin performansını analiz etmek için çok değişkenli istatistiksel değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Bu çalışmada farklı bölgelerde bulunan Boğaçay, Çamgazi ve Sarayköy sulama şebekeleri temel bileşenler analizi ile değerlendirilerek, hesaplanan kalite indeksine göre sulama şebekeleri sıralanmıştır. Çalışmada su dağıtım performans göstergeleri, finansal göstergeler ve tarımsal üretim-ekonomik göstergeleri sulama şebekelerinin sıralanmasında temel bileşenler analizi sonucuna göre farklı etkiler göstermiştir. Sonuç olarak birim sulanan/sulama alanına dağıtılan toplam sulama suyu miktarı, birim sulanan/sulama alanı üretim değeri göstergeleri sulama projelerinin sıralamasında önemli faktörler olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sulama şebekeleri, Performans göstergeleri, Temel bileşenler analizi, Kalite indeksi

Assessment of Irrigation Schemes of Sarayköy, Çamgazi and Boğaçay with Statistical Methods


Abstract: Irrigation schemes’ performance level is unsatisfactory in Turkey. Performance indicators used to assess irrigation schemes among others and years to monitoring. The large number of performance indicators make assessment difficult to make a general assessment of irrigation networks. In addition, each performance indicator has a different effect on the irrigation network. For this reason, multivariate statistical evaluation method was developed including performance indicators by the researchers to analyse the performance of irrigation schemes. In this study, the irrigation networks of Sarayköy, Çamgazi and Boğaçay in different regions were evaluated by principle component


and they were ranked among the irrigation schemes by quality index. In the present study, water distribution performance indicators, financial indicators and agricultural production-economic indicators showed different effects in the ranking of irrigation networks. As a conclusion, it was determined indicators which are irrigation water distributed to per unit irrigated / command area, and output per unit irrigated / command area were important factors have important effect on ranking of irrigation projects.


Keywords: Irrigation schemes, Performance indicators, Principle component analysis, Quality index

***Corresponding author:** Akdeniz Üniversitesi, Kumluca Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 07350, Antalya, Türkiye

E mail: skartalguray@hotmail.com (S. KARTAL)

Sinan KARTAL  <https://orcid.org/0000-0002-9600-8052>

Fırat ARSLAN  <https://orcid.org/0000-0002-7168-226X>

Hasan DEĞİRMENCİ  <https://orcid.org/0000-0002-6157-816X>

Cite as: Kartal S, Arslan F, Değirmenci H. 2019. Assessment of irrigation schemes of Sarayköy, Çamgazi and Boğaçay with statistical methods. *BSJ Agri*, 2(1): 27-34.

1. Giriş

Tarım ülkemiz ekonomisinin de önemli bir yere sahiptir. Tarım sektöründe mevcut üretim artışı, sulu tarım alanlarının ve birim alandan elde edilen verimin artmasına bağlıdır. Tarımda verimliliğin artırılmasında en önemli etkenlerin başında sulama gelmektedir. Bu bağlamda sulama yatırımları tarım sektörü için önemli bir unsurdur. Artan tarım, sanayi, içme ve kullanma suyu ihtiyacı, sınırlı olan su kaynaklarımızın en etkin biçimde kullanılmasını gerektirmektedir. Ülkemizde kullanılan suyun yaklaşık %74'ü tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Bu durum mevcut sulama şebekelerinin performansının özellikle su kullanımının izleme ve değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ülkemizde sulama şebekelerinin daha etkin ve verimli işletilmesi amacıyla 1994 yılında sulama şebekelerinin kullanıcı örgütlerine devri çalışması başlatılmıştır. Ülkemizde uygulanan devir çalışmaları çeşitli araştırmacılar tarafından farklı göstergelerle değerlendirilmiş ve sulama şebekelerinin çoğunda istenilen başarının elde edilmediği gözlemlenmiştir (Arslan ve Değirmenci, 2018; DSI, 2016). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Uluslararası Sulama Yönetimi Enstitüsü, Dünya Bankası ve Uluslararası Drenaj Komisyonu gibi kuruluşlar sulama şebekelerinin uygun göstergelerle izleme ve değerlendirmesi konularında çalışmalar yürütmektedirler. Sulama şebekelerinin performanslarının değerlendirilmesi için Molden ve ark. (1998), Malano ve Burton (2001), Burt (2001) ve Renault ve ark. (2007) gibi çok sayıda araştırmacı çeşitli göstergeler geliştirmişlerdir. Bu göstergeler kullanılarak dünyada ve ülkemizde çok sayıda sulama şebekesinin başarısı belirlenmeye çalışılmıştır. Sulama şebekelerinin değerlendirilmesinde çok yıllık veriler, çok sayıda gösterge ve birden çok sulama şebekesi birlikte analiz edilmektedir. Son yıllarda çeşitli araştırmacılar tarafından çok değişkenli istatistiksel yöntemlerin sulama şebekelerinin değerlendirilmesinde kullanıldığı görülmektedir. Muema ve ark. (2018) Kenya'da 4 sulama şebekesini 2012-2016 yılları verileri kullanılarak temel bileşenler analizi ile değerlendirmişlerdir.

Değerlendirmede tarımsal verimlilik, su temini ve finansal göstergeler kullanmışlardır. Córcoles ve ark., (2011) İspanya'nın Castilla- La Mancha bölgesinde bulunan 7 sulama birliğini 2006-2008 yılları verilerini kullanarak kümeleme analizi ile performanslarını değerlendirilmiştir. Değerlendirmede finansal, sulama işletim ve verimlilik göstergeleri kullanılmıştır. Rodriguez-Diaz ve ark. (2008) performans göstergeleri kullanılarak sulama şebekelerinin değerlendirmesini bir adım ileri taşımıştır. İspanya'da Endülüs bölgesinde, çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden yararlanarak sulama şebekelerinin değerlendirmesinde benzer özelliklere sahip sulama şebekelerini gruplandırmıştır. Daha sonra kullandığı temel bileşenler ve kümeleme analizi sonuçlarını tek bir indekste (Quality index) toplayarak sulama şebekelerinin başarı sıralamasında kullanmıştır. Zema ve ark. (2015) Güney İtalya Calabria bölgesinde 11 sulama şebekesini temel bileşenler analizi, kümeleme analizi ve kalite indeksi yöntemlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Hussain ve ark. (2008) Suudi Arabistan'da Al-Fadhley de bir sulama şebekesinde sulama suyunu çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden kümeleme analizini kullanarak değerlendirmişlerdir. Borgia ve ark. (2013) Senegal nehir havzasında Gorgol, Brakna ve Trarza bölgesinde 17 adet küçük, 3 adet büyük sulama şebekesini hiyerarşik kümeleme ve veri zarflama analizi ile değerlendirmişlerdir. Değirmenci ve ark. (2017) Aşağı Seyhan Ovasında faaliyet gösteren 20 sulama birliğini I. ürün sulama oranı, II. ürün sulama oranı, yıllık bakım onarım oranı ve ortalama su ücreti göstergeleri kullanılarak kümeleme analizi ile karşılaştırılmıştır. Değirmenci ve Arslan (2018) 23 DSİ bölgesinden sulama alanı en büyük 23 sulama şebekesinde işletme ve bakım gideri, yıllık gider, sulama alanı ve sulanan alan verilerini kullanarak 5 farklı gösterge ile sulama şebekelerini kümeleme analizi ile değerlendirilmiştir.

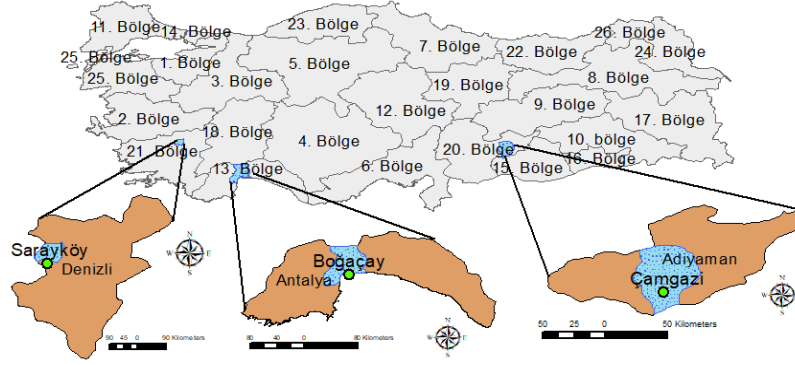
Bu çalışmada üç farklı bölgeden rastgele seçilen üç sulama şebekesi 11 performans göstergesi kullanılarak temel bileşenler ve kalite indeksi yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmanın materyalini Devlet Su İşleri 13., 20. ve 21. Bölgelerde bulunan Boğaçay (Antalya), Çamgazi (Adıyaman) ve Sarayköy (Denizli) sulama birlikleri oluşturmaktadır (Şekil 1).

Değerlendirmeye alınan sulama şebekeleri rastgele seçilmiştir. Araştırmada 2011-2016 yılları arasında

sulama alanı, sulanan alan, şebekeye alınan toplam su miktarı, sulama suyu ihtiyacı, işletme-bakım ve yönetim masrafı, toplam yıllık gider ve üretim değeri verileri kullanılmıştır. Veriler DSİ Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporlarından elde edilmiştir. Boğaçay, Çamgazi ve Sarayköy sulama birliklerine ait genel özellikler Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Değerlendirmeye alınan sulama birliklerinin konumu

2.1. Performans Göstergelerinin Hesaplanması

Performans göstergelerinin hesaplanmasında Burt (2001); Malano ve Burton (2001); Molden ve ark. (1998) tarafından verilen karşılaştırma göstergeleri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan göstergeler, hesaplama yöntemleri ve etki faktörü Tablo 2'de verilmiştir. Etki faktörü sulama birliklerinin kalite

indeksinin belirlenmesinde kullanılan performans göstergelerinin yüksek (+1) veya düşük (-1) olması, beklenen değeri ifade etmektedir. Konu ile ilgili literatür ile karşılaştırma yapabilmek için üretim değeri hesaplanmasında Merkez Bankası 2011-2016 yılları ortalama dolar kuru kullanılmıştır.

Tablo 1. Değerlendirmeye alınan sulama birliklerinin genel özellikleri

Sulama adı	Bölge no	İşletmeye açıldığı yıl	Sulama alanı (ha)	Sulama şekli	Ana ürünler
Boğaçay	13	1977	1420	Cazibe	Narenciye, sebze, meyve
Çamgazi	20	2005	7520	Cazibe-Pompaj	Pamuk, hububat, sebze
Sarayköy	21	1946	8245	Cazibe	Pamuk, yem bitkileri, incir

2.2. İstatistik Analiz

Tanımlayıcı istatistikler, 11 gösterge için 6 yıllık veri değerleri Microsoft Excel programı yardımıyla hesaplanmıştır. Çalışmada sulama birliklerine ait performans göstergeleri arasındaki ilişki pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir. Analizin yapılmasında IBM SPSS Statistics 20 programı kullanılmıştır. Temel bileşenler analizi performans göstergelerinin sınıflandırılması, boyut indirgenmesi ve yorumlanması amacıyla kullanılmıştır. Temel bileşenler analizinin amacı çok sayıda göstergeleri gruplandırarak sulama birliklerine olan etkilerini yorumlamayı kolaylaştırmaktır. Temel bileşenler analizi sonucunda elde edilen bileşen yüklerinden yararlanarak her sulama birliğinin kalite indeksi belirlenmiştir. Kalite indeksi sulama birliklerinin genel bir değerlendirmesini yapmak amacıyla geliştirilmiştir (Rodriguez-Diaz ve ark., 2008; Zema ve ark. 2015).

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma sonuçlarına göre hesaplanan minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Ortalama verilere göre sulama oranı en yüksek (%91.67) Sarayköy sulamasında, en düşük (%27.14) ise Çamgazi sulamasında bulunmuştur. Sulama oranının optimum değeri %100 olmakla birlikte, DSİ sulama şebekeleri ortalaması %62'dir. Çamgazi sulama şebekesinin sulama oranının düşük olmasının yanında standart sapması da yüksektir. Bu da sulama oranının 2011-2016 yılları arasında güvenilir sulama oranına sahip olmadığını göstermektedir.

Birim sulanan alan dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı (B) en yüksek Sarayköy (24310,7 m³ ha⁻¹) sulama şebekesinde gerçekleşmiştir (Tablo 3). Eliçabuk ve Toprak (2017) DSI 4. Bölge Müdürlüğüne bağlı Gevrekli sulama şebekesinde 2008-2013 yılları verilerine göre yaptığı çalışmaya göre B değerini 2577-5273 m³ ha⁻¹ olarak saptamışlardır. Ülkemizde yaygın olarak yüzey sulama sistemlerinin kullanılması ve açık sulama

kanalları ile su dağıtımı yapılması tüm sulama şebekelerinde hektara dağıtılan suyun fazla olmasını açıklamaktadır. Birim sulama alanına dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı (C) Sarayköy sulama şebekesinde en yüksek (22496,8 m³ ha⁻¹) bulunmuştur. Cihan ve Acar (2016) Konya ili Çumra ilçesinde 2012-2014 yılları verileri ile yaptığı çalışmada C değerini 10360 m³ ha⁻¹ olarak bulmuşlardır. Aynı gösterge değerini Kalender ve Toprak (2017) Ilgın ovasında 2007-2015 yılları verilerine göre basınçlı sulama yapan sulama şebekesinde 1727 – 6334 m³ ha⁻¹'a olarak bulmuşlardır. Sulama şebekelerinde suyu etkin kullanımını belirleyen

göstergelerden birisinde su temin oranıdır (D). Su temin oranının 1'e eşit olması sulama şebekesine yeterli miktarda sulama suyunun sağlandığını, 1'den az olması yetersiz su dağıtımının yapıldığını, 1'den fazla olması ise sulama şebekesinde fazla su dağıtımının yapıldığını göstermektedir (Molden ve ark., 1998). Araştırma alanında tüm sulama şebekelerinin ortalama D değeri 2.79 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3). D değerinin 1'den fazla olması 6 yıllık değerlerin ortalamasına göre ihtiyaçtan daha fazla suyun şebekeye sağlandığını göstermektedir.

Tablo 2. Performans göstergeleri (Burt., 2001; Malano ve Burton, 2001; Molden ve ark., 1998)

	Göstergeler	Tanım	Gösterge kodu	Etki faktörü
Su dağıtım	Sulama oranı (%)	$\frac{\text{Sulanan alan} * 100}{\text{Sulama alanı}}$	A	+1
	Birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı (m ³ ha ⁻¹)	$\frac{\text{Şebekeye sağtılan toplam su miktarı}}{\text{Sulanan alan}}$	B	-1
	Birim sulama alanına dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı (m ³ ha ⁻¹)	$\frac{\text{ŞŞebekeye sağtılan toplam su miktarı}}{\text{Sulama alanı}}$	C	-1
	Yıllık su temini oranı	$\frac{\text{Şebekeye sağtılan toplam su miktarı}}{\text{Toplam sulama suyu ihtiyacı}}$	D	-1
Finansal	Birim sulama alanına düşen işletme-bakım ve yönetim masrafları (\$ ha ⁻¹)	$\frac{\text{Toplam işletme, yönetim ve bakım masrafları}}{\text{Sulama alanı}}$	E	-1
	Birim sulama alanına düşen toplam gider (\$ ha ⁻¹)	$\frac{\text{Toplam gider}}{\text{Sulama alanı}}$	F	-1
	Birim yıllık sulama suyu miktarına düşen işletme-bakım ve yönetim masrafları (\$ m ³)	$\frac{\text{Toplam işletme, yönetim ve bakım masrafları}}{\text{Şebekeye sağtılan toplam su miktarı}}$	G	-1
	Birim yıllık sulama suyu miktarına düşen toplam gider (\$ m ³)	$\frac{\text{Toplam gider}}{\text{Şebekeye sağtılan toplam su miktarı}}$	H	-1
Tarımsal üretim	Birim sulanan alan üretim değeri (\$ ha ⁻¹)	$\frac{\text{Üretim değeri}}{\text{Sulanan alan}}$	I	+1
	Birim sulama alanı üretim değeri (\$ ha ⁻¹)	$\frac{\text{Üretim değeri}}{\text{Sulama alanı}}$	J	+1
	Şebekeye sağtılan birim sulama suyuna karşılık üretim değeri (\$ m ⁻³)	$\frac{\text{Üretim değeri}}{\text{Şebekeye sağtılan toplam su miktarı}}$	K	+1

Birim sulama alanına düşen işletme-bakım ve yönetim masrafları (E) ve birim sulama alanına düşen toplam gider (F) sulama şebekelerinin birim alana harcanan masrafları göstermektedir. E gösterge değeri en yüksek (333.0 \$ ha⁻¹) Boğaçay sulama şebekesinde F değeri ise en yüksek (877.5 \$ ha⁻¹) Çamgazi sulama şebekesinde gerçekleşmiştir (Tablo 3). Arslan ve Değirmenci (2018) Kartalkaya Sol Sahil sulama şebekesinde 2015 verilerine göre yaptıkları çalışmada E değerini 89.26 \$ ha⁻¹ olarak hesaplamışlardır. Çalışma alanında göstergelerin yüksek olması sulama şebekesinin finansal yönetim olarak iyi bir performansa sahip olmadığını göstermektedir. Birim alan bazında toplam giderin fazla olması sulama şebekesinin bakım-onarım ihtiyacının fazla olduğunu, çalıştırılan eleman sayısının fazlalığını ve makine-teçhizat ihtiyacının fazla olduğunu göstermektedir.

Tarımsal üretim göstergeleri birim alandan ve birim sulama suyundan elde edilen üretim miktarını göstermektedir. Bu gösterge kullanılan iletim kanalları, bitki deseni ve yönetimden etkilenmektedir. Birim sulanan alan üretim değeri (I) sonuçları incelendiğinde Boğaçay sulama şebekesi en yüksek (1374 \$ ha⁻¹) performansı göstermekte iken Sarayköy sulama şebekesi en düşük (441.7 \$ ha⁻¹) performansı göstermektedir. Birim sulanan alan üretim değeri (J) göstergesine göre en yüksek (989.9 \$ ha⁻¹) Boğaçay sulama şebekesinde bulunmuştur (Tablo 3). Boğaçay sulama şebekesinde bu göstergenin yüksek olmasının nedeni narenciye, sebze ve meyve gibi üretim değeri yüksek bitki deseninin olmasıdır. Ancak birim şebekeye sağtılan sulama suyuna karşılık üretim değeri (K) en yüksek sulama şebekesi ise Sarayköy sulama şebekesidir. K göstergesine göre

Sarayköy sulama şebekesinin daha etkin işletildiği başka bir ifade ile yönetildiği söylenebilir. Sonuç olarak 11

gösterge ile yapılan değerlendirme sonuçlarına göre üç sulama şebekesi farklı performans göstermiştir.

Tablo 3. Performans göstergeleri tanımlayıcı istatistikler

Gösterge kodları*		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Sarayköy	Min	91.67	17943.9	16514.1	2.6	107.7	680.2	0.004	1.00	336.1	309.4	0.01
	Max	95.63	34440.3	31570.7	6.9	150.2	855.6	0.009	1.45	536.9	513.5	0.03
	Ort.	92.69	24310.7	22496.8	3.9	126.5	786.7	0.006	1.27	441.7	410.1	0.02
	SS	1.51	6483.8	5815.0	1.6	17.1	72.9	0.002	0.20	68.7	69.4	0.01
Çamgazi	Min	14.73	9503.6	1400.3	1.3	14.6	370.6	0.004	1.12	366.3	75.8	0.02
	Max	44.07	19226.5	5571.8	3.6	70.7	1091.6	0.039	16.4	544.4	161.4	0.05
	Ort.	27.14	13311.8	3622.3	2.4	42.3	877.5	0.014	9.93	461.7	120.3	0.04
	SS	11.89	3558.8	1702.4	0.9	18.3	268.3	0.010	4.93	66.5	41.6	0.01
Boğaçay	Min	63.11	12598.3	8398.9	1.1	126.4	430.3	0.009	0.07	1176.8	869.4	0.08
	Max	78.44	17351.3	13611.1	2.9	1060.3	636.4	0.104	0.17	1562.3	1220.1	0.11
	Ort.	72.04	14835.2	10706.5	2.0	333.0	485.1	0.032	0.11	1374.1	989.9	0.09
	SS	5.94	1686.7	1685.9	0.8	364.2	76.0	0.036	0.03	169.3	152.7	0.01

SS= satandart sapma

Temel bileşenler analizi için gösterge verilerinin uygunluğunun değerlendirilmesi

Sulama şebekelerinin değerlendirilmesinde kullanılan gösterge verilerinin temel bileşenler analizi için uygunluğunun değerlendirilmesinde Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett testi uygulanmıştır. Ki-kare istatistiği olan Bartlett testi sonucu ne kadar yüksek ise anlamlı olma olasılığı o kadar yüksektir. Tablo 4’de verilen analizde Bartlett test sonucu yaklaşık Ki-Kare 300,939 bulunmuştur. Serbestlik derecesi $n1 \times (n-1) / 2$ den hesaplanmakta olup $(11 \times 10) / 2 = 55$ ’dir. Sig. anlamlılık düzeyini ifade etmekte, $p < 0.05$ ise anlamlı şeklinde yorumlanır. Yapılan testte $P < 0.05$ olduğu için değişken setinin temel bileşenler analizine uygun olduğunu göstermektedir.

3.1. Temel Bileşenler Analizi İçin Gösterge Verilerinin Uygunluğunun Değerlendirilmesi

Sulama şebekelerinin değerlendirilmesinde kullanılan gösterge verilerinin temel bileşenler analizi için uygunluğunun değerlendirilmesinde Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett testi uygulanmıştır. Ki-kare istatistiği olan Bartlett testi sonucu ne kadar yüksek ise anlamlı olma olasılığı o kadar yüksektir.

Tablo 4. Sulama performans göstergelerinin temel bileşenler analizine uygunluk testi

Tester		
KMO		.481
Bartlett	Ki-Kare	300.939
	Sd	55
	Sig.	.000

KMO = Kaiser-Meyer-Olkin örneklem ölçüm değerlerinin yeterliliği

Tablo 4’de verilen analizde Bartlett test sonucu yaklaşık Ki-Kare 300,939 bulunmuştur. Serbestlik derecesi $n1 \times (n-1) / 2$ den hesaplanmakta olup $(11 \times 10) / 2 = 55$ ’dir. Sig.

anlamlılık düzeyini ifade etmekte, $p < 0.05$ ise anlamlı şeklinde yorumlanır. Yapılan testte $P < 0.05$ olduğu için değişken setinin temel bileşenler analizine uygun olduğunu göstermektedir.

3.2. Temel Bileşenler Analizi

Temel bileşenler analizi hangi sulama şebekesinin en iyi performans gösterdiğini belirlemek için yapılmıştır. Yapılan temel bileşenler analizi sonucunda temel bileşenler ağırlıkları hesaplanmış ve Tablo 5’de verilmiştir. Birinci bileşen (Bileşen 1) toplam varyasyonun %41.99’ünü belirtmektedir. İkinci bileşen (Bileşen 2) toplam varyasyonun %34.51 ifade etmektedir. Bileşen yükleri (mutlak değeri) birbirine yakın olan performans göstergeleri birbiri ile korelasyon göstermektedir. Tablo 5’de Bileşen 1 değerleri 0.946, 0.920, 0.879, -0.784, 0.689 ve 0.611 olan I, J, K, F, E ve G performans göstergeleri birbiri ile yüksek korelasyona sahiptir ve kümeleme oluşturmaktadır. Ancak F göstergesi ile diğer göstergeler arasında negatif korelasyon ilişkisi vardır. Tablo 5’te Bileşen 2’nin değerleri incelendiğinde C, B, A, D ve H göstergeleri diğer kümeyi oluşturmakta ve aralarında korelasyon olduğunu göstermektedir. Ayrıca Şekil 1’de y eksenini incelendiğinde ilişkili göstergelerin birbiriyle ilişkisi anlaşılmaktadır. Bileşen 2’de birim sulama suyuna karşılık harcanan toplam gider (H) dışında diğer tüm göstergeler arasında pozitif korelasyon vardır.

Tablo 5’te verilen temel bileşenler ve öz değerlerin incelenmesi sonucunda veride iki boyutun oluşmuştur ve bileşenlerin saçılım grafiği Şekil 2’de verilmiştir. Bileşen yükleri birbirine yakın olan performans göstergeleri farklı yerlerde kümelenmiştir bu kümeler mor (Bileşen1) ve mavi (Bileşen2) renklerle Şekil 2’de gösterilmiştir. Şekil 2 x eksenine (Bileşen 1) göre incelendiğinde bileşen değerlerinin mutlak değeri yakın olduğu anlaşılmaktadır. Tablo 5’te Bileşen1 yükleri 0.946, 0.920, 0.879, -0.784, 0.689 ve 0.611 olan I, J, K, F, E ve G performans göstergeleri birbiri ile yüksek korelasyona sahiptir ve kümeleme oluşturmaktadır. Ancak F göstergesi ile diğer

göstergeler arasında negatif korelasyon ilişkisi vardır. Fakat bu göstergelerin mutlak değeri birbirine yakındır. Şekil 1’de x eksenine (Bileşen1) göre incelendiğinde bileşen değerlerinin mutlak değeri yakın olduğu anlaşılmaktadır. Tablo 6’te verilen korelasyon analizi

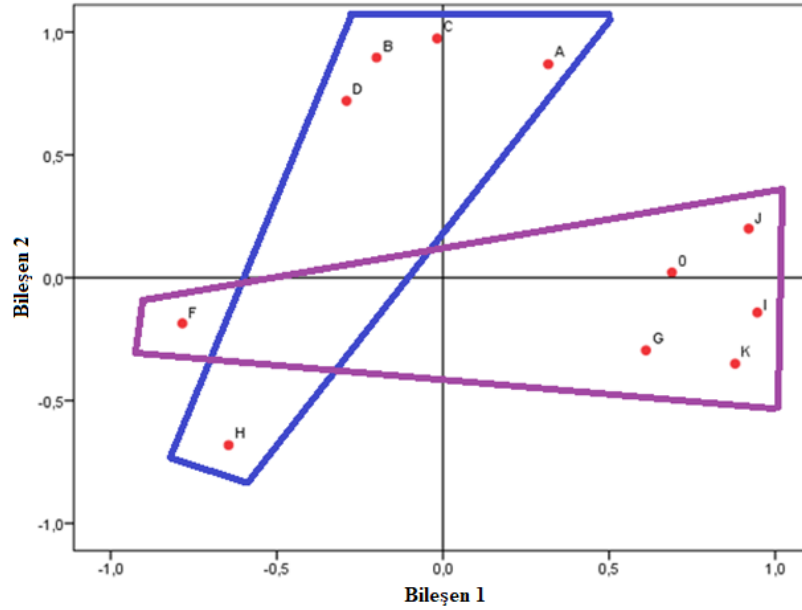
incelendiğinde F göstergesinin I, J, K, E ve G göstergeleri ile negatif korelasyon, diğer göstergelerin ise aralarında pozitif korelasyon olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum Tablo 5’te verilen temel bileşenler analizi sonuçlarını desteklemektedir.

Tablo 5. Temel bileşenler analizi

Göstergeler*	Rotated Component Matrix ^a	
	Bileşenler	
	1	2
I	.946	-.142
J	.920	.200
K	.879	-.350
F	-.784	-.186
E	.689	.021
G	.611	-.296
C	-.017	.974
B	-.200	.896
A	.317	.869
D	-.290	.720
H	-.645	-.682
Açıklama yüzdeleri	41.99	34.51

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. Rotation converged in 3 iterations.

*A: Sulama oranı. B: Birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı. C: Birim sulama alanına dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı. D: Yıllık su temini oranı. E: Birim sulama alanına düşen işletme-bakım ve yönetim masrafları. F: Birim sulama alanına düşen toplam gider. G: Birim yıllık sulama suyu miktarına düşen işletme-bakım ve yönetim masrafları. H: Birim yıllık sulama suyu miktarına düşen toplam gider. I: Birim sulanan alan üretim değeri. J: Birim sulama alanı üretim değeri. K: Şebekeye saptırılan birim sulama suyuna karşılık üretim değeri



Şekil 2. Bileşen yüklerinin saçılım grafiği

3.3. Korelasyon Analizi

Sulama şebekelerinin değerlendirilmesinde kullanılan 11 performans göstergesinin 2011-2016 yılları verilerine göre yapılan pearson korelasyon analiz sonuçları Tablo 6’da verilmiştir. Pearson korelasyon katsayısı pozitif olduğunda ve önemlilik seviyesi 0.05’in altında olduğunda performans göstergeleri birlikte artmaya eğilimlidirler. Pearson korelasyon katsayısı negatif olduğunda ve önemlilik seviyesi 0.05’in altında olduğunda performans

göstergeleri birlikte azalmaya eğilimlidir. Önemlilik seviyesi 0.05’in üzerinde olan değerler, performans göstergelerinin arasında herhangi bir korelasyon olmadığını göstermektedir.

3.4. Kalite İndeksinin Yorumlanması

Performans göstergelerinin temel bileşenler analizi sonucunda bileşen yükleri ile hesaplanan skorlar ile sulama şebekelerinin kalite indeksi sıralaması Tablo 7’de verilmiştir. Sulama şebekeleri için hesaplanan kalite

indeksi sonuçlarına göre en başarılı sulamanın Boğaçay, daha sonra Sarayköy ve en düşük performans gösteren ise Çamgazi olduğu anlaşılmaktadır. Çamgazi sulaması üretim göstergelerinde yüksek performans göstermesi sıralamada en üstte olmasını sağlamıştır. Sarayköy sulama birliğinin sulama oranı oldukça yüksek (ort. %92.69) olmasına rağmen birim sulanan/sulama alanına

dağıtılan toplam sulama suyu miktarı yüksek olması ve birim alandan elde edilen üretim değerinin düşük olması 2. sıraya yerleşmesine sebep olmuştur. Çamgazi sulaması ise su dağıtım performans göstergeleri, finansal göstergeler ve üretim etkinlik göstergelerinin düşük olduğu açık olarak görülmektedir.

Tablo 6. Pearson korelasyon matrisi

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A	Pcor	1	.613**	.860**	.437	.181	-.311	-.132	-.816**	.168	.514*	-.007
B	Pcor		1	.913**	.682**	-.015	-.037	-.274	-.413	-.310	-.047	-.520*
C	Pcor			1	.654**	.047	-.106	-.252	-.603**	-.150	.180	-.350
D	Pcor				1	-.019	.198	-.212	-.235	-.346	-.133	-.480*
E	Pcor					1	-.368	.922**	-.364	.535*	.478*	.452
F	Pcor						1	-.278	.755**	-.674**	-.695**	-.579*
G	Pcor							1	-.085	.502*	.330	.496*
H	Pcor								1	-.472*	-.704**	-.307
I	Pcor									1	.927**	.955**
J	Pcor										1	.819**
K	Pcor											1

**Korelasyon 0.01 önemlilik seviyesinde (2-tailed); *Korelasyon 0.05 önemlilik seviyesinde (2-tailed).

Pcor= pearson korelasyon katsayısı; A= Sulama oranı, B= Birim sulanan alana dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı, C= Birim sulama alanına dağıtılan yıllık sulama suyu miktarı, D= Yıllık su temini oranı, E= Birim sulama alanına düşen işletme-bakım ve yönetim masrafları, F= Birim sulama alanına düşen toplam gider, G= Birim yıllık sulama suyu miktarına düşen işletme-bakım ve yönetim masrafları, H= Birim yıllık sulama suyu miktarına düşen toplam gider, I= Birim sulanan alan üretim değeri, J= Birim sulama alanı üretim değeri, K= Şebekeye saptırılan birim sulama suyuna karşılık üretim değeri

4. Sonuç

Bu çalışmanın sonucunda temel bileşenler analizinin sulama şebekelerinin başarısını çok değişkenli göstergelerin (performans göstergeleri) kullanılarak ölçmekte başarılı sonuç verdiğini göstermektedir. Sulama performans göstergelerinin sayısı arttıkça karşılaştırma ve başarı ölçütlerini belirlemede karşılaşılan zorlukları ortadan kaldırmakta temel bileşenler analizi kullanılabilir. Temel bileşenler analizi kullanılarak, sulama şebekelerine hangi göstergenin daha fazla katkısı olduğu, hangi göstergenin ise daha az etkilediği açıkça görülmektedir. Sulama oranı, birim alana dağıtılan sulama suyu miktarı göstergeleri yüksek performans gösterse bile üretim etkinlik performans göstergeleri daha düşük olması başarı sıralamasında düşmesine neden olabilir. Sonuçta performans göstergelerini bir bütün olarak değerlendirmeye yarayan temel bileşenler analizi, sulama şebekelerinin başarısını ölçme amaçlı kullanılabilir. Çamgazi sulama şebekesinde üretim değeri, su ileti performansı düşük olduğundan üretim değeri yüksek olan bitkilerin yetiştirilmesi suyun daha ekonomik kullanılması için sulama şebekesinin geliştirilmesi gerektiği söylenebilir.

Çıkar ilişkisi

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

Arslan F, Değirmenci H. 2018. Sulama şebekelerinin işletme-bakım ve yönetim modernizasyonunda RAP-MASSCOTE yaklaşımı: Kahramanmaraş sol sahil sulama şebekesi örneği. Atatürk Üniv Zir Fak Derg, 49 (1): 45-51.

- 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. *Agri Water Manage*, 121: 19-26.
- Burt C. 2001. Rapid Appraisal Process (RAP) and Benchmarking: Explanation and Tools. *Water Control*. <http://www.watercontrol.org/tools/rap-eng-2002>, (Erişim tarihi: 18 Ağustos 2014).
- Cihan İ, Acar B. 2016. Performance of ova water user association in Konya-Turkey. *World J Innov Res*, 1(2): 25-28.
- Córcoles JI, de Juan JA, Ortega JF, Tarjuelo JM, Moreno MA. 2011. Evaluation of irrigation systems by using benchmarking techniques. *J Irrigat Drain Engin*, 138(3): 225-234.
- Değirmenci H, Arslan F. 2018. Sulama birliklerine devredilen sulama şebekelerinde işletme ve bakım giderlerinin analizi. *Su Kaynakları*, 3(1): 16-23.
- Değirmenci H, Tanrıverdi Ç, Arslan F. 2017. Aşağı Seyhan Ovası sulama birliklerinin kümeleme analizi ile karşılaştırılması. *KSÜ Doğa Bil Derg*, 20(4): 326-333.
- DSI, 2016. Sulama şebekeleri izleme ve değerlendirme raporları. Devlet Su İşleri.
- Eliçabuk C, Topak R. 2017. Gevrekli sulama birliği'nde sulama performansının değerlendirilmesi. *Selçuk Tar Bil Der*, 3(2): 191-199.
- Hussain M, Ahmed SM, Abderrahman W. 2008. Cluster analysis and quality assessment of logged water at an irrigation project, eastern Saudi Arabia. *J Envir Manage*, 86(1): 297-307.
- Kalender MA, Topak R. 2017. Irrigation performance of Ilgın plain irrigation association. *Selçuk J Agr Food Sci*, 31(2): 59-67.
- Malano H, Burton M. 2001. Guidelines for Benchmarking Performance in the Irrigation and Drainage Sector, IPTRID and FAO, Rome, Italy.
- Malano H, Burton M. 2001. Guidelines for benchmarking performance in the irrigation and drainage sector, IPTRID and FAO, Rome, Italy.
- 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.
- Muema F, Home P, Raude J. 2018. Application of benchmarking and principal component analysis in measuring performance of public irrigation schemes in Kenya. *Agri*, 8(162): 1-20.
- 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.
- Rodríguez-Díaz JA, 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. *Agri System*, 96(1-3): 250-259.
- Zema DA, Nicotra A, Tamburino V, Zimbone SM. 2015. Performance assessment of collective irrigation in Water Users' Associations of Calabria (Southern Italy). *Irrigat Drain*, 64(3): 314-325.