

Araştırma Makalesi

**Bursa Bölgesi Sulama Şebekelerinin İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi**

Hakan BÜYÜKCANGAZ<sup>1\*</sup>, Hasan DEĞİRMENCİ<sup>2</sup>, Sinan KARTAL<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü-Bursa

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü-Kahramanmaraş

\*Sorumlu yazar: [cangaz@uludag.edu.tr](mailto:cangaz@uludag.edu.tr)

Geliş Tarihi: 10.06.2018

Düzeltilme Geliş Tarihi: 17.07.2018

Kabul Tarihi: 07.08.2018

**Özet**

Sulama şebekelerinin işletme aşamasında izlenmesi ve değerlendirilmesi şebekelerin verimliliğinde en önemli unsurdur. Sulama şebekelerinin performanslarının belirlenmesinde dünyada en çok kullanılan göstergeler üretim değeri ile ilişkili göstergelerdir. Bu çalışmada; Bursa bölgesinde bulunan 9 sulama şebekesi materyal olarak alınmıştır. Değerlendirmede; proje alanı brüt üretim değeri (PABÜD), sulanan alan brüt üretim değeri (SABÜD), şebekeye alınan su miktarı brüt üretim değeri (ŞASMBÜD), sulama suyu ihtiyacı brüt üretim değeri (SSİBÜD) ve sulama oranı (SO) karşılaştırma göstergeleri kullanılmıştır. Yapılan veri zarflama analizinde; şebekeye alınan su miktarı ve çalışan personel sayısı girdi, üretim değeri ve sulanan alan ise çıktı olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 4 yıllık ortalama veriler ve varyasyon katsayısı incelendiğinde en iyi durumda olan sulama şebekeleri PABÜD [1198.61 (15.18)] ve SABÜD [2147.75 (9.06)] performans göstergesi değerine göre Boyalıca Pompaj Sulaması, ŞASMBÜD [0.40 (10.62)] performans göstergesine göre İznik Pompaj Sulaması, SSİBÜD [0.48 (24.17)] ve SO [76.51 (7.56)] performans göstergesine göre ise Bursa Yeraltısuyu Sulaması (YAS) sulamasıdır. Veri zarflama analiz sonuçları incelendiğinde 9 sulama şebekesi içinde Bursa YAS pompaj sulamasının en etkin olduğu ve başarılı bir yönetim sergilediği görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Sulama şebekesi, karşılaştırma göstergeleri, veri zarflama analizi, sulama oranı.

**Evaluation of Irrigation Schemes by Statistical Methods in Bursa Region**

**Abstract**

The monitoring and evaluation of irrigation schemes in operation phase is the most important factor in the efficiency of the schemes. The most commonly used indicators in the world when determining the performance of irrigation networks are indicators related to the production value. In this study, 9 irrigation schemes in Bursa region were taken as material. Gross production value of command area (GPVCA), gross production value of irrigated cropped area (GPVICA), gross production value of diverted irrigation supply (GPVDIS), gross production value of water consumed by ET (GPVWC) and irrigation ratio (IR) were used as comparative indicators in the evaluation. The amount of diverted water supply and the number of working personnel were used as input, standardized gross production value and irrigated area as output in data envelopment analysis done. When the 4-years data and coefficient of variation is examined, Boyalıca irrigation schemes showed the best performance in terms of GPVCA [1198.61 (15.18)] and GPVICA [2147.75 (9.06)], İznik irrigation scheme in terms of GPVDIS [0.40 (10.62)], and Bursa YAS irrigation scheme in terms of GPVWC [0.48 (24.17)] and IR [76.51 (7.56)]. When the data envelopment analysis results were evaluated, it may concluded that Bursa YAS irrigation scheme is the most efficient and successful in operation and management out of 9 irrigation schemes.

**Key words:** Irrigation scheme, comparative indicators, data envelopment analysis, irrigation ratio.

## Giriş

Bilindiği gibi dünyada ve ülkemizde suyun büyük çoğunluğu, tarımda gıda üretimine yönelik olarak kullanılmaktadır. Kırsal alanlardan kentlere göç sonucunda büyüyen kentleşme ve sanayileşmenin gereksinim duyduğu suyun karşılanması, suyun evsel, endüstriyel ve tarımsal kullanımı arasında çok ciddi bir rekabet ortamının doğmasına yol açmıştır. Bu anlamda, suyu en çok kullanan tarım sektörünün, su kullanım etkinliği sorgulanır olmuştur. Tarım sektöründe suyu en fazla sulama kullandığından, burada belirleyici faktör; sulama şebekelerinin ve sistemlerinin performansı olmaktadır. Sulamada sürdürülebilirlik, sulama şebekelerinin performanslarının yüksek olması ile sağlanabilecektir. Ancak, dünyada büyük sulama yatırımları incelendiğinde; bu projelerin hem ekonomik anlamda beklenen yararı sağlamaması, hem de çevreye yapmış olduğu olumsuz etkiler, sürdürülebilirliği ciddi anlamda tehdit etmektedir. Bu nedenle birçok ülkede, sulama sistemlerinin performansları karşılaştırmalı değerlendirme ile belirlenip, performans arttırmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Arslan ve Değirmenci (2018), Akkuzu ve Mengü (2012) ve Eliçabuk ve Topak (2016) karşılaştırma göstergelerini sulama şebekelerinin değerlendirilmesinde kullanmışlardır.

Sulama projelerinin değerlendirilmesine yönelik bugüne kadar birçok çalışma yapılmıştır. Ancak sulama şebekelerinin girdi-çıkışı odaklı istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesine yönelik sınırlı çalışma yapıldığı görülmektedir. Zema ve ark. (2018); İtalya Calabria bölgesinde sulama şebekelerini veri zarflama analizi ve çoklu regresyon

modelleri ile değerlendirmiştir. Raju ve Kumar (2013); Hindistan'ın Rajasthan bölgesinde, Mahi Bajaj Sagar projesini, Rodriguez-Diaz ve ark. (2004); Güney İspanya'da Endülüs bölgesinde 35 sulama şebekesini, Frija ve ark. (2009) Tunus Cap Bon bölgesindeki sulama şebekelerini, Yılmaz ve Atmaca (2017) Gediz havzasında 10 sulama şebekesini ve Özdemir (2009) Aydın ili sulama şebekelerini veri zarflama analizi ile değerlendirmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı; Bursa bölgesinde bulunan sulama şebekelerini hesaplanan performans göstergelerinden yararlanarak istatistiksel yöntemlerle değerlendirmektir.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Araştırmada; Bursa bölgesinde bulunan sulama şebekeleri değerlendirilmeye alınmıştır. Araştırma kapsamında performans değerlendirmesi yapılan sulama şebekelerine ilişkin bilgiler; Çizelge 1'de ve sulama şebekelerinin lokasyon haritası ise Şekil 1'de verilmiştir. Bursa, iklim ve doğal kaynaklar ele alındığında, tarımsal potansiyeli en yüksek illerimizden birisidir. Tarım arazileri, toplam arazilerin yaklaşık %32'sini oluşturmaktadır. Tarım arazilerinin yaklaşık %81'lik kısmı (286 640 ha) sulanabilir niteliktedir. Sulanabilir durumda olan arazinin %52'lik kısmı (147 780 ha) sulamaya açılmıştır (DSİ, 2015).

Değerlendirmede; 2011-2014 yılları sulama alanı, sulanan alan, şebekeye alınan su miktarı, bitki su ihtiyacı ve brüt üretim değeri verileri kullanılmıştır.

**Çizelge 1.** Bursa bölgesi sulama şebekeleri bilgileri.

Sulama Şebekeleri	Su Sağlama Şekli		Sulama Alanı (ha)	Bitki Deseni		
	Cazibe (ha)	Pompaj (ha)				
Karacabey P.		15683	15683	Her çeşit sebze (%40)	Mısır (%33)	Çeltik(%17)
Bursa	1570		1570	Her çeşit meyve (%100)		
M.Kemalpaşa	15470	1055	16525	Her çeşit sebze (%29)	Mısır (%54)	Yem Bitkisi (%6)
Uluabat P.		5650	5650	Her çeşit sebze (%7)	Mısır (%70)	Her çeşit meyve(%7)
Keramet P.		2124	2124	Zeytinlik (%92)	Her çeşit sebze (%5)	Her çeşit meyve (%2)
Boyalıca P.		4035	4035	Zeytinlik (%70)	Her çeşit sebze (%10)	Bağ (%8)
Demirtaş	1500		1500	Her çeşit meyve (%85)	Her çeşit sebze (%7)	Yem Bitkisi (%6)
İzmit P.		1901	1901	Zeytinlik (%63)	Her çeşit meyve (%14)	Her çeşit sebze (%12)
Bursa Yas P.		1650	1650	Her çeşit meyve (%69)	Her çeşit sebze (%19)	Çiçek (%7)



belirlenmektedir. Eğer r değeri sıfıra yakın değerler alıyor ise iki değişken arasında bir ilişki olmadığı sonucuna varılmaktadır (Özdamar, 2013).

**Değişkenlik (varyasyon) katsayısı:** Veri setlerinin yayılma veya değişkenlik durumunu karşılaştırma gerektiğinde, sadece standart sapma veya varyans yeterli değildir. Özellikle farklı birime sahip değişkenlerin karşılaştırmasında değişkenlik katsayısından yararlanılmaktadır. Bu çalışmada varyasyon katsayısı, performans göstergelerinin yayılma durumunu karşılaştırmak amacıyla

hesaplanmıştır. Değişkenlik katsayısı Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (Newbold ve ark., 2006).

$$DK = \frac{s}{\bar{x}} 100 \quad (2)$$

Eşitlikte;  
DK= Değişkenlik katsayısı (%),  
s: Standart sapma,  
X: Aritmetik ortalamadır.

**Çizelge 2.** Performans göstergeleri.

Göstergeler	Tanım	İhtiyaç Duyulan Veriler
Proje Alanı Brüt Üretim Değeri (TL ha <sup>-1</sup> ), PABÜD	Üretim değeri Proje alan	Üretim değeri (TL) Proje alanı (ha)
Sulanan Alan Brüt Üretim Değeri (TL ha <sup>-1</sup> ), SABÜD	Üretim değeri Sulanan alan	Üretim değeri (TL) Sulanan alanı (ha)
Şebekeye Alınan Su Miktarı Brüt Üretim Değeri (TL m <sup>-3</sup> ), ŞASMSBÜD	Üretim değeri Şebekeye alınan su miktarı	Üretim değeri (TL) Şebekeye alınan su miktarı (m <sup>3</sup> )
Sulama Suyu İhtiyacı Brüt Üretim Değeri (TL m <sup>-3</sup> ), SSİBÜD	Üretim değeri Sulama suyu ihtiyacı	Üretim değeri (TL) Sulama suyu ihtiyacı (m <sup>3</sup> )
Sulama Oranı (%), SO	$\frac{\text{Sulanan Alan}}{\text{Sulama alanı}} \times 100$	Sulanan alan (ha) Sulama Alanı (ha)

## Bulgular ve Tartışma

### Performans göstergeleri

Sulama şebekelerine ilişkin hesaplanan ortalama performans göstergeleri ve varyasyon katsayısı Çizelge 3’de verilmiştir. Varyasyon (değişkenlik) katsayısı, performans göstergelerinin yıllar içinde yayılma durumlarını karşılaştırma amacıyla hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre 2011 ve 2014 yılları arasında en yüksek PABÜD değeri (1055.87 TL ha<sup>-1</sup>) 2011 yılında Bursa YAS P

sulamasında, en düşük değer (229.34 TL ha<sup>-1</sup>) ise 2013 yılında Uluabat P sulamasında olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda PABÜD değerinin yıllar içinde en fazla değişkenlik gösterdiği sulama şebekesi Keramet P sulamasıdır (varyasyon katsayısı: 53.95). Bu sulama şebekesinde sulama alanının %92’sini zeytinlik, %5’ini sebze ve %2’sini meyve oluşturmaktadır. PABÜD’ün değişimi; zeytin ağacının periyodizm nedeni ile yıldan yıla verim değişimi ile açıklanabilir.

**Çizelge 3.** Performans göstergeleri ve varyasyon katsayıları.

Sulama şebekeleri	Performans göstergeleri				
	PABÜD	SABÜD	ŞASMSBÜD	SSİBÜD	SO
Karacabey	679.54 (11.82)*	953.50 (11.12)	0.13 (23.00)	0.20 (9.99)	71.24 (1.35)
Bursa	128.25 (12.99)	205.02 (9.77)	0.05 (20.26)	0.06 (9.70)	6.61 (13.99)
M.Kemalpaşa	630.54 (16.54)	961.50 (24.01)	0.12 (36.68)	0.22 (20.76)	66.42 (7.59)
Uluabat P.	255.85 (7.92)	922.50 (7.99)	0.14 (11.60)	0.22 (7.30)	27.78 (6.92)
Keramet P.	1060.99 (53.95)	1789.75 (31.85)	0.32 (18.35)	0.36 (31.80)	57.02 (36.98)
Boyalıca P.	1198.61 (15.18)	2147.75 (9.06)	0.30 (25.54)	0.43 (9.22)	56.08 (15.98)
Demirtaş.	521.03 (30.62)	1473.75 (23.09)	0.18 (44.75)	0.36 (22.84)	34.90 (9.29)
İzmit P.	857.74 (20.90)	2056.50 (11.82)	0.40 (10.62)	0.42 (11.11)	41.41 (10.45)
Bursa YAS P.	14.98 (23.64)	1967.50 (24.12)	0.42 (40.44)	0.48 (24.17)	76.51 (7.56)
Ortalama	854.42 (21.51)	1596.69 (16.98)	0.25 (25.69)	0.36 (20.82)	53.18 (12.23)

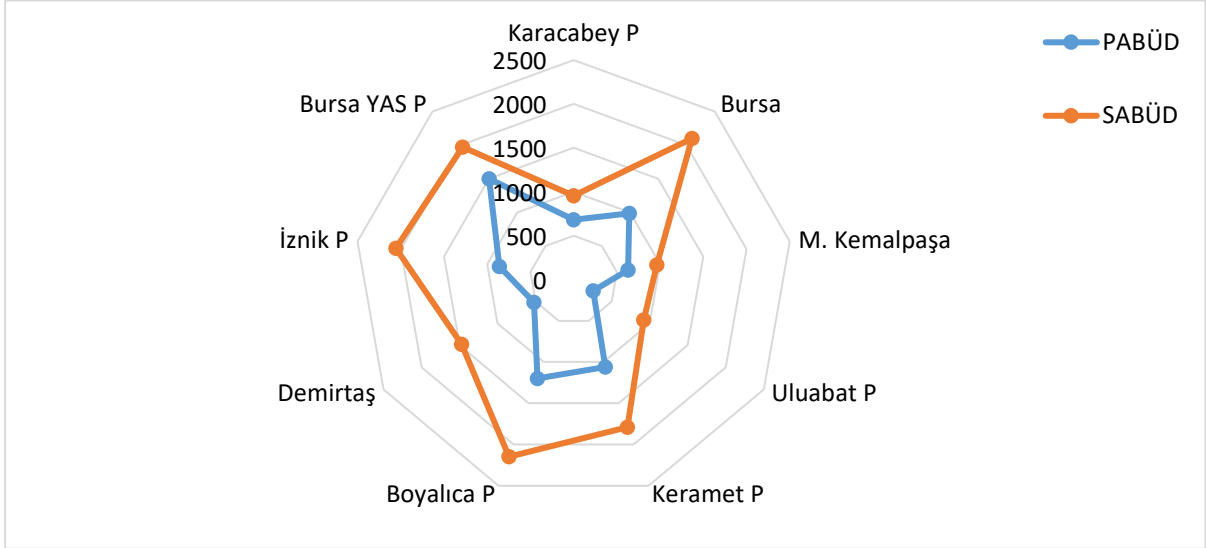
\*Varyasyon katsayısı; PABÜD: Proje Alanı Brüt Üretim Değeri; SABÜD: Sulanan Alan Brüt Üretim Değeri; ŞASMSBÜD: Şebekeye Alınan Su Miktarı Brüt Üretim Değeri; SSİBÜD: Sulama Suyu İhtiyacı Brüt Üretim Değeri; SO: Sulama Oranı.

PABÜD ve SABÜD göstergelerine ilişkin 4 yıllık ortalama değerlere göre değişim Şekil 2’de radar grafiğinde verilmiştir. Tüm sulama şebekelerinin 4

yıllık ortalama PABÜD değeri 854.43 TL ha<sup>-1</sup>, ortalama SABÜD değeri ise 1596.69 TL ha<sup>-1</sup>’dir. En yüksek PABÜD; 2011 yılında Bursa YAS P sulama

şebekesinde 1934.74 TL ha<sup>-1</sup> olarak, en yüksek SABÜD; 2011 yılında Bursa sulama şebekesinde 2399.00 TL ha<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir. En düşük PABÜD; 2013 yılında Uluabat P sulama şebekesinde 229.35 TL ha<sup>-1</sup>, en düşük SABÜD ise 2012 yılında

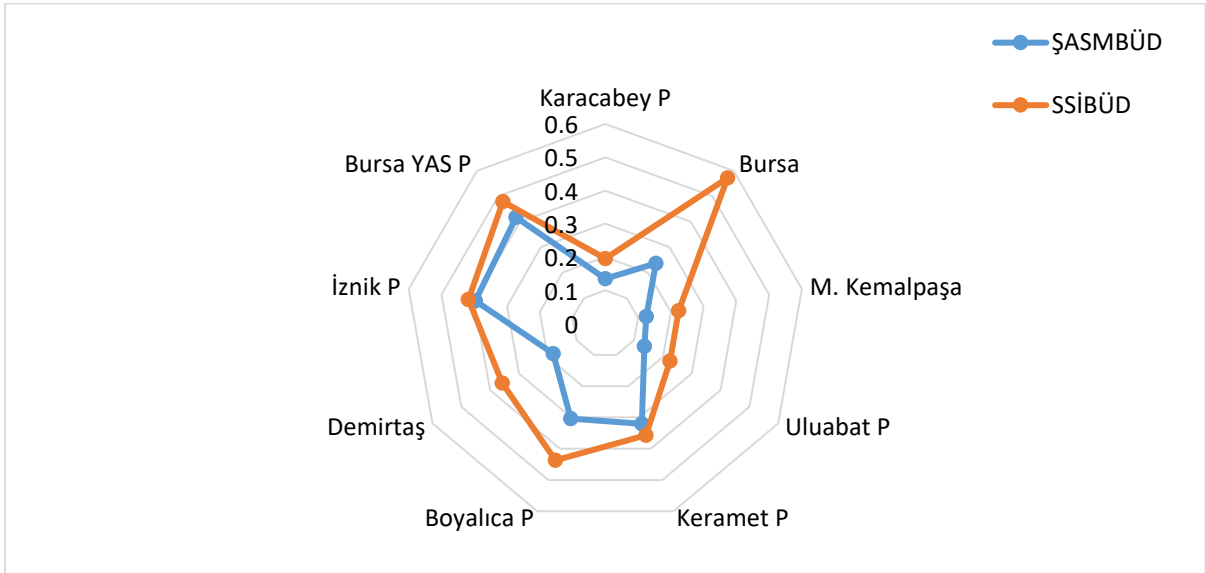
Mustafakemalpaşa sulama şebekesinde 748.00 TL ha<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir. Eliçabuk ve Topak (2016) Gevrekli Sulama Birliğinde yapmış oldukları çalışmada SABÜD değerini 6.451,4 – 11.501,8 TL ha<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir.



Şekil 2. PABÜD ve SABÜD performans göstergelerinin değişimi.

Şekil 3'de ŞASMBÜD ve SSİBÜD 4 yıllık ortalama değerleri verilmiştir. Tüm sulama şebekelerinin 4 yıllık ortalama ŞASMBÜD göstergesi 0.25 TL m<sup>-3</sup>, en yüksek Bursa YAS P sulama şebekesinde 2014 yılında 0.63 TL m<sup>-3</sup>, en düşük ise Demirtaş sulama şebekesinde 2013 yılında 0.08 TL m<sup>-3</sup> olarak görülmüştür. Ortalama SSİBÜD

göstergesi 0.36 TL m<sup>-3</sup>, en yüksek 0.65 TL m<sup>-3</sup> olarak 2011 yılında Bursa sulama şebekesinde, en düşük değer 0.17 TL m<sup>-3</sup> 2012 yılında Karacabey P sulama şebekesinde görülmüştür. Akkuzu ve Mengü (2012)'nün yapmış oldukları çalışmada; ŞASMBÜD 0.48 \$ m<sup>-3</sup> ile 0.68 \$ m<sup>-3</sup>, SSİBÜD ise 0.45 \$ m<sup>-3</sup> ile 0.76 \$ m<sup>-3</sup>, değerleri arasında değişiklik göstermiştir.



Şekil 3. ŞASMBÜD ve SSİBÜD performans göstergelerinin değişimi.

Şekil 4'de SO'nun ortalama değerleri verilmiştir. En yüksek SO değeri 80.61 ile Bursa YAS P sulama şebekesinde 2011 yılında iken, en düşük değer 25.75 ile Uluabat sulama şebekesinde 2012

yılında görülmüştür. DSİ sulamalarında uzun yıllar ortalaması sulama oranı %62 olarak gerçekleşmiştir (DSİ, 2015).

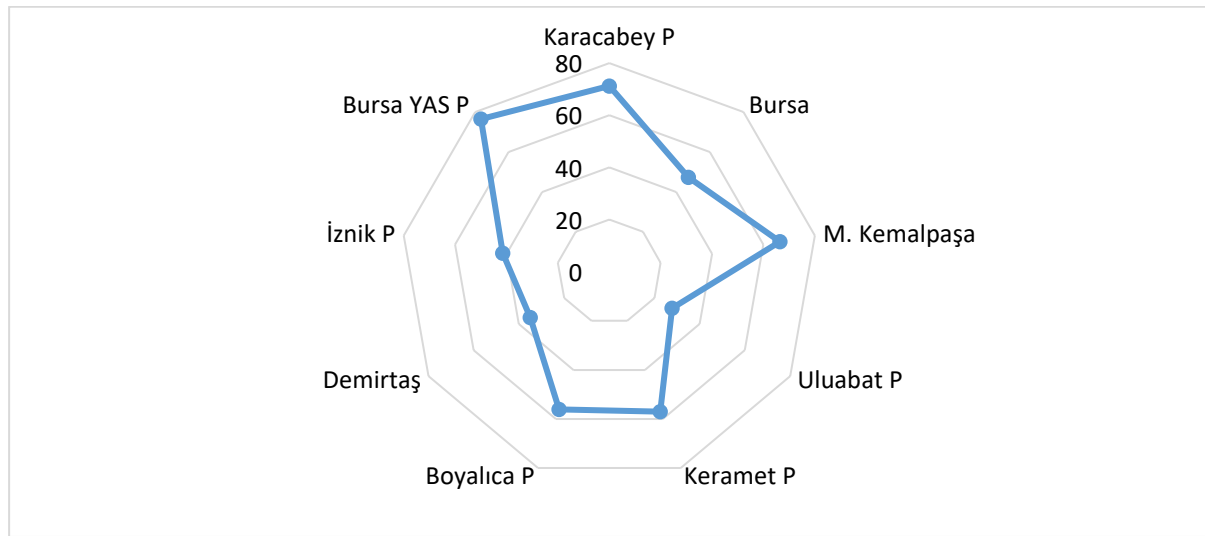
Çizelge 4’de hesaplanan göstergeler arasında korelasyon analizinin sonucu verilmiştir. Önemlilik değeri 0.050’ten küçük göstergeler birlikte artma azalma eğilimi göstermektedirler. SO ile SABÜD,

ŞASMBÜD ve SSİBÜD arasındaki korelasyon önemli seviyede değildir. Ancak diğer tüm göstergeler arasında pozitif korelasyon elde edilmiştir ( $P < 0.050$ ).

**Çizelge 4.** Performans göstergeleri arasındaki korelasyon.

	SABÜD	ŞASMBÜD	SSİBÜD	SO
<b>PABÜD</b>	0.774* (0.000)**	0.693 (0.000)	0.708 (0.000)	0.631 (0.000)
<b>SABÜD</b>		0.790 (0.000)	0.938 (0.000)	0.0543 (0.753)
<b>ŞASMBÜD</b>			0.680 (0.000)	0.132 (0.444)
<b>SSİBÜD</b>				0.0103 (0.952)

\*Korelasyon katsayısı; \*\*Önemlilik değeri.



**Şekil 4.** SO performans göstergesinin değişimi.

#### Veri zarflama analizi (VZA)

Değerlendirmeye alınan sulama şebekelerinin hesaplanan teknik etkinlik, ölçek etkinliği ve toplam etkinlik skorları Çizelge 5’de verilmiştir. Toplam etkinlik skorları 4 yıllık sulama sezonu içinde 41-100 arasında değişmiştir. Sulama şebekeleri içinde 2014 yılında Karacabey P. (100), 2012 ve 2014 yıllarında M. Kemalpaşa (100), 2014 yılında Boyalıca P. (100), 2014 yılında İznik P. (100) ve 2011, 2012, 2013 ve 2014 yıllarında ise Bursa YAS (100) sulama şebekelerinin etkin olduğu görülmektedir.

Teknik etkinlik üretim girdilerinin çıktılara dönüştürülme sürecidir. Bu sürecin etkin olabilmesi, zaman boyutu dikkate alınmadığından mevcut teknoloji çerçevesinde, belirli girdi bileşiminin kullanılarak maksimum çıktının elde edilmesine veya belirli bir çıktı bileşiminin en az girdi kullanılarak üretilmesine bağlıdır (Özcan, 2007). Teknik etkinlik skorları 4 yıllık sulama sezonu içinde 28-100 arasında değişmiştir. Teknik etkinlik

skorlarına göre 2011 ve 2014 yıllarında Bursa YAS sulama şebekesinin etkin olduğu belirlenmiştir. Teknik etkinlik skorlarına göre en düşük değerler, 2013 yılında Bursa ve Demirtaş sulama şebekelerinde gerçekleşmiştir.

Ölçek Etkinliği, teknik etkinliğin yanında bir başka performans göstergesi olarak en verimli ölçek büyüklüğüne olan yakınlık ele alınmalıdır. Bu kavram ölçek etkinliği olarak ifade edilmektedir. CCR modelinden elde edilen toplam etkinlik değerinin BCC modelinden elde edilen teknik etkinlik değerine oranlanmasıyla ölçek etkinliği elde edilmektedir. Ölçek etkinlik skorları 4 yıllık sulama sezonu içinde 43-100 arasında değişmiştir. En düşük ölçek etkinlik skoru 2013 yılında Demirtaş sulama şebekesinde belirlenmiştir. Ölçek etkinlik skorlarına göre değerlendirmeye alınan sulama şebekeleri içinde Bursa YAS sulama şebekesinin etkin olduğu belirlenmiştir. Etkinlik skorları bir bütün olarak değerlendirildiğinde Bursa YAS sulama şebekesi dışındaki tüm şebekelerin yıllar düzeyinde şebekeye

alınan su miktarının ve çalışan personel sayısının çok fazla olduğu görülmektedir. İşletme, bakım, onarım ve yönetim düzeyinde reorganizasyonun yapılması gerektiği önerilebilir. Özdemir (2009); Aydın ilinde bulunan 8 sulama şebekesini 2000-2007 yılı verileri ile VZA ile değerlendirmiştir. Teknik etkinlik skorları karşılaştırıldığında Karpuzlu Yaylakavak Sulama

Birliği ve Söke Ovası Sulama Birliğinin sekiz yılda diğer sulama birliklerine göre %100 etkinlikle çalıştığı belirlenmiştir. Zema ve ark. (2018) İtalya Calabria bölgesinde 10 sulama şebekesinde yapmış oldukları VZA sonuçlarına göre çıktığı odaklı etkinlik skorunun 23-100, girdi odaklı etkinlik skorunun ise 0.46-100 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

**Çizelge 5.** Veri zarflama analiz sonuçlarına göre teknik, ölçek ve toplam etkinlik skorları.

Sulama Şebekeleri	Yıllar	Toplam etkinlik	Teknik etkinlik	Ölçek etkinlik
Karacabey P	2011	92	53	58
	2012	93	55	59
	2013	93	53	57
	2014	100	61	61
Bursa	2011	59	41	69
	2012	74	54	73
	2013	41	32	79
	2014	64	40	63
M.Kemalpaşa	2011	94	53	57
	2012	100	59	59
	2013	96	52	54
	2014	100	55	55
Uluabat P.	2011	67	54	80
	2012	67	56	83
	2013	59	50	84
	2014	63	54	86
Keramet P.	2011	93	77	83
	2012	62	58	93
	2013	81	58	71
	2014	85	81	95
Boyalıca P.	2011	76	48	63
	2012	81	46	58
	2013	98	43	44
	2014	100	67	67
Demirtaş	2011	96	53	55
	2012	93	49	53
	2013	67	28	43
	2014	100	45	45
İzmit P.	2011	78	73	93
	2012	78	67	86
	2013	60	55	91
	2014	100	94	94
Bursa YAS P.	2011	100	100	100
	2012	100	98	98
	2013	100	98	98
	2014	100	100	100

Yapılan değerlendirmeler sonucunda 4 yıllık ortalama veriler ve varyasyon katsayısı incelendiğinde en iyi durumda olan sulama şebekeleri PABÜD [1198.61 (15.18)] ve SABÜD [2147.75 (9.06)] performans göstergesine değerine göre Boyalıca Pompaj Sulaması, ŞASMBÜD [0.40 (10.62)] performans göstergesine göre İzmit Pompaj Sulaması, SSİBÜD [0.48 (24.17)] ve SO [76.51 (7.56)] performans göstergesine göre ise Bursa YAS

sulamasıdır. Veri zarflama analiz sonuçları incelendiğinde 9 sulama şebekesi içinde Bursa YAS pompaj sulamasının en etkin olduğu ve başarılı bir yönetim sergilediği görülmektedir.

#### Sonuç ve Öneriler

Ülkemiz sulama projelerinin yıllık izleme ve değerlendirme çalışmalarının yapılması ve elde edilen sonuçlara göre; var olan sorunların

giderilmesi için sulama birlik yönetiminin bilimsel ve kaynakların etkin kullanımı için gayret göstermesi son derece önemlidir. Elde edilen sonuçlar iyi irdelendiğinde ülkemiz sulama projelerinde yönetsel ve alt yapısal sorunların hala devam ettiği görülmektedir. Bölge, iklim, bitki deseni, pazarlama, su sağlama şekli, uygulanan sulama yöntemlerinin farklılığı vb. nedenlerle sulama şebekelerinin başarı düzeyleri arasında çok önemli farklılıklar bulunmaktadır. Özellikle pompaj sulama şebeke alanlarında mutlak surette basınçlı sulama yöntemlerinin (damla ve yağmurlama sulama yöntemi) zorunlu olarak uygulanması suyun etkin kullanımı yönünden çok önemlidir. Su, arazi, çalışan personel sayısının girdi, üretim miktarı, sulanan alan ve üretim değerinin çıktı olarak kullanıldığı veri zarflama analizinin sulama şebekelerinin başarısının değerlendirilmesinde kullanılması oldukça önemlidir. Sulama şebekelerinin teknik ve yönetsel yapılarının iyileştirilmesi ülkemiz tarımsal üretimin artırılması için son derece önemlidir.

#### Kaynaklar

- Akkuzu, E. ve Pamuk Mengü, G. 2012. Aşağı Gediz Havzası sulama birliklerinde karşılaştırmalı performans göstergeleri ile sulama sistem performansının değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(2): 149-158.
- Arslan, F. ve Değirmenci, H. 2018. Sulama Şebekelerinin İşletme-bakım ve yönetim modernizasyonunda RAP-MASSCOTE yaklaşımı: Kahramanmaraş Sol Sahil Sulama şebekesi örneği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 49(1): 45-51.
- Bakırcı, F. 2006. Üretimde Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü Veri Zarflama Analizi Teori ve Uygulama, Atlas Yayınları, İstanbul, 250s.
- Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W. 1984. Some Models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 30(9): 1078-1092.
- Behdioğlu, S. ve Özcan, G. 2009. Veri zarflama analiz ve bankacılık sektöründe bir uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(3): 301-326.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 2: 429-444.
- DSİ, 2015. DSİ 2015 Yılı Faaliyet Raporu, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. (<http://www.dsi.gov.tr>) (Erişim tarihi: 07.08.2016).
- Eliçabuk, C. ve Topak, R. 2016. Gevrekli Sulama Birliği'nde sulama performansının değerlendirilmesi. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2): 191-199.
- Frija, A., Speelman, S., Chebil, A., Buys, J., Huylenbroeck, G.V. 2009. Assessing the Efficiency of Irrigation Water Users' Associations and its Determinants: Evidence From Tunisia. Irrig. and Drain. 58: 538–550.
- Kocakalay, S. 2003. Veri Zarflama Analizi Ve Uygulamasına Yönelik Bir Araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 52s.
- Molden, D., Sakthivadivel, R., Perry, C.J., De Fraiture, C., Kloezen, W. 1998. Indicators for Comparing Performance of Irrigated Agricultural Systems. Research Report 20. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Newbold, P., Carlson, W.L., Thorne, B.M. 2006. Statistics for Business and Economics. 8th Edition, ISBN 13: 978-0-13-274565-9.
- Özcan, G. 2007. Veri Zarflama Analizi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 81s.
- Özdamar, K. 2013. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. (9. baskı). Eskişehir: Nisan Kitabevi.
- Özdemir, K. 2009. Aydın İlindeki Sulama Birliklerinin Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi ve Etkinliklerin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Raju, K.S. ve Kumar, D.N. 2013. Fuzzy Data Envelopment Analysis for Performance Evaluation of an Irrigation System. Irrig. and Drain. 62: 170-180.
- Rodriguez-Diaz, J.A., Poyato E.C., Lo' Pez Luque, R. 2004. Applying Benchmarking and Data Envelopment Analysis (DEA) Techniques to Irrigation Districts in Spain. Irrig. and Drain. 53: 135-143.
- Tarım, A. 2001. Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Görel Etkinlik Ölçümü Yaklaşımı, Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, Araştırma/İnceleme/Çeviri Dizisi, 15, 219s.
- Yılmaz, B. ve Atmaca, K. 2017. Efficiency of Irrigation Associations in Gediz Basin, Turkey. Politeknik Dergisi, 20(4): 837-842.
- Zema, D.A., Nicotra, A., Mateos, L., Zimbone, S.M. 2018. Improvement of the irrigation performance in Water Users Associations integrating data envelopment analysis and multi-regression models. Agricultural Water Management 205(2018): 38-49.