

Sulama Sistemlerinde Performans Değerlendirilmesi

İbrahim Hakkı GÜRBÜZ

Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa
gurbuz@unfpa.org

Öz

Toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi amacıyla insanlık tarihi boyunca sulama projeleri hazırlanmıştır. Hazırlanan bu projelerde amaç; her dönemde stratejik bir yapıya sahip olan tarımsal üretimi artırmak, ülkenin gıda güvenliğini temin etmek, tarımla geçinen nüfusun gelirlerini artırıp refah seviyelerini yükseltmektir. Bir taraftan giderek artan dünya nüfusu ile diğer taraftan son yıllarda yaşanan iklim değişikliğinin olumsuz sonuçları suya olan talebi artırmakta ve suyu daha da stratejik bir araç haline getirmektedir. Tarım, ülkemiz için önemli bir sektördür. Seksen milyonu aşkın ülke nüfusunun gıda güvenliğini sağlamanın yanında tarım, toplam istihdamın %17.7'sini karşılamakta, sanayi sektörüne hammadde temin etmekte ve özellikle kırsal alanın kalkınmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Uzun yıllardan beri yapıları gerçekleştirilen sulama projeleri ile önemli gelişmeler gösteren tarım, tarıma bağlı diğer sektörlerin gelişmesinde önemli bir rol oynamakta ve ekonomik kalkınmaya önemli katkılar sağlamaktadır. Tüm bu olumlu yönlerine rağmen başarılı bir sulu tarımın gerçekleştirilmesi, herşeyden önce sulama tesislerinin iyi bir şekilde planlanması, işletilmesi, izlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi ile olabilmektedir. Özellikle gelişmekte ve geri kalmış ülkelerde kıt kaynakların en rantabil şekilde kullanılması bu konuda çalışan kurum ve kişiler için büyük bir sorumluluktur. Sulama sistemlerinin performanslarının izlenip değerlendirilmesi mevcut projelerde iyileştirmeler yönünde olumlu adımların atılmasına sebep olabileceği gibi, yeni projelerin daha iyi hazırlanmalarına da önemli katkılar sağlayacaktır. Bir sulama sisteminde performans değerlendirilmesi; kaynakların girişinin, işletme programının, hedeflenen çıktılarının ve gerekli faaliyetlerin planlandığı gibi gelişmesini sağlamak amacıyla sistemin düzenli olarak izlenmesi, kayıtlanması ve değerlendirmesi diye tanımlanabilir. Bu çalışmada ülkemizde ve dünyada sulama tesislerinin performanslarının değerlendirmesinde kullanılan önemli performans göstergelerini bir araya toplayarak, bu alanda çalışanlara ve akademik çalışma yapanlara toplu bir kaynak oluşturmak amaçlanmıştır. Bu çalışmada; bu alanda dünyanın saygın kuruluşlarından Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu (ICID) Sulama ve Drenaj Performans Değerlendirme Grubu' nun bu konuda hazırladığı "Sulama ve Drenaj Performans Değerlendirme – Pratik Rehber" çalışmasında belirttiği performans göstergelerinin yanı sıra, ülkemizde bu konunun sorumlusu olan Devlet Su İşleri (DSİ) ve mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün (KHGM) bu konuda kullandığı göstergeler ile, ülkemizdeki farklı üniversitelerde bu konuda yapılan akademik çalışmalarda kullanılan performans değerlendirme örnekleri bir araya getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sulama sistemlerinde performans, sulama randımanı, su kullanım etkinliği, sulama oranı, su temin oranı, sulama alanı sürdürülebilirlik oranı.

Performance Evaluation in Irrigation Systems

Abstract

In order to improve soil and water resources, irrigation projects have been prepared throughout the history of mankind. The aim of these projects is to increase agricultural production which is a strategic structure in every period, to ensure food security of the country, to increase the income of the population living in agriculture and to increase the level of welfare. The increasing world population in one hand and the negative consequences of climate change in recent years on the other hand increase the demand for water and make water an even more start-up tool. Agriculture is an important sector for our country. In addition to ensuring food safety of the population of more than eighty million, agriculture meets 17.7% of total employment, supplies raw materials to the industrial sector and contributes significantly to the development of rural areas. Agriculture, which has shown significant developments with irrigation projects realized for many years, plays

an important role in the development of other sectors related to agriculture and makes a significant contribution to the economic development. In spite of all of these positive aspects, successful watering can be achieved by planning, operating, monitoring and evaluating the results of irrigation systems. Especially in developing and underdeveloped countries, the most profitable use of scarce resources is a great responsibility for the institutions and persons working in this field. Monitoring and evaluating the performance of irrigation systems can lead to positive steps towards improvements in existing projects, and will contribute to better preparation of new projects. Performance evaluation in an irrigation system is a systematic monitoring, recording and evaluation of the system in order to ensure that the introduction of resources, the operating program, targeted outputs and necessary activities are developed as planned. In this study, by gathering the important indicators used in the evaluation of the performance of irrigation plants in our country and in the world; to create a collective resource for employees and academic studies. In this study; in addition to the performance indicators stated in the "Irrigation and Drain Performing Assessment - Practical Guide study prepared by the International Irrigation and Drainage Commission (ICID) Irrigation and Drain Performanse Evaluation Group which is one of the respected organizations of the world in this field, the State Water Works which are responsible for this issue In addition to the indicators used by the General Directorate of Rural Services (State Hydraulic Works) on this issue, the performance evaluation examples used in the academic studies conducted in different universities in our country have been gathered together.

Keywords: Performance in irrigation systems, irrigation efficiency, and water use efficiency, irrigation rate, water supply rate, irrigation area sustainability ratio.

1. Giriş

Sulama projelerinin işletme aşamasında teknik, sosyal, ekonomik, çevresel ve vb. yönden izlenmesi ve değerlendirilmesi bu projelerin verimliliğinde en önemli unsurlardan biridir. Sulama projelerinin izlenip değerlendirilmesini yapmak amacıyla dünyanın pek çok yerinde birbirlerinden oldukça farklı performans göstergeleri uygulanmaktadır. Kimi çalışmada sadece bir kaç performans göstergesi ele alınmışken, bir başka çalışmada bir kaç ana başlık altında 20-30 performans göstergesinin ele alındığını görülmektedir.

2. Bazı Çalışmalarda Kullanılan Sulama Sistemleri Performans Gösterge Örnekleri

Bu çalışmada ülkemizde sulama sistemlerinin planlama, yapım, işletim ve izlenmesinden sorumlu kurum olan Devlet Su İşleri (DSİ)'nin kullandığı sulama performans göstergelerinin yanı sıra, ülkemizin farklı yörelerindeki Ziraat fakültelerinde (Ankara Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi, Akdeniz Üniversitesi, Ege Üniversitesi, Atatürk Üniversitesi, Selçuk Üniversitesi ve Namık Kemal Üniversitesi) yapılan "sulama projelerinde performans değerlendirme" konulu doktora, yüksek lisans ve makale çalışmalarındaki sulama performans göstergeleri incelenmiştir. Ülkemizde olan bu örneklerin yanında, sulama sistemlerinin performans değerlendirilmesi konusunda en kapsamlı çalışmalardan birisi olan Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu (ICID) Sulama ve Drenaj Performans Değerlendirme Grubu' nun vermiş olduğu performans göstergelerine de yer verilmiştir (Cihan, 2017; Çakmak ve ark., 2014; Demir ve ark., 2014; Sayın, 2011; Kıymaz, 2006; Akkuzu, 2001; Beyribey, 1997; Koç, 1997).

2.1. DSİ'nin Sulama Sistemlerinde Kullandığı Performans Göstergeleri

Ülkemizde sulama sistemlerinin planlanması, yapımı ve izlenip değerlendirilmesinden sorumlu olan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ülkemizdeki sulama sistemleri için her yıl düzenli olarak değerlendirme raporları hazırlamaktadır. Bu çalışmada kullanılan 2017 yılı basımlı "2016 Yılı DSİ'nce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Rapor"unda sulama sistemlerinin performansları; teknik, sosyal, ekonomik ve çevresel ana başlığı altında 6 performans göstergesi ile değerlendirilmiştir (Anonim, 2017; Beyribey, 1997; Kanber ve ark., 1996).

2.1.1. Sulama Alanı Sulama Oranı (SASO)

$$\text{SASO (\%)} = (\text{SAİ. I. ÜA} / \text{SA}) \times 100$$

SAİ. I. ÜA: Sulama alanı içi birinci ürün alanı, (ha)

SA: Sulama alanı, (ha)

2.1.2. Toplam Sulama Oranı (TSO)

$$\text{TSO (\%)} = (\text{SAİ. (I. ÜA+ II. ÜA)} + \text{SAD. (I. ÜA+ II. ÜA)} / \text{SA}) \times 100$$

SAİ (I.ÜA+II. ÜA): Sulama alanı içi (birinci ürün alanı+ ikinci ürün alanı), (ha)

SAD (I.ÜA+II. ÜA): Sulama alanı dışı (birinci ürün alanı+ ikinci ürün alanı), (ha)

SA: Sulama Alanı, (ha)

2.1.3. Sulama Randımanı (SR)

$$\text{SR (\%)} = (\text{NSSİ} / \text{HDS}) \times 100$$

NSSİ: Net sulama suyu ihtiyacı, (m³/ha)

HDS: Hektara düşen su, (m³/ha)

2.1.4. İhtiyacı Karşılama Oranı (İKO)

$$\text{İKO (\%)} = (\text{HDS} / \text{BSSİ}) \times 100$$

HDS: Hektara düşen su, (m³/ ha)

BSSİ: Brüt sulama suyu ihtiyacı, (m³/ha)

2.1.5. Sulama ile Sağlanan Gayri Safi Milli Zirai Gelir Artışı (SİSGSMZGA)

$$\text{SİSGSMZGA (TL/da)} = \text{SASGSMZG} - \text{SAPDEEGSMZG}$$

SASGSMZG: Sulanan alanda sağlanan gayri safi milli zirai gelir. (TL/da)

SAPDEEGSMZG: Sulanan Alanda projersiz durumda elde edilen gayri safi milli zirai gelir, (TL/da)

2.1.6. Fayda Masraf Oranı (FMO)

$$\text{FMO} = \text{F} / \text{TYG}$$

F: Fayda (Sulanan alandan elde edilen gayri safi milli zirai gelir artışı), (TL)

TYG: Toplam yıllık gider (Faiz+Amortisman+Yenileme+İşletme ve Bakım gideri), (TL)

2.2. “Gediz Havzası Örneğinde Sulama Birliklerinin Sorunları ve Çözüm Yolları” Çalışmasında Kullanılan Sulama Sistemi Performans Göstergeleri.

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi “Gediz Havzası Örneğinde Sulama Birliklerinin Sorunları ve Çözüm Yolları” çalışmasında sulama sisteminin performansı; fiziksel etkinlikler, ekonomik etkinlikler ve kurumsal etkinlikler ana başlıkları altında 13 performans göstergesi ile değerlendirilmiştir (Kıymaz, 2006).

2.2.1. Fiziksel Etkinliğin Belirlenmesi

2.2.1.1. Sulama Oranı (SO)

$$\text{SO (\%)} = (\text{FSA} / \text{SAA}) \times 100$$

FSA: Fiilen sulanan alan, (ha)

SAA: Sulamaya açılan alan, (ha)

2.2.1.2. Sürdürülebilir Sulama Alanı Oranı (SSAO)

$$\text{SASO (\%)} = (\text{BSA} / \text{MSA}) \times 100$$

BSA: Başlangıçtaki sulama alanı, (ha)

MSA: Mevcut sulama alanı, (ha)

2.2.2.3. Sulanan Alandaki Bitki Dağılımı (SABD)

$$\text{SABD (\%)} = (\text{EYBA} / \text{SAA}) \times 100$$

EYBA: Ekimi yapılan bitki alanı, (ha)

SAA: Sulamaya açılan alan, (ha)

2.2.1.4. Sulama Randımanı (SR)

$$\text{SR (\%)} = (\text{BTKSM} / \text{AVSM}) \times 100$$

BTKSM: Bitkiler tarafından kullanılan su miktarı, (m³/ha)

AVSM: Araziye verilen su miktarı, (m³/ha)

2.2.1.5. Hektar Başına Kullanılan Su Miktarı (HBKSM)

$$\text{HBSM (m}^3/\text{ha)} = (\text{TSSM} / \text{FSA}) \times 100$$

TSSM: Toplam sulama suyu miktarı, (m³)

FSA: Fiilen sulanan alan, (ha)

2.2.1.6. Toplam Su Temini Oranı (TSTO)

$$\text{TSTO (\%)} = (\text{ŞSSM} / \text{TSSİ}) \times 100$$

ŞSSM: Şebekeye saptırılan su miktarı, (m³/ha/yıl)

TSSİ: Toplam sulama suyu ihtiyacı, (m³/ha/yıl)

2.2.2. Ekonomik Etkinliğinin Belirlenmesi

2.2.2.1. Sulama Suyu Ücretlerinin Toplanma Oranı (SSÜTO)

$$\text{SSÜTO (\%)} = (\text{TESÜ} / \text{TaESÜ}) \times 100$$

TESÜ: Tahsil edilen sulama ücreti, (TL)

TaESÜ: Tahakkuk edilen sulama ücreti, (TL)

2.2.2.2. İşletme, Bakım ve Onarım Giderleri

Çalışmada bütçenin yüzdesi olarak personel, bakım onarım ve diğer giderlerin oranları hesaplanır ve hesaplama sonucu elde edilen sonuçlar yüzde olarak ifade edilir.

2.2.2.3. Toplam Gelir İçinde Personel ve Bakım Onarım Giderleri

Çalışmada bütçenin yüzdesi olarak toplam gelir içinde personel giderleri oranları hesaplanır ve hesaplama sonucu elde edilen sonuçlar yüzde olarak ifade edilir.

2.2.2.4. Mali Yeterlilik Oranı (MYO)

$$\text{MYO (\%)} = (\text{TESÜ} / \text{İBM}) \times 100$$

TESÜ: Tahakkuk eden sulama ücreti, (TL-Yıl)

İBM: İşletme ve bakım masrafları, (TL-Yıl)

2.2.2.5. *Fayda/Masraf Oranı (FMO)*

$$FMO (\%) = (F / M) \times 100$$

F: Fayda, (TL/ha)

M: Masraf, (TL/ha)

2.2.3. *Kurumsal Etkinliğinin Belirlenmesi*

2.2.3.1. *Sulama Şebekesi Personel Yoğunluğu (SŞPY)*

$$SŞPY (\text{km/personel}) = (\text{İDKTU} / \text{İBYÇTPS}) \times 100$$

İDKTU: İletim ve dağıtım kanalları toplam uzunluğu, (km)

İBYÇTPS: İşletme, bakım ve yönetim’de çalışan toplam personel sayısı, (Personel)

2.2.3.2. *Sulama Alanı Personel Yoğunluğu (SAPY)*

$$SAPY (\text{ha/personel}) = (\text{S3YFSAO} / \text{İBYÇTPS}) \times 100$$

S3YFSAO: Son 3 yılda fiilen sulanan alanın ortalaması, (ha)

İBYÇTPS: İşletme, bakım ve yönetim’de çalışan toplam personel sayısı, (personel)

Beyribey ve ark. (1997), devlet sulama şebekelerinin performanslarını değerlendirdikleri bir çalışmada, Akçay Sağ Sahil ve Sol Sahil Sulama Birliklerinde 1984-1993 yıllarında ortalama toplam su temini oranını 0.8 ile 1.3, bu değer 1996 yılında 1.07 ve 1.09 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Özçelik ve ark. (1999), Sulama projelerinde beklenen hedeflere ulaşamadığını ve sulama sistemlerinin yaygın olarak potansiyellerinin çok altında işletildiğini, bu durumun, sulama sistemlerinin işletme, bakım ve sulama yönetimi ile ilgili sorunlarından kaynaklandığını belirtmektedirler.

Koç (1997), sulama birliklerinin performanslarını değerlendirmede göz önüne alınacak özellikleri; sulama birliğinin tipi ve yapısı, kamu veya diğer kurumların sulama birliklerine destek vermesi, sulama yönetiminde birliğin üstlendiği çalışmalar, birliğin mali yapısı, sulama iyileştirme çalışmalarını planlama, projelendirme ve yapımına sulama birliğinin katılımı olarak belirlemiştir.

2.3. *“Konya-Çumra Ova Sulama Birliğinin İşletmecilik Yönünden Değerlendirilmesi” Çalışmasında Kullanılan Performans Göstergeleri*

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı “Konya-Çumra Ova Sulama Birliğinin İşletmecilik Yönünden Değerlendirilmesi” yüksek lisans çalışmasında sulama sisteminin performansı; su dağıtım, finansal ve üretim ana başlıkları altında 7 performans göstergesi ile değerlendirilmiştir (Cihan, 2017).

2.3.1. *Su Dağıtım Performansı*

2.3.1.1. *Sulama Oranı (SO)*

$$SO (\%) = (\text{SUA} / \text{SA}) \times 100$$

SUA: Fiilen Sulanan alan, (ha)

SA: Sulama alanı, (ha)

2.3.1.2. Sulama Randımanı (SR)

$$SR (\%) = (BTİDS / AVS) \times 100$$

BTİDS: Bitki tarafından ihtiyaç duyulan su, (m³/ha)

AVS: Araziye verilen su, (m³/ha)

2.3.1.3. Sulama Sahasına Düşen Yıllık Su Miktarı (SSDYSM)

$$SSDYSM (m^3/ha) = KSSTH / SSA$$

KSSTH: Kullanılan sulama suyu toplam hacmi, (m³)

SSA: Sulama sahası alanı, (ha)

2.3.1.4. Net Sulanan Alana Düşen Yıllık Su Miktarı (NSADYSM)

$$NSADYSM (m^3/ha) = KSSTH / NSA$$

KSSTH: Kullanılan sulama suyu toplam hacmi, (m³)

NSA: Net sulanan alan, (ha)

2.3.2. Finansal Performans

2.3.2.1. Tahsilat Oranı (TO)

$$TO (\%) = (TTsT / TTaT) \times 100$$

TTsT: Toplam tahsilat tutarı, (TL)

TTaT: Toplam tahakkuk tutarı, (TL)

2.3.2.2. Birim Alan Başına Düşen Personel (BABDP)

$$BABDP (\text{kişi/ha}) = \text{TSBÇS} / \text{TSS}$$

TSBÇPS: Tarımsal sulama birliğinde çalışan personel sayısı, (kişi)

TSS: Toplam sulama sahası, (ha)

2.3.3. Üretim Performansı

2.3.3.1. Birim Alandan Elde Edilen Gelir (BAEEG)

$$BAEEG (\text{TL /ha}) = \text{TÜTYD} / \text{TÜA}$$

TÜTYD: Tarımsal üretimin toplam yıllık değeri, (TL)

TÜA: Toplam üretim alanı, (ha)

Sulama sistem performansının değerlendirilmesi konusunda yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu; performans kriterlerinin tanımlanması, parametrelerin analizinde kullanılabilecek tekniklerin belirlenmesi ve ortak karşılaştırılabilir göstergelerin seçilmesi ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Beyribey, 1997).

Çakmak (1994), Konya-Çumra sulama şebekesinde su dağıtım ve kullanım etkinliğini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, sulama sistem performansını fiziksel etkinlik, tarımsal etkinlik, yönetim etkinliği ve ekonomik etkinlik başlıkları altında incelemiştir. Çalışmada su iletim ve uygulama randımanı, su dağıtım performansı, sulamanın yapıldığı zaman dilimi, bitki deseni, sulama oranı, fayda-masraf oranı ve tahsilat oranı göstergelerini belirlemiştir.

Kıymaz (2006) da Gediz Havzası'nda sulama birliklerinde; makine ve ekipman yetersizliği nedeniyle bakım ve onarım hizmetlerinin zamanında ve yeterince yapılamaması,

teknik personelin yetersizliği ve iş güvenliğinin sağlanamaması, üreticilerde aşırı su kullanma eğilimi, sulama tesislerinin korunmasına yeterli katkıları olmaması, kaçak sulamaların yapılması ve bunlarla ilgili yaptırımların uygulanmaması, çiftçi eğitim eksikliği gibi çeşitli sorunlar olduğunu belirtmiştir.

Performans değerlendirme çalışmaları tüm sulama birliklerinde yapılmalı ve sulama yönetiminin başarısı belirlenmelidir. Türkiye’de DSİ tarafından işletilen sulama sistemlerinin performansı yıllık olarak izlenmekte ve değerlendirilmektedir. Performans göstergesi olarak sulanan bitkilerin dağılımı, şebekeye alınan su, sulama randımanı, sulamadan sağlanan faydalar ve fayda/masraf değerleri kullanılmaktadır. Ancak izleme ve değerlendirmede sadece uygulamadan gelen bilgi yeterli değildir. Bu nedenle sulama sistemlerinde diğer ülkelerde kullanılan uyumlu bir performans gösterge seti oluşturmaya yönelik çalışmalara önem verilmektedir (Nalbantoğlu ve Çakmak, 2007).

2.4. “Antalya’da Sulama İşletmeciliği Faaliyetleri, Üreticilerin Sulama Suyu Talebi ve Sulama İşletmeciliği Faaliyetlerine Katılım Düzeyinin Değerlendirilmesi” Çalışmasında Kullanılan Performans Göstergeleri.

Akdeniz Üniversitesi, Tarım Ekonomisi A.B.D. “Antalya’da Sulama İşletmeciliği Faaliyetleri, Üreticilerin Sulama Suyu Talebi ve Sulama İşletmeciliği Faaliyetlerine Katılım Düzeyinin Değerlendirilmesi” doktora tezi çalışmasında sulama tesisi performansı 8 performans göstergesi ile değerlendirilmiştir (Sayın, 2011).

2.4.1. Sulama Oranı (SO)

$$SO (\%) = (SA / PA) \times 100$$

SA: Sulanan alan, (ha)

PA: Proje alanı, (ha)

2.4.2. Su Temin Oranı (STO)

$$STO = \text{ŞSSM} / \text{ŞSİ}$$

ŞSSM: Şebekeye saptırılan su miktarı, (m³/ha)

ŞSİ: Şebeke su ihtiyacı, (m³/ha)

2.4.3. Proje Birim Alanı Üretim Değeri (PBAÜD)

$$PBAÜD (TL/ha) = \text{ÜD} / \text{SmA}$$

ÜD: Üretim değeri, (TL)

SmA: Sulama alanı, (ha)

2.4.4. Sulanan Birim Alan Üretim Değeri (SBAÜD)

$$SBAÜD (TL/ha) = \text{ÜD} / SA$$

ÜD: Üretim değeri, (TL)

SA: Sulanan alan, (ha)

2.4.5. Saptırılan Birim Suyu Karşılık Üretim Değeri (SaBSKÜD)

$$SaBSKÜD (TL/m^3) = \text{ÜD} / \text{SSM}$$

ŞÜD: Üretim değeri, (TL)

SSM: Saptırılan su miktarı, (m³)

2.4.6. Birim Su İhtiyacına Karşılık Üretim Değeri (BSİKÜD)

$$BSİKÜD (TL/m^3) = ÜD / BSİ$$

ÜD: Şebeke üretim değeri, (TL)

BSİ: Bitki su ihtiyacı, (m³)

2.4.7. Sulama Alanı Sürdürülebilirlik Oranı (SASO)

$$SASO (\%) = (MSA / BSA) \times 100$$

MSA= Mevcut sulama alanı, (ha)

BSA = Başlangıçta sulama alanı, (ha)

2.4.8. Finansal Yeterlilik Oranı (FYO)

$$FYO (\%) = (TESÜ / İM) \times 100$$

TESÜ: Tahakkuk eden su ücreti, (TL)

İM: İşletme masrafları, (TL)

Molden ve ark. (1998), sulama sistemlerini karşılaştırmada kullanılan altı adet performans göstergesi belirlemiştir. Bunlar, sulama oranı (SO), su temin oranı (STO), proje birim alanı üretim değeri (PBAÜD), sulanan birim alan üretim değeri (SBAÜD), saptırılan birim suya karşılık üretim değeri (SBSÜD) ve birim su ihtiyacına karşılık üretim değeri (BSİÜD)'dir.

Değirmenci (2004), sulama şebekelerinin sistem başarılarının değerlendirilmesinde Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) tarafından geliştirilen karşılaştırma göstergelerini kullanmıştır. Kahramanmaraş, Kalealtı ve Andırın ile DSİ tarafından işletilen Gökşun sulama şebekesinin sulama sistem performansı 1996-2001 yılları sulama sonuçlarına göre değerlendirilmiştir.

Sulama tesislerinin performansının incelendiği çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Sulama oranı, performans göstergelerinin arasında ilk sırada yer alan ve sulama tesislerinin sürdürülebilirliği açısından fikir veren bir göstergedir (Çakmak, 1997; Kocabaş ve Girgin, 1998).

Ayrancı ve Adakale (2004), inceledikleri sulama birliklerini 20 adet performans göstergesinden oluşan bir indeks sistemine göre puanlamak suretiyle, niceliksel olarak performansını ölçmüşlerdir.

Harran Ovasında yürütülen bir çalışmada; çoğu sulama birliğinde ancak bir mühendisin bulunduğu, mevcut teknik elemanın da sadece suyun sorunsuz dağıtımı ile ilgilenebildiği, mevcut sulama birliklerinin tarımsal aktivite, toprakların kullanım biçimi, ürün deseni oluşturma, tohumluk seçimi, gübre kullanımı gibi faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde etkili olamadığı bildirilmiştir (Şimşek ve ark., 2008).

2.5. “Devlet Sulama Şebekelerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi” Çalışmasında Kullanılan Performans Göstergeleri.

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü “Devlet Sulama Şebekelerinde Sistem Performansının Değerlendirilmesi” adlı çalışmasında devlet sulama sistemlerinde performans göstergeleri; su kullanım etkinliği, tarımsal etkinlik ve ekonomik, sosyal ve çevresel etkinlik ana başlıkları altında 10 performans göstergesi ile değerlendirilmiştir (Clemmens ve ark., 1990; Rao, 1993; Beyribey, 1997; Bos, 1997).

2.5.1. Su Kullanım Etkinliği

2.5.1.1. Net Su Temin Oranı (STOn)

$$STOn (\%) = (\$SS / NSSİ) \times 100$$

\$SS: Şebekeye saptırılan su, (m³/ha/yıl)

NSSİ: Net sulama suyu ihtiyacı, (m³/ha/yıl)

2.5.1.2. Toplam Su Temini Oranı (STOt)

$$STOt (\%) = (\$SS / TSSİ) \times 100$$

\$SS: Şebekeye saptırılan su, (m³/ha/yıl)

TSSİ: Toplam sulama suyu ihtiyacı, (m³/ha/yıl)

2.5.2. Tarımsal Etkinlik

2.5.2.1. Sulama Oranı (SO)

$$SO (\%) = (SLA / SMA) \times 100$$

SLA: Sulanan alan, (ha)

SMA: Sulama alanı, (ha)

2.5.2.2. Üretim Değeri Oranı (ÜDO)

$$ÜDO (\%) = (GÜD / PÜD) \times 100$$

GÜD: Gerçekleşen üretim değeri, (TL)

PÜD: Planlanan üretim değeri, (TL)

2.5.3. Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Etkinlik Göstergeleri.

2.5.3.1. Karlılık Oranı (KO)

$$KO (\%) = (SSF / YG) \times 100$$

SSF: Sulama suyu faydası, (TL/m³)

YG: Yıllık gider, (TL/m³)

2.5.3.2. Mali Etkinlik Oranı (MEO)

$$MEO (\%) = (İBM / TİBİ) \times 100$$

İBM: İşletme ve bakım masrafı, (TL)

TİBİ: Toplam işletme ve bakım ihtiyacı, (TL)

2.5.3.3. Mali Yeterlilik Oranı (MYO)

$$MYO (\%) = (T / İBM) \times 100$$

T: Tahakkuk, (TL)

İBM: İşletme ve bakım masrafı, (TL)

2.5.3.4. Tahsilat Oranı (TO)

$$TO (\%) = (THS / THK) \times 100$$

THS: Tahsilat, (TL)

THK: Tahakkuk, (TL)

2.5.3.5. Sürdürülebilir Sulama Alanı Oranı (SSAO)

$$SSAO (\%) = (SA / \dot{I}ASA) \times 100$$

SA: Sulama alanı, (ha)

$\dot{I}ASA$: İşletmeye açılan sulama alanı, (ha)

Garces (1983) ise, su kullanım etkinliğinin göstergesi olarak sulama oranı, birim sudan elde edilen verim, suyun eşit dağıtımı ve sulama randımanını; sosyal etkinlik göstergeleri olarak da çiftçinin tarım bilgisi düzeyi ve yönetime katılımı; çevresel etkinlik düzeyi göstergeleri olarak taban suyu düzeyi, toprak ve sulama suyu kalitesini; ekonomik etkinlik göstergeleri olarak da mali etkinlik oranı ve tahsilat oranını göz önüne almıştır.

2.6. Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu (ICID) - Sulama ve Drenaj Performans Değerlendirme Grubu' nca hazırlanan "Sulama ve Drenaj Performans Değerlendirme – Pratik Rehber" Çalışmasında Kullanılan Performans Göstergeleri.

Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu (ICID) Sulama ve Drenaj Performans Değerlendirme Grubu tarafından hazırlanan "Sulama ve Drenaj Performans Değerlendirme – Pratik Rehber" çalışmasında sulama sistemleri performansları; su dengesi, su hizmeti ve bakım, çevre, ekonomik ve uzaktan algılamayla geliştirilen hizmetler ana başlıkları altında 24 performans göstergesi ile gösterilmiştir (Clemmens ve Bos, 1990; Chambouleyron, 1994; Bos, 1997; Sakthivadivel ve ark., 1999).

2.6.1. Su Dengesi, Su Hizmeti ve Bakım Yönünden

2.6.1.1. Toplam Su Tüketim Oranı (ToSTO)

$$ToSTO = BS\dot{I} / BAVSM$$

BS \dot{I} : Bitki su ihtiyacı (ET_p-P_e), (m³/ha veya mm/ha)

BAVSM: Belirlenen alana verilen su miktarı, (m³/ha veya mm/ha)

ET_p: Potansiyel evapotranspirasyon (m³/ha veya mm/ha)

P_e: Etkili yağış (m³/ha veya mm/ha)

2.6.1.2. Tarla Su Uygulama Oranı (TaSUO)

$$TaSUO = BS\dot{I} / TSSO$$

BS \dot{I} : Bitki su ihtiyacı (ET_p-P_e), (m³/ha veya mm/ha)

TSSM: Tarlaya saptırılan su miktarı, (m³/ha veya mm/ha)

2.6.1.3. Gerçek Su Tüketimi Oranı (GSTO)

$$GSTO = BAOGE / (BAEY + BAGYSM)$$

BAOGE: Belirlenen alandan olan gerçek evapotranspirasyon (m³/ha)

BAEY: Belirlenen alandaki etkili yağış (m³/ha)

BAGYSM: Belirlenen alana gelen yüzey suyu miktarı (m³/ha)

2.6.1.4. Drenaj Oranı (DO)

$$DO = ADOTSM / AGTSM$$

ADOTSM: Alandan dren olan toplam su miktarı (m³/ha)

AGTSM: Alana gelen toplam su miktarı (m³/ha)

2.6.1.5. Giren-Çıkan Su Oranı (GÇSO)

$$G\check{C}SO = KATSM / KSVPTSM$$

KATSM: Kanaldan alınan toplam su miktarı (m³/ha)

KSVPTSM: Kanala saptırılan veya pompalanan toplam su miktarı (m³/ha)

2.6.1.6. Taşıma Performans Oranı (TPO)

$$TPO = GSAM / HSAM$$

GSAM: Gerçek su akış miktarı (m³/ha)

HSAM: Hedeflenen su akış miktarı (m³/ha)

2.6.1.7. Su Uygulamaları Arasındaki Güvenilirlik Aralığı (SUAGA)

$$SUAGA = GSA / HSA$$

GSA: Gerçek sulama aralığı (gün)

HAS: Hedeflenen sulama aralığı (gün)

2.6.1.8. Su Seviyesi Oranı (SSO)

$$SSO = GSS / PSS$$

GSS: Gerçek su seviyesi

PSS: Planlanan su seviyesi

2.6.1.9. Boşaltma Kapasitesi Oranı (BKO)

$$BKO = GBK / PBK$$

GBK: Gerçek boşaltma kapasitesi (m³/ha)

PBK: Planlanan boşaltma kapasitesi (m³/ha)

2.6.1.10. Altyapının Etkinliği (AE)

$$AE = A\check{I}K / TA$$

AİK: Altyapının işleyen kısmı

TA: Toplam altyapı

2.6.2. Çevre Açısından

2.6.2.1. Yeraltı Suyu Seviyesi

Yeraltı suyu seviyesindeki yükseliş ve düşüşler.

2.6.2.2. Su Kirliliği Gösterge Değeri (SKGD)

$$SKGD = GKK / KKK$$

GKK: Gerçek kirlilik konsantrasyonu

KKK: Kritik Kirlilik Konsantrasyonu

2.6.2.3. Sulanabilir Alanın Sürdürülebilirliği

2.6.2.3.1. Ekilen Alan Oranı (EAO)

$$EAO = OEA / BTSA$$

OEA: Ortalama ekilen alan (ha)

BTSA: Başlangıçta toplam sulanabilir alan (ha)

2.6.3. Ekonomik Açıdan

2.6.3.1. Su Verimliliği (SV)

$$SV = HEÜMvD / WSSM$$

HEÜMvD: Hasat edilen ürün miktarı veya değeri, (kg veya TL)

VSSM: Verilen sulama suyu miktarı, (m³)

2.6.3.2. Tarla Verimliliği (TV)

$$TV = GBV / PBV$$

GBV: Gerçekleşen bitki verimi, (t/ha)

PBV: Planlanan bitki verimi, (t/ha)

2.6.3.3. Sulama Sisteminin Mali Verimliliği (SSMV)

$$SSMV = YGG / SIBYB$$

YGG: Yıllık gerçek gelir (TL)

SIBYB: Sürdürülebilir IBY bütçesi (TL)

2.6.3.4. Bakım-Onarım Oranı (BOO)

$$BOO = BOMT / TSIBYB$$

BOMT: Bakım ve onarım maliyetleri toplamı (TL)

TSIBYB: Toplam sürdürülebilir IBY bütçesi (TL)

2.6.3.5. Ücret Toplama Oranı (ÜTO)

$$ÜTO = TnSÜM / TmSÜM$$

TnSÜM: Toplanan sulama ücreti miktarı (TL)

TmSÜM: Toplam sulama ücreti miktarı (TL)

2.6.3.6. İzafe Su Maliyeti (İSM)

$$İSM = SSTM / AÜTÜM$$

SSTM: Sulama suyu toplam maliyeti (TL)

AÜTÜM: Ana ürünlerin toplam üretim maliyeti (TL)

2.6.3.7. Fiyat Oranı (FO)

$$FO = AÜÇKF / AÜEYMF$$

AÜÇKF: Ana ürünün çiftlik kapısındaki fiyatı (TL)

AÜEYMF: Ana ürünün en yakın market fiyatı (TL)

2.6.4. Uzaktan Algılamayla Gelişen Göstergeler (UAGG)

2.6.4.1. Bitki Su Açığı (BSA)

$$BSA \text{ (mm / ay)} = ETp - ETa$$

ETp: Potansiyel evapotranspirasyon

ETa: Gerçek evapotranspirasyon

2.6.4.2. *İzafi Evapotransporasyon (İE)*

$$\text{İE} = \text{ETa} / \text{ETp}$$

ETa: Gerçek evapotransporasyon

ATp: Potansiyel evapotransporasyon

2.6.4.3. *İzafi Toprak Islaklığı (İTI)*

$$\text{İTI (mm/month)} = \text{Qa} / \text{Qfc}$$

Qa: Kök bölgesinde ölçülen hacimsel toprak su içeriği, (cm³/cm³)

Qfc: Tarla kapasitesinde hacimsel toprak su içeriği, (cm³/cm³)

2.6.4.4. *Sulama Sisteminden Sağlanan Biyokütle Verimi (SSSBV)*

$$\text{SSSBV} = \text{Bio} / \text{Vc}$$

Bio: Yer üstü kuru biyokütle gelişmesi, (kg/ha-ay)

Vc: Sulama alanına verilen su miktarı, (m³/ha-ay)

2.7. *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nce hazırlanan "Sulanır Alanlarda Su Kullanım Etkinliğinin (Randıman) Değerlendirilmesi" Çalışmasında Kullanılan Performans Göstergeleri*

Geçmişte ülkemizdeki küçük ölçekli sulama sistemlerinin planlanması, yapımı ve izlenip değerlendirilmesinden sorumlu olan mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan 'Sulanır Alanlarda Su Kullanım Etkinliğinin (Randıman) Değerlendirilmesi' çalışmasında sulama sistemleri performansı; su kullanım etkinliği, tarımsal etkinlik ve ekonomik, sosyal ve çevresel etkinlikler ana başlıkları altında 25 performans göstergesi ile incelenmiştir. (ASAE Standarts, 1991; Andıroğlu, 1993; Çakmak, 1994; Kanber ve ark., 1996).

2.7.1. *Su kullanım etkinliği*

2.7.1.1. *Su Dağıtım Oranı (SDO)*

$$\text{SDO} = \text{Kanala verilen gerçek debi} / \text{Kanala verilmesi planlanan debi.}$$

2.7.1.2. *Su Sağlama Oranı (SSO)*

$$\text{SSO} = \text{Şebekeye saptırılan su} / \text{Şebekeye saptırılması planlanan su.}$$

2.7.1.3. *Yeterlilik Oranı (YO)*

$$\text{YO} = (\text{Sulama suyu} + \text{yağış}) / (\text{Su tüketimi} + \text{sızma} + \text{süzülme})$$

2.7.1.4. *Sulama Süresi Oranı (SSüO)*

$$\text{SSüO} = \text{Gerçek sulama süresi} / \text{Planlanan sulama süresi}$$

2.7.1.5. *Sulama Aralığı Oranı (SAO)*

$$\text{SAO} = \text{Gerçek sulama aralığı} / \text{Planlanan sulama aralığı}$$

2.7.1.6. *Sistemin Su Sağlama Eşitiği (SSSE)*

SSSE = Sistemin en iyi %25'inde ortalama su sağlama oranı / Sistemin en kötü %25'inde ortalama su sağlama oranı.

2.7.1.7. Sulama Kanalında Su Sağlama Eşitliği (SKSSE)

SKSSE = Kanal menbasının %25'inde su sağlama oranı / Kanal mansabının %25'inde su sağlama oranı

2.7.1.8. Fonksiyonel Yapı Oranı (FYO)

FYO = Çalışır durumdaki yapı sayısı / Toplam yapı sayısı

2.7.1.9. Alet-ekipman Kullanım Randımanı (AEKR)

AEKR = Çalışır durumdaki alet-ekipman sayısı / Toplam alet-ekipman sayısı.

2.7.2. Tarımsal Etkinlikler

2.7.2.1. Sulama Oranı (SO)

SO = Sulanan alan / Sulanabilir alan

2.7.2.2. Bitki Yoğunluğu Oranı (BYO)

BYO = Gerçek bitki yoğunluğu / Planlanan bitki yoğunluğu

2.7.2.3. Üretim Oranı (ÜO)

ÜO = Toplam üretim / Planlanan üretim

2.7.2.4. Verim Oranı (VO)

VO = Gerçek verim / Planlanan verim

2.7.2.5. Su-Verim Oranı (SVO)

SVO = Gerçek verim / Olabilecek maksimum verim

2.7.3. Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Etkinlikler

2.7.3.1. Mali Etkinlik Oranı (MEO)

MEO = Gerçek işletme ve bakım tahsisatı / Toplam işletme ve bakım ihtiyacı

2.7.3.2. Mali Yeterlilik Oranı (MYO)

MYO = Tahsilat / Toplam işletme ve bakım ihtiyacı

2.7.3.3. Tahsilat Oranı (TO)

TO = Tahsilat / Tahakkuk

2.7.3.4. Alana Dayalı Karlılık Oranı (ADKO)

ADKO = Sulama faydası / Toplam sulama masrafı

2.7.3.5. Kullanılan Suya Dayalı Karlılık Oranı (KSDKO)

KSDKO = Sulama faydası / Toplam sulama masrafı

2.7.3.6. İç Karlılık Oranı

2.7.3.7. Sulama İstihdam Oranı (SİO)

SİO = Şebekede mevcut işgücü / İşgücü ihtiyacı

2.7.3.8. Gelir Oranı (GO)

GO = Yıllık ortalama kırsal gelir / Yıllık ortalama ulusal gelir

2.7.3.9. Nisbi Refah (NR)

NR = Projede yoksulluk düzeyi üzerindeki % nüfus / Ulusal yoksulluk düzeyi üzerindeki % nüfus

2.7.3.10. Personel Bilgi Düzeyi Oranı (PBDO)

PBDO = Yeterli bilgiye sahip personel sayısı / Toplam personel sayısı

2.7.3.11. Çiftçi Katılım Oranı (ÇKO)

ÇKO = Aktif haldeki su kullanım organizasyonları sayısı / Toplam su kullanım organizasyonları sayısı

Beyribey ve Tatlıdil (1997), Ereğli-İvriz Sağ Sahil Sulama Birliğinde sulama sistem performansını değerlendirmek amacıyla yaptıkları araştırmada, su sağlanması, su kullanımı, bakım ve su iletim, dağıtım ve uygulama randımanlarını, su kullanım etkinliği göstergeleri olarak ele almışlardır. Su sağlanması göstergeleri içerisinde su dağıtım oranı, su sağlanması oranı; su kullanım göstergeleri içerisinde yeterlilik oranı, güvenilirlik oranı, eşitlik oranı; bakım göstergeleri içerisinde fonksiyonel yapı oranı ve alet ekipman kullanımı oranı; su iletim, su dağıtım ve uygulama göstergeleri içerisinde ise proje randımanı, iletim randımanı, dağıtım randımanı ve su uygulama randımanına yer vermişlerdir.

Ülkemizde en fazla su kullanıcı sektör tarımdır. Bu durum tarımda suyun etkin kullanımını gerektirmektedir. Sulama şebekelerinin çoğunda şebekelerin eski ve kayıplarının fazla olması, su iletim ve dağıtımının açık kanal ve kanaletlerle yapılması, yüzey sulama yöntemleri uygulanması gibi nedenlerle performansın beklenenin altında olduğu bildirilmiştir (Çakmak ve Tekiner, 2010).

Çiftçiler sulama aralığını ve sulama suyu miktarını, herhangi bir teknik kriterle dayanmadan bitkilerin fiziksel gözlemlerine göre belirlemektedirler. Sulama suyu ücretleri kullanılan suya göre alınmamaktadır. Bu durum çiftçilerin aşırı su kullanımına neden olmaktadır. Sulanan alanlarının bir bölümü tuzluluk ve aşırı sulamaya bağlı taban suyu problemleri nedeniyle kullanılamaz duruma gelmektedir (Sönmez yıldız ve Çakmak, 2013).

2.8. “Erzurum Daphan Sulama Birliği Birinci ve İkinci Etap Sulama Şebekesinin Performansının Değerlendirilmesi” Çalışmasında Kullanılan Performans Göstergeleri.

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü “Erzurum Daphan Sulama Birliği Birinci ve İkinci Etap Sulama Şebekesinin Performansının Değerlendirilmesi (2012-2016)” araştırma makalesi çalışmasında sulama tesisi performansı 8 performans göstergesi ile değerlendirilmiştir (Kara ve ark., 1991; Benli ve Beyribey, 1998; Koçabaş ve ark., 1998; Değirmenci, 2004; Demir ve ark., 2014; Kızıloğlu ve ark., 2018).

2.8.1. Net Su Sağlanması Oranı (STOn)

$STOn = \text{Sulama alanına saptırılan su} / \text{Net sulama suyu ihtiyacı}$

2.8.2. Toplam Su Sağlanması Oranı (STOt)

$STOt = \text{Sulama alanına saptırılan su} / \text{Toplam sulama suyu ihtiyacı}$

2.8.3. Sulama Oranı (SO)

$SO = \text{Sulanan alan} / \text{Sulama alanı}$

2.8.4. Üretim Değeri Oranı (ÜDO)

$ÜDO = \text{Gerçekleşen üretim değeri} / \text{Planlanan üretim değeri}$

2.8.5. Mali Yeterlilik Oranı (MYO)

$MYO = \text{Tahakkuk} / \text{Toplam işletme bakım gereği}$

2.8.6. Mali Etkinlik Oranı (MEO)

$MEO = \text{İşletme bakım masrafı} / \text{Toplam işletme bakım gereği}$

2.8.7. Tahakkuk Oranı (TO)

$TO = \text{Tahsilat} / \text{Tahakkuk}$

2.8.8. Karlılık Oranı (KO)

$KO = \text{Sulama suyu faydası} / \text{Yıllık gider}$

Sulamada yüzey sulama yöntemlerinin kullanıldığı, bu durumun sulamada toplam randımanı ve su kullanma etkinliğini olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Değirmenci, 2004; Demir ve ark., 2014).

Ülkemizde sulama şebekelerine ilişkin karlılık oranı 1.6 ile 5.7 arasında değişmekte olup ortalama 4'tür. Sulama ile birlikte çağdaş tarım teknolojisi ve ucuz girdi kullanılması durumunda bu değerlerin 10-15 arasında olması olasıdır (Kızıloğlu 2002).

2.9. “Aşağı Gediz Havzasındaki Bazı Sulama Sistemlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma” Çalışmasında Kullanılan Sulama Sistemi Performans Göstergeleri.

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi “Aşağı Gediz Havzasındaki Bazı Sulama Sistemlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma” çalışmasında sulama sisteminin performansı; bitkisel üretim göstergeleri, su temini göstergeleri, finansal göstergeler, diğer göstergeler, çevresel etki ve sürdürülebilirlik göstergeleri ve sulama mevsimi öncesi yapılan sulama planlamasının değerlendirilmesi ana başlıkları altında 20 performans göstergesi ile değerlendirilmiştir (Molden ve ark., 1990; Balaban ve Beyribey, 1991; Avcı ve ark., 1997; Beyribey ve ark., 1997; Bos, 1997; Değirmenci ve ark., 1997; Akkuzu, 2001).

2.9.1. Bitkisel Üretim Göstergeleri

2.9.1.1. Sulanan Birim Alan Başına Bitkisel Üretim Değeri (SBABBÜD)

SBABBÜD (\$/ha) = Bitkisel üretim değeri / Fiilen sulanan alan

2.9.1.2. Sulanması Öngörülen Birim Alan Başına Bitkisel Üretim Değeri (SÖBABBÜD)

SÖBABBÜD (\$/ha) = Bitkisel üretim değeri / Sulama alanı

2.9.1.3. Saptırılan Suya Karşılık Bitkisel Üretim Değeri (SSKBÜD)

SSKBÜD (\$/m³) = Bitkisel üretim değeri / Sisteme saptırılan su

2.9.1.4. Bitki Su Tüketimine Karşılık Bitkisel Üretim Değeri (BSTKBÜD)

BSTKBÜD (\$/m³) = Bitkisel üretim değeri / Bitki su tüketimi

2.9.2. Su Temini Göstergeleri

2.9.2.1. Su Temini Oranı (STO)

STO = Yüzey suyu, yeraltı suyu ve yağış toplamı / Potansiyel bitki su tüketimi

2.9.2.2. Sulama Suyu Temin Oranı (SSTO)

SSTO = Yüzey ve yeraltı suyu toplamı / Sulama suyu gereksimi

2.9.2.3. Su Dağıtım Kapasitesi Oranı (SDKO)

SDKO = Sistem başında kanal kapasitesi (l/s) / Toplam sulama suyu ihtiyacının maksimum olduğu aydaki pik debi (l/s)

2.9.3. Finansal Göstergeler

2.9.3.1. Yatırımın Brüt Geri Dönüşüm Oranı (YBGDO)

YBGDO (%) = (Yıllık bitkisel üretim değeri / Sulama altyapı maliyeti) X 100

2.9.3.2. Mali Yeterlilik (MY)

MY (%) = (Toplam gelir / İşletme ve bakım harcamaları) X 100

2.9.4. Diğer Göstergeler

2.9.4.1. Sulama Oranı (SO)

SO = (Sulama alanı (ha) / Sulama alanı (ha)) X 100

2.9.4.2. Verim Etkinliği (VE)

VE = Ortalama verim (kg/ha) / Olası en yüksek verim (kg/ha)

2.9.4.3. Birim Sulama Elde Edilen Verim Artışı (BSEEVA)

BSEEVA = (Sulama ile elde edilen verim – Sulama yapılmadan elde edilen verim) / (Birim alana verilen su miktarı)

2.9.4.4. Tahsilat Oranı (TO)

TO = (Tahsil edilen / Tahakkuk eden) X 100

2.9.4.5. Çiftçi Katılım Oranı (ÇKO)

$$\text{ÇKO} = (\text{Sulama organizasyonu ile ilgili üye sayısı} / \text{Toplam çiftçi sayısı}) \times 100$$

2.9.4.6. Teknik Personele Düşen Alan Miktarı (TPDAM)

$$\text{TPDAM} = \text{Sulanan alan} / \text{Sulama teknisyeni sayısı}$$

2.9.4.7. Su Kaynaklarından Yararlanma Kriteri (SKYK)

$$\text{SKYK} = (\text{Kaynaktan çekilen yıllık su (m}^3\text{)} / (\text{Kaynaktan çekilmesi planlanan yıllık su (m}^3\text{)} \times 100$$

2.9.5. Çevresel Etki ve Sürdürülebilirlik Göstergeleri

2.9.5.1 Sürdürülebilir Sulama Alanı Oranı (SSAO)

$$\text{SSAO} = (\text{Sulama alanı (ha)} / \text{Planlanan sulama alanı (ha)}) \times 100$$

2.9.5.2. Taşkından Etkilenen Alan Oranı (TEAO)

$$\text{TEAO} = \text{Taşkından etkilenen alan} / \text{Toplam sulanabilir alan}$$

2.9.6. Sulama Mevsimi Öncesi Yapılan Sulama Planlamasının Değerlendirilmesi

2.9.6.1. Net Su Temin Oranı (NSTO)

$$\text{NSTO} = \text{Sisteme saptırılan su (m}^3\text{/ha/ay)} / \text{Net sulama suyu gereksimi (m}^3\text{/ha/ay)}$$

2.9.6.2. Toplam Su Temin Oranı (TSTO)

$$\text{TSTO} = \text{Sisteme saptırılan su (m}^3\text{/ha/ay)} / \text{Toplam sulama suyu gereksinimi (m}^3\text{/ha/ay)}$$

Kara ve ark., (1991), sulamada verimlilik kavramını iki yönden değerlendirmişlerdir. Bunlardan ilki sulama ile elde edilen verimdeki artış, diğeri ise sulama şebekesinin kendi verimliliğidir. Araştırmacılar sulu koşullarda yağışa dayalı üretime oranla buğdayda ve şeker pancarında sırasıyla %100 ve %206 düzeyinde verim artışları belirlemişlerdir. Buna karşılık sulama şebekesinin verimliliğini etkileyen tarla sulama randımanı ve sulama oranı değerlerini sırasıyla %45 ve %58'in altında bulmuşlardır.

2.10. “Sınraşan Nehir Havzalarda Tarımda Su Kullanımının Değerlendirilmesi” Çalışmasında Kullanılan Sulama Sistemi Performans Göstergeleri.

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisinde yayınlanan “Sınraşan Nehir Havzalarda Tarımda Su Kullanımının Değerlendirilmesi” çalışmasında sulama sistemlerinin performanslarını; 5 performans göstergesi ile değerlendirilmiştir (Beyribey, 1997; Şener ve Albut, 2011; Akkuzu ve Pamuk Mengü, 2012; Sönmezyıldız ve Çakmak, 2013; Çakmak ve ark., 2014).

2.10.1. Proje Alanı Brüt Üretim Değeri (PABÜD)

$$\text{PABÜD (TL/ha)} = \text{Üretim değeri} / \text{Sulama alanı}$$

2.10.2. Fiilen Sulanan Alan Brüt Üretim Değeri (FSABÜD)

$$\text{TSO (TL/ha)} = \text{Üretim değeri} / \text{Sulama alanı}$$

2.10.3. Saptırılan Suyu Karşılık Brüt Üretim Değeri (SSKBÜD)

SSKBÜD (TL/ m³) = Üretim değeri / Saptırılan sulama suyu miktarı

2.10.4. Toplam Su Temini Oranı (TSTO)

TSTO = Saptırılan sulama suyu miktarı, (m³) - Sulama suyu ihtiyacı, (m³)

2.10.5. Sulama Oranı (SO)

SO = Sulanan alan, (ha) / Sulama alanı, (ha)

Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü (IWMI) tarafından 1992 yılından itibaren dünyada 11 ülkede toplam 18 sulama sisteminde yürütülen çalışmalarda meyve, sebze ve endüstri bitkilerinin fazla olduğu sulama şebekelerinde elde edilen gelirin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bölgede hububat ve yem bitkileri ağırlıklı üretim deseninin seçilmesi üretim değeri oranını düşüren başka bir husus olduğu bildirilmiştir (Molden ve ark., 1998).

Devlet sulama şebekelerinde 1984-1993 yılları arasında ortalama sulama oranına göre şebekelerin %41'inde sulama oranının %60'dan büyük olduğu bildirilmiştir (Beyribey, 1997).

Tanrıverdi ve ark. (2011) DSİ tarafından işletilen ve devredilen sulama şebekeleri için su temin oranını, PABÜD, FSABÜD, SSKBÜD, SSİBÜD, 0.75-27.23, 72-2013 \$/ha, 448-5079\$/ha, 0.01-0.85 \$/m³, 0.11-1.85 \$/m³ olarak belirlemişlerdir.

Şener ve ark. (2007) Hayrabolu sulama şebekesinde PABÜD, FSABÜD, SSKBÜD ve SSİBÜD sırasıyla 709 \$/ha, 2325 \$/ha, 0.33 \$/m³, 0.29 \$/m³ olarak tespit etmişlerdir.

Çakmak (2002), Kızılırmak Havzasında yer alan 8 sulama birliğinde 1999-2000 yıllarına ilişkin birim sulanan alana karşılık elde edilen geliri 87-4 678 \$/ha arasında belirlemiştir.

3. Sonuç ve Öneriler

Sulama projeleri büyük maliyetlerle gerçekleştirilmektedir. Gelişmekte ve geri kalmış ülkelerde mali kaynaklar oldukça kısıtlı olup, bu kısıtlı kaynakların en verimli şekilde kullanılması oldukça önemlidir. Sulama sistemlerinin performanslarının izlenip değerlendirilmesi mevcut projelerde iyileştirmeler yönünde olumlu adımların atılmasına sebep olabileceği gibi, yeni projelerin daha iyi hazırlanmalarına da olumlu katkılar sağlayabilecektir. Yukarıdaki örneklerden de gördüğümüz gibi performans göstergesi sayısı oldukça değişiklik göstermektedir. Şurası da muhakkaktır ki, her ilave edilecek bir performans göstergesi ilave bir maliyet getirecektir. Tüm bunlar dikkate alınarak, her bir sulama sistemi için ülkenin imkanları ve sulama sisteminin özelliğine göre basit de olsa bir performans izleme-değerlendirme yöntemi ve bu yöntem ile ilgili göstergeler belirlenip, gereği ile uygulanmalıdır. Ayrıca elde edilen bu verilerin sonuç-neden ilişkisi içerisinde değerlendirilip hem mevcut sistemin performansının geliştirilmesi hem de yeni yapılacak projeler için önemli derslerin çıkarılması gerekmektedir.

Sonuç olarak; herhangi bir sulama sisteminin, bazı çalışmalarda farklı şekillerde ifade edilmiş olsalar ve herbirinin altında yer alacak performans göstergesi sayısı değişiklik gösterse bile;

- a- Fiziksel,
- b- İşletme,
- c- Ekonomik,

d- Çevresel olarak dört ana başlık altında izlenip, değerlendirilmesinden önemli yararlar elde edileceği aşikardır.

Kaynaklar

- Akkuzu, E. (2001). Aşağı Gediz Havzasındaki bazı sulama sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi. Bornova-İzmir, 122s.
- Akkuzu, E., Pamuk Mengü, G. (2012). Aşağı Gediz Havzası sulama birliklerinde karşılaştırmalı performans göstergeleri ile sulama sistem performansının değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2012.49c (2):149-158.
- Andiroğlu, A. (1993). Doğrusal hareketli (linear move) yağmurlama sisteminin değerlendirilmesi. Çukurove Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama A.B.D. Yüksek lisans tezi. Adana, 72s.
- Anonim, (2017). 2016 yılı DSİ'ce işletilen ve devredilen sulamalarda sulama tesisleri değerlendirme raporu. Ankara, 408s.
- ASAE Standarts. (1991) Soil and water resource management. St. Joseph, MI. ASAE, 554-678.
- Avcı, M., Aşık, Ş., Ünal, H.B. (1997). Su dağıtım sistemi performansının değerlendirilmesine ilişkin bir yaklaşım. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, 5-8 Haziran 1997, Bursa, 180-184.
- Ayrancı, Y., Adakale, S. (2004). Fethiye Yöresindeki bazı sulama birliklerinin performansının değerlendirilmesi. OMU Zir. Fak. Dergisi, 19(1), s. 1-7.
- Balaban, A., Beyribey, M. (1991). Konya Alakova yeraltı suyu işletmesinde su dağıtım ve kullanım etkinliği. Doğa-Tr. Journal of Agriculture and Forestry 15, 24-34.
- Benli, B., Beyribey, M. (1998). Eskişehir sulaması sağ sahil sulama alanında sistem performansının değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1 (4), Ankara, 26-32.
- Beyribey, M. (1997). Devlet sulama şebekelerinde sistem performansının değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1480-813. Bilimsel Araştırma ve İnceleme. Ankara, 88s.
- Beyribey, M., Erdoğan, C., Çakmak, B., Aküzüm, T. (1997). Katılımcı sulama yönetimi ve sulama birliklerinde sistem performansını değerlendirilmesi. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi, 5-7 Haziran, Bursa, 172-179.
- Beyribey, M., Tatlıdil, F. F. (1997). Ereğli – İvriz Sağ Sahil Sulama Birliği'nde sulama sistem performansının değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara.
- Bos, M.G. (1997). Performance indicators for irrigation and drainage. Irrigation and drainage systems. 11, 119-137.
- Çakmak, B. (1994). Konya-Çumra sulamasında su dağıtım ve kullanım etkinliği. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama A.B.D. Doktora tezi, 134s.
- Çakmak, B. (1997). Devredilen sulama şebekelerinde performansın değerlendirilmesi Konya örneği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt: 3, No: 1, 79-86.
- Çakmak, B. (2002). Kızılırmak havzası sulama birliklerinde sulama sistem performansının değerlendirilmesi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 5 (2), 130-141.
- Çakmak, B., Gökalp, Z., Demir, N. (2014). Sınıraşan nehir havzalarda tarımda su kullanımının değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2014 11 (2), Tekirdağ, 11s.
- Çakmak, B., Tekiner, M. (2010). Çanakkale Kepez Kooperatifinde sulama performansının değerlendirilmesi.1. Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu. 27-29 Mayıs 2010. Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü.Cilt:1, s.279-290, Kahramanmaraş.
- Chambouleyron, J. (1994). Determining the optimal size of water uses' associations. Irrigation and Drainage Systems 8, 189-199.
- Cihan, İ. (2017). Konya-Çumra Ova Sulama Birliği'nin işletmecilik yönünden değerlendirilmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi. Konya, 41s.
- Clemmens, A.J., Bos, M.G. (1990). Statistical methods for irrigation system water delivery performance evaluation. Irrigation and Drainage Systems 4, 345-365.
- Değirmenci, H. (2004). Kahramanmaraş bölgesinde bazı sulama şebekelerinin karşılaştırma göstergeleri ile değerlendirilmesi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(1), 104-110.
- Değirmenci, H., Yazgan, S., Demir, A.O., İstanbulluoğlu, E. (1997). Bursa Mustafakemalpaşa sulamasında su dağıtım performansının belirlenmesi. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi. Bursa, 185-193.
- Demir, O., Demir, N., Tekin, M., Yalçın, Z. (2014). Erzurum Daphan ovası sulama yatırımının tarımsal üretim üzerine etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (COMU J. Agricultural Faculty), 2 (2), 97-103.
- Garces, C. (1983). A Methodology to evaluate the performance of irrigation systems. Applications to Philippine National Systems. Unpublished Ph. D. Thesis, Cornell University, New York.

- Kanber, R., Öğretir, K., Güngör, H., Kara, C. (1996). Sulanır alanlarda su kullanım etkinliğinin (randıman) değerlendirilmesi. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi. Proje No: 423, Eskişehir, 110s.
- Kara, M., Şimşek, H., Çiftçi, N. (1991). Orta Anadolu'da sulama ve verimlilik. Orta Anadolu'da tarımın verimlilik sorunları sempozyumu. Milli Produktivite Merkezi Yayınları, No: 440. Ankara. 54 – 63.
- Kıymaz, S. (2006). Gediz havzası örneğinde sulama birliklerinin sorunları ve çözüm yolları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Adana, 211s.
- Kızıloğlu, F. M. (2002). Aşağı Pasinler Ovası Sulama sisteminin performansı, sorunları ve çözüm önerileri üzerine bir araştırma (yayınlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kızıloğlu, F.M., Şahin, Ü., Diler, S., Öztaşkın, S. (2018). Erzurum Daphan sulama birliği birinci ve ikinci etap sulama şebekesinin performansının değerlendirilmesi (2012-2016). Araştırma Makalesi. Türk Tarım–Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6 (10), 1381-1387.
- Koç, C. (1997). Büyük Menderes havzası sulama şebekelerinde organizasyon-yönetim sorunları ve yeni yönetim modelleri üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Doktora Tezi. İzmir ,183s.
- Kocabaş, E. S., Girgin, I. (1998). Evaluation of irrigation system performance in irrigation schemes, Tarım Bilimleri Dergisi, 4(2): 39-48.
- Kocabaş, S., Girgin, İ. (1998). Sulama şebekelerinde sistem performansının değerlendirilmesi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 1998 4 (2), 39-48.
- Molden, D., Sakthivadivel, R., Perry, C. J., Franture, C., Kloezen, W. H. (1998). Indicators for comparing the performance irrigated agriculture. IWMI Research Report 20, Sri Lanka.
- Molden, D.J., Gates, T.K. (1990). Performance measures for evaluation of irrigation water delivery systems. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol., 116 (6), 804-823.
- Nalbantoğlu, G., Çakmak, B. (2007). Akıncı Sulama Birliğinde sulama performansının karşılaştırmalı değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi. 13(3): 213-223.
- Özçelik, A., Tanrıvermiş, H., Gündoğmuş, E., Turan, A. (1999). Türkiye'de sulama işletmeciliğinin geliştirilmesi yönünden şebekelerin birlik ve kooperatiflere devri ile su fiyatlandırma yöntemlerinin iyileştirilmesi olanakları. Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 32, Ankara, 248s.
- Rao, P.S. (1993). Review of selected literature on indicators of irrigation performance. IIMI, Colombo, Sri Lanka, 75pp.
- Sakthivadivel, R., de Fraiture, C., Molden, D.J., Perry, J., Klosen WW. (1999). Indicators of land and water productivity in irrigated agriculture. Water Resources Development 15, 161-179.
- Sayın, B. (2011). Antalya'da sulama işletmeciliği faaliyetleri, üreticilerin sulama suyu talebi ve sulama işletmeciliği faaliyetlerine katılım düzeyinin değerlendirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Antalya, 166s.
- Şener, M., Albut, S. (2011). Irrigation performance assessment in Turkey: Thrace region case study. Bulgarian Journal of Agricultural Science, Agricultural Academy, 17 (No 4), 521-530,
- Şener, M., Yüksel, A. N., Konukçu, F. (2007). Evaluation of Hayrabolu Irrigation Scheme in Turkey using comparative performance indicators. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1), s. 43-54.
- Şimşek, M., Aktaş, Y., Büyükhatipoğlu, U., Arslan, S. (2008). Sulama birlikleri ve Harran ovasında potansiyel güçleri. Sulama-Tuzlanma Toplantısı, 12-13 Haziran, Şanlıurfa, 287-296.
- Sönmez Yıldız, E., Çakmak, B. (2013). Eskişehir Beyazaltın Köyü arazi toplulaştırma alanında sulama performansının değerlendirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt: 26, sayı: 1, Antalya, 33-40.
- Tanrıverdi, Ç., Degirmenci, H., Sesveren, S. (2011). Assessment of irrigation schemes in Turkey based on management types. African Journal of Biotechnology Vol. 10(11): 1997-2004.