

## Tekirdağ İli Sulama Sularının Özellikleri

Fatma VAROL<sup>1</sup> Korkmaz BELLİTÜRK<sup>1</sup> M. Turgut SAĞLAM<sup>1</sup>

Geliş Tarihi:

**Öz:** Tekirdağ toprak, su ve iklim özellikleri açısından yüksek bir tarım potansiyeline sahiptir. Su, tarımsal üretimi etkileyen önemli bir faktördür. Bu nedenle su kaynakları tarımsal üretimin artırılmasında büyük bir önem taşır. Bu araştırma, 2005 yılı Mart ve Nisan aylarında Tekirdağ'ın değişik yerlerinden toplanan 9 adet sulama suyu örneği üzerinde yürütülmüştür. Örneklerin pH, EC, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, CO<sub>3</sub><sup>--</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N analizleri yapılmış ve bu sonuçlardan yararlanılarak çökeltme indeksi (Çİ), bakiye sodyum karbonat (BSK), sodyum adsorpsiyon oranı (SAO) ve kalite sınıfları belirlenmiştir. Tüm sulama suları sertlik, Cl<sup>-</sup>, pH, SAO yönünden sulamada uygundur. Sulama sularını sınıflandırdığımızda, 3 numaralı örneğin C<sub>3</sub>S<sub>1</sub> ve diğer 8 adet su örneğinin de C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> sınıfında olduğu bulunmuştur. Analiz sonuçlarına göre, su örneklerinde bazı ortalama değerler; pH 7.33, elektriksel iletkenlik 603 µS/cm, toplam sertlik 23.69 mg CaCO<sub>3</sub>/l, klorür 2.31 me/l, BSK 0.08 me/l ve Çİ ise 0.14 olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Tekirdağ, su kaynakları, sulama suyu

## Properties Of Irrigation Water In Tekirdag Province

**Abstract:** Tekirdag has a great agriculture potential according to its climate, water and soil properties. Water is one of the most important factors affecting on agricultural production. Therefore, water resources have vital importance in increasing agricultural production. This investigation was carried out on 9 irrigation water samples collected from various places of Tekirdag in irrigation period (March and April). The samples were analysed to determine pH, EC, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, CO<sub>3</sub><sup>--</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> and NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N ions, and from these data PI, RSC, SAR and quality classes calculated. All irrigation waters were found suitable for irrigation related to their hardness, Cl<sup>-</sup>, pH, SAR values. It was evaluated that all of the water samples (9 water samples except water sample no 3) found class C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> and water sample no 3 was found class C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>. According to the analysis results, some average values in the water samples, pH 7.33, electrical conductivity 603 µS/cm, total hardness 23.69 mg CaCO<sub>3</sub>/l, chloride 2.31 me L<sup>-1</sup>, RSC 0.08 me L<sup>-1</sup> and PI 0.14.

**Key Words:** Tekirdag, water resources, irrigation water

### Giriş

Hızla artmakta olan nüfusumuzun beslenme sorunlarının çözümünde, sınırlı olan tarım alanlarımızdaki bitkisel üretimi arttırmak büyük bir önem taşımaktadır. Ülkemizde tarımsal üretime açılacak yeni arazi kalmamıştır. Bu nedenle birim alandan alınan verimi arttırmak hedefine yönelmek zorundayız. Bu hedefe varmamız ise, toprak ve su kaynaklarının korunması, verimliliklerinin artırılması, sürdürülebilir ve ileri tarım teknolojilerinin uygulanması, üretim girdilerinin yeterli ve dengeli bir düzeyde kullanılması gibi acil önlemlerle mümkün olacaktır.

Türkiye sanıldığı gibi su zengini bir ülke değildir. Aksine gerekli önlemler alınmadığı takdirde yakın gelecekte su sorunları yaşamaya aday bir ülke konumundadır. Bunun başlıca nedenleri de, topoğrafyadaki düzensizlikler nedeniyle kaynakların kontrol edilememesi, yağışların ve kaynakların bölgelere göre dengesiz dağılım göstermesidir (Anonim 2001).

Bir yandan nüfus artışına bağlı olarak artan ihtiyaçlar, diğer yandan gittikçe yükselen hayat standartları su kaynaklarının en uygun şekilde değerlendirilmesi konusunda bütün imkânların ortaya konulmasını zorunlu

kılmaktadır. Özellikle Türkiye gibi kalkınma çabası içinde bulunan ülkelerde su kaynaklarının sosyal ve ekonomik önemi her geçen gün daha da iyi anlaşılmaktadır (Sağlam ve Bellitürk 2003).

Türkiye'nin ekonomik ve demografik yapısı ile dengeli gelişiminde tarımın, özellikle sulu tarımın büyük önemi bulunmaktadır. Tarım yapılabili alanların üst sınırına 20 yıl önce ulaşıldığından birim alandaki üretim artışı, teknolojik gelişme ve sulanan alanların artırılmasına bağlı kalmaktadır. Burada sadece üretimin artırılması değil, aynı zamanda pazarın isteğine uygun, nitelikli ürün elde etmek daha büyük önem kazanmaktadır. Bu nedenle Türkiye, son yıllarda tarımsal yatırım için ayırdığı paranın yaklaşık % 65 kadarını sulu tarım alanlarına harcamaktadır. Her yıl sulanır alanlar genişlemektedir. Sulama ile ürün 7 kat, katma değer ise 2.6 kat artabilmiştir (Kanber 1997).

Dünya nüfusunun 2025'de 8 milyara ulaşacağı ve gıda ihtiyacının % 60 artacağı beklenmektedir. Nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için tarımsal üretimin artırılması gerekmektedir. Kullanılabilir su ve toprak kaynaklarının

<sup>1</sup>Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak., Toprak Bölümü-Tekirdağ

kısıtlı olması ve sektörler arasındaki rekabetin artışı, tarımda kaynakların etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Dünya'da tarım yapılan alanların % 19'na karşılık gelen 280 milyon ha alanda sulama yapılmaktadır. Dünya'da tarımsal üretimin % 35'i sulanan alanlardan elde edilmekte, kullanılan suyun % 70'i de tarımsal üretim amacıyla kullanılmaktadır (Çakmak 2001).

Devlet İstatistik Enstitüsü, 2025 yılı için Türkiye nüfusunun 80 milyon olacağını öngörmüştür. Bu görüş çerçevesinde 2025 yılı için kişi başına düşecek kullanılabilir su miktarı 1300 m<sup>3</sup>e düşecektir. Dolayısıyla, Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için su kaynaklarının çok iyi korunması, su tüketimi ve kullanımı alışkanlıklarımızın da değişmesi gerekmektedir. Uzun vadeli makro projeler yerine bölgesel, bağımsız ve kısa vadeli projelerin kullanılması da gelecekte su sıkıntısı sorunu yaşanmasında en büyük etkenlerden biri olacaktır (Çiftçi ve ark. 2003).

Ülkemizde 2000 yılı itibari ile sulamaya açılan toplam alan 4.28 milyon ha'dır. Bunun 2.25 milyon ha'ı DSİ, 0.95 milyon ha'ı KHGM tarafından sulamaya açılmış olup, 1.08 milyon ha'ı da halk sulamalarıdır. DSİ tarafından inşa edilerek işletmeye açılan sulamaların 1537128 ha'ı devredilmiş, 15746 ha'ı bedeli karşılığı inşa edilen ve 358910 ha'ı da sulama kooperatiflerince işletilen sulamaları oluşturmaktadır. 342210 ha da DSİ tarafından işletilmektedir (Uşky 2001).

Tekirdağ'da yapılan çalışmalar sonucunda il tarım arazisinin topoğrafik yapısı ve toprak özellikleri bakımından yarından fazlasının sulamaya müsait olduğu belirlenmiştir. Ancak sahip olunan su potansiyeli ile sulamaya uygun arazinin bir arada bulunması gerekliliği sulanabilecek miktarını sınırlandırmaktadır. Tekirdağ'da 2003 itibariyle toplam sulanan alan 26651.6 ha'dır. Bu alanın % 26.80'ini (7141.87 ha) Köy Hizmetleri İl Müdürlüğü, % 12.18'ini (3245.3 ha) Devlet Su İşleri ve % 61.03'ünü de (16264.43 ha) halk sulamasına ait alanlar oluşturmaktadır. Tekirdağ ili sulanabilir alanlar toplamı ise 42892.33 ha'dır (Anonim 2004).

Kullanım amaçlarının çeşitliliği yanı sıra, su kalitesini belirleyen etmenlerin sonsuzluğu bugün için geçerli olan su kalitesi ölçütlerinin sürekli yenilenmesi gereğini getirmektedir. Hatta bilinenlerin, bilinmeyenlerden az olduğu söylenebilir. Bu konuda karşılaşılan bir diğer zorluk da iklim, coğrafya ve jeoloji gibi çok değişen doğal koşulların su kalitesini etkilemesi ve standart oluşturmayı daha karmaşık bir duruma getirmesidir (Munsuz ve Ünver 1995).

Sulama suyu kalitesinin toprağa ve bitkiye olan etkileri toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine, yetiştirilen bitkinin tuza dayanımına, bölgenin iklim özelliğine, uygulanan sulama yöntemine, sulama aralığına ve sulama suyu miktarına bağlı olarak değişiklik gösterir (Rhoades 1972).

Bu araştırmanın amacı, araştırma alanı olarak seçilen Tekirdağ'daki 9 adet sulama suyu kaynağının, bazı kalite özellikleri ile sulama açısından önemini belirlemesidir.

## Materyal ve Yöntem

**Çalışma alanı:** İnceleme alanı olarak tercih edilen Tekirdağ; Marmara Denizi'nin kuzey batısındaki kıyı şeridinde, Trakya'nın güneyinde, İstanbul ve Çanakkale gibi iki önemli ilimizin arasında yer alan ve Geçit Akdeniz İklimi gösteren bir ilimizdir. Ayrıca tamamı Trakya topraklarında yer alan üç ilden biri olmakla beraber, Türkiye'de iki denize kıyısı olan altı ilden biridir.

Sıcaklık ortalamaları ve genel nemlilik indisleri göz önüne alınırsa Tekirdağ ili iklimi ılıman, yarı-nemli olarak nitelenir. Kıyı kesiminden iç kesimlere girildikçe denizden uzaklığın ve yükseltinin etkisiyle sıcaklık ve yağış değerlerinde küçük farklılaşmalar görülür. Marmara Denizi kıyısı boyunca, yaz mevsimi sıcak ve kurak, kış mevsimi ise ılık ve yağışlı geçen Akdeniz ikliminin özellikleri görülür. Ancak, Karadeniz ikliminin etkisiyle yaz kuraklığı hafiflemiştir. Kış mevsiminde kar yağışları olağandır. İç kesimlere girildikçe yaz mevsimi kurak, kış mevsimi daha soğuk geçen yarı-karasal iklim özellikleri belirginleşir.

Tekirdağ'a ait meteorolojik veriler, DMİGM Tekirdağ Meteoroloji Müdürlüğü'nden (Anonim 2005) alınmıştır. Bu kayıtlara göre, 2004 yılına kadar (2004 yılı dahil) kaydedilen uzun yıllar ortalama değerleri Çizelge 1'de topluca verilmiştir. Tekirdağ Meteoroloji İstasyonu'nun yıllık ve aylık uzun yıllar ortalaması rasatlarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 13.8 °C 'dir. Ortalama yıllık en yüksek sıcaklık 17.7 °C olup, en düşük sıcaklık ise 10.1 °C 'dir. Ortalama yıllık yağış toplamı 572.7 kg/m<sup>2</sup>'dir. Aktüel basınç ortalaması ise 1015.9 hPa olarak ölçülmüştür. Ortalama nispi nem değeri % 77,7 olarak ölçülmüştür. Tekirdağ'da kaydedilen 1992-2004 yılları arasındaki aylık güneşlenme müddeti ise 6.2 saat/gün olup, aynı dönemlerdeki deniz suyu sıcaklık ortalaması 15.6 °C'dir.

Çizelge 1. Tekirdağ İlinin 1970-2004 Yıllarına Ait Yıllık Gözlem Ortalamaları (Anonim, 2005).

Meteorolojik Elemanlar	Ortalama Yıllık
Ortalama Sıcaklık <sup>1</sup> (°C)	13.8
En Yüksek Sıcaklık <sup>1</sup> (°C)	17.7
En Düşük Sıcaklık <sup>1</sup> (°C)	10.1
Ortalama Yağış Toplamı <sup>2</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	572.7
Aktüel Basınç Ortalamaları <sup>1</sup> (hPa) (1hPa=1mb=0,00101972kg/cm <sup>2</sup> )	1015.9
Ortalama Nispi Nem <sup>1</sup> (%)	77.7
Aylık Güneşlenme Müddeti <sup>3</sup> (saat/gün)	6.2
Deniz Suyu Sıcaklık Ortalaması <sup>3</sup> (°C)	15.6

1: 1970-2004 Yılları arası değerler, 2: 1980-2004 Yılları arası değerler, 3: 1992-2004 Yılları arası değerler

**Su örneklerinin alınması:** Araştırmada kullanılan su örnekleri, Tekirdağ'da bulunan ve Çizelge 2'de belirtilen sulama alanlarından Mart-Nisan 2005 tarihleri arasında alınmıştır. Bu amaçla Tekirdağ'dan sulamaya elverişli olan su kaynaklarından 9 adet su örneği alınmıştır. Su örnekleri, seyreltik HCl asit ile yıkanmış polietilen şişeler içerisinde laboratuara taşınarak düşük sıcaklıkta korunmuştur.

**Kimyasal Analiz Yöntemleri:** Araştırmada kullanılan su örneklerinde pH, tuzluluk, sertlik ( $\text{CaCO}_3$ ), kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, klor, karbonat, bikarbonat ile amonyum ve nitrat azotu (Sağlam 2001) analizleri yapılmıştır. Su örneklerinde Bakiye Sodyum Karbonat, Sodyum Adsorpsiyon Oranı ve Çökeltme İndeksi (Sağlam ve Adiloğlu 1997) ile ABD sistemine göre sınıflandırılmaya (Anonymous 1954) ilişkin hesaplamalar yapılmıştır.

### Sonuçlar ve Öneriler

Tekirdağ'dan alınan 9 adet örneklerinde saptanan kalite parametreleri Çizelge 3'te sunulmuştur.

Su örneklerinin pH değerleri incelendiğinde, 6.84 ile 7.33 arasında bir dağılım göstermektedir. Sulama sularının ve hayvan sulaması ile ilgili suların pH değerlerinin 6.50-8.00 arasında olması istenir (Kanber ve ark. 1992). Su örneklerinde pH değerleri açısından bir sorun olmadığı görülmektedir.

Tuzluluk ile ilgili olarak sulama sularının kalitesinin belirlenmesi ve sulamadan ileri gelebilecek tuzluluk zararlarının tahmininde, suların elektriksel geçirgenliklerinin ölçülmesi, yeterli bir ölçü olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır (Tuncay 1994). Sulamada kullanılan suyun kalitesi bitki gelişiminde önemli rol oynar. Tuz içeriği yüksek olan su ile sulama, hem toprak profilinin çözünebilir tuz içeriğinde, hem de drenaj sularının tuz yükünde bir artışa neden olur. Drenaj suyuna ulaşamayan tuzlar ise toprakta birikir. Bitkiler tuz içeren iyonların optimum miktarına ihtiyaç duyarlar. Bu miktarın artması ise, bitkinin zarar görmesine neden olur (Grismer 1990). Su örneklerinin EC değerleri incelendiğinde, ortalama olarak 603  $\mu\text{S/cm}$  olduğu bulunmuştur.

Yapılan araştırmalarda toprak çözeltisinin sodyum adsorpsiyon oranının (SAO), toprak tarafından adsorbe edilmiş sodyum miktarını etkilediği bulunmuş ve SAO değerinin suyun sodyum veya alkali zararının bir indeksi olarak kullanılmasında çok önemli olduğu ortaya konulmuştur. Sulama suyunun SAO değerinin artması halinde buna bağlı olarak toprağın saturasyon ekstraktının SAO değeri de artmaktadır. Bunun bir sonucu olarak toprağın değişebilir sodyum yüzdesi artmakta ve toprak sodikleşme eğilimi göstermektedir (Sağlam ve Adiloğlu 1997). Sulama sularının alkalilik (sodyum) tehlikesi yaratmaları yönünden sodyum adsorpsiyon oranına göre (SAO) sınıflandırılmalarında dikkate alınan temel faktör, değişebilir sodyum yüzdesi ve bunun toprağın fiziksel özellikleri üzerine olan kötü etkisidir. (Tuncay 1994).

Sulama sularının sınıflandırılmasında ABD Tuzluluk Laboratuvar Sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu

sistemde suların elektriksel iletkenlik ( $\mu\text{S/cm}$ ) ve SAO değerleri dikkate alınmıştır. Sular elektriksel iletkenliklerine göre dört grup altında toplanmıştır. Bunlar 0-250  $\mu\text{S/cm}$  ( $C_1$ ), 250-750  $\mu\text{S/cm}$  ( $C_2$ ), 750-2250  $\mu\text{S/cm}$  ( $C_3$ ) ve 2250  $\mu\text{S/cm}$ 'den fazla ( $C_4$ ) olan sulardır (Sağlam ve Adiloğlu 1997). Su örneklerini tuzluluk değerlerine göre sınıflandırdığımızda, 3 numaralı hariç 8 su örneğinin  $C_2$  (orta tuzlu) ve 3 numaralı örneğin de  $C_3$  (yüksek tuzlu) olduğu görülmüştür. Yüksek tuzlu sular ( $C_3$ ), düşük permeabilite ve yetersiz drenaj koşullarına sahip topraklarda, sulama suyu olarak kullanılamaz. Elverişli drenaj koşullarında bile, tuzluluk kontrolü için özel toprak idaresi gerekir ve tuza orta dereceden iyi dereceye kadar dayanıklı bitkiler seçilmelidir. Orta tuzlu sular ( $C_2$ ), orta derecede yıkanmanın sağlandığı koşullarda, tuzluluk kontrolü ve özel toprak idaresine gereksinim olmaksızın tuza orta derecede dayanıklı bitkilerde hiç sakınca göstermeden kullanılırlar (Tuncay 1994). Su örneklerini ABD Tuzluluk Laboratuvar Sistemine göre sınıflandırdığımızda 3 numaralı örnek  $C_3S_1$  ve diğer 8 adet su örneğinin de  $C_2S_1$  sınıfında olduğu bulunmuştur. Buna göre,  $S_1$  yani az sodyumlu sularla sulanan topraklarda sodyum birikme tehlikesi çok azdır. Bu özellikteki sular bütün topraklarda rahatlıkla kullanılabilir. Ayrıca  $C_2$  (250-750  $\mu\text{S/cm}$ ) yani orta tuzlu sular, orta derecede yıkanmanın sağlandığı koşullarda tuzluluk kontrolü ve özel toprak idaresine gereksinim olmaksızın tuza orta derecede dayanıklı bitkilerde hiç sakınca göstermeden kullanılırlar (Sağlam ve Adiloğlu 1997; Tuncay 1994). Araştırmada kullanılan su örneklerinin az sodyumlu sular olduğu, SAO açısından bir sorun olmadığı görülmektedir.

Su örneklerinin klor içerikleri en düşük 1.0 me/l, en yüksek 5.25 me/l arasında değişim göstermektedir. Su örneklerinin ortalama klor içeriği 2.31 me/l olduğu bulunmuştur. Sulama sularında 4 me/l'nin altındaki klor konsantrasyonları, duyarlı bitkiler için toksik değildir. Ancak, 10 me/l değerinin üstündeki konsantrasyonlarda sorun tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. Sodyumda olduğu gibi, çok yıllık meyve ağaçları ve bağlar kloru karşı duyarlıdır (Kanber ve ark. 1992). Su örneklerini klor değerlerine göre sınıflandırdığımızda, 3 numaralı hariç 8 su örneğinin "çok iyi" (0-4 me/l) ve 3 numaralı örneğin de "iyi" (4-7 me/l) olduğu görülmüştür (Anonim 1991). Araştırma için alınan sulama sularında klor içerikleri bakımından bir problem olmadığı ortaya çıkmıştır.

Sertlik, suların içme, sulama ve çeşitli endüstri dallarında kullanımında önemli bir kalite özelliğidir. Suların sertliği, içerisinde çözünmüş halde bulunan kalsiyum ve magnezyumun çeşitli tuzlarından ileri gelir. İçerisinde çözünmüş halde kalsiyum ve magnezyumun çeşitli tuzlarını bulunduran suyun sertliği, bu tuzların konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Başka bir ifade ile, içerisinde kalsiyum ve magnezyumun tuzlarının konsantrasyonu yüksek olan suyun sertlik derecesi de yüksek olur. Sulama suyu kalitesi açısından sert sular tercih edilir. Çünkü sert suların içerisindeki Ca ve Mg konsantrasyonu yüksektir. Bu nedenle, bilindiği gibi sert su yumuşak toprak, yumuşak su ise sert toprak (sodyumca zengin) oluşturmaktadır (Sağlam ve Adiloğlu 1997). Ülkemizde yaygın olarak kullanılan sertlik derecesi Fransız Sertlik Derecesidir (Aydın ve Sezen 1995). Bu sınıflandırmaya göre, 1, 2, 4 ve 9 nolu sular 14.2-21.5

Çizelge 2. Tekirdağ İli Devlet Su İşleri Sulama Alanlarına Ait Bilgiler (Anonim, 2004).

Örn. No	İlçe Adı	Kaynak Cinsi	Su Debisi (m <sup>3</sup> /sn)	Su Toplama Havzası (km <sup>2</sup> )	Sulanan Alan (ha)	Sulama Yeterli Değilse Gerekçeleri	Sulanabildiği Halde Sulanmayan Alan (ha)	Sulanmayan Alanların Sulanamama Gerekçeleri
1	Hayrabolu	Temrezli Göleti	0.264	5.470	57.5	Yeterli	59.5	Sulu Tarıma Geçilememesi
2	Hayrabolu	Bayramşah Göleti	0.280	18.125	39.0	Yeterli	84.0	Sulu Tarıma Geçilememesi
3	Çorlu	Ulaş Göleti	0.290	3.660	-	-	-	-
4	Muratlı	İnanlı Göleti	0.133	5.810	49.5	-	-	-
5	Merkez	Bıyıklı Göleti	0.470	28.000	171.5	Yeterli	83.5	Sulu Tarıma Geçilememesi
6	Malkara	Karağdemir Göleti	8.700	403.000	2220.2	Yeterli	5499.8	Sulu Tarıma Geçilememesi
7	Şarköy	Şarköy Göleti	0.176	15.35	-	-	-	-
8	Saray*	Sondaj Kuyusu	30 Adet Kuyu	-	107.1	Kuyu seviyeleri Temmuz ayından sonra aşağıya inmektedir	92.9	Ayçiçeği ve buğdayda mevsim yağışlarının yeterli olması, işgücü zorluğu
9	M.Ereğlisi	Türkmenli Göleti	4.250	93.1	235.4	Yeterli	109	Sulu Tarıma Geçilememesi

\*Saray İlçesine ait olan su örneği, Çukuryurt köyü Akpınar mevkiindeki bir kuyudan alınmıştır.

Çizelge 3. Su örneklerinin bazı kalite özellikleri.

Örn No	pH	ECx10 <sup>6</sup> (25 °C)	Katyonlar (me/l)						Anyonlar (me/l)				
			Ca	Mg	Na	K	NH <sub>4</sub> -N	Toplam	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	NO <sub>3</sub> -N	Toplam
1	7.08	357	1.95	1.56	1.028	0.044	0.22	4.80	0.00	4.30	2.50	0.04	6.84
2	7.60	435	3.38	0.52	1.148	0.044	0.13	5.22	0.00	6.14	1.00	0.03	7.17
3	7.40	1429	5.20	2.60	7.396	0.109	0.15	15.46	0.00	4.22	5.25	0.04	9.51
4	6.88	528	2.99	0.78	1.148	0.044	0.11	5.07	0.00	4.42	3.00	0.03	7.45
5	6.89	553	2.60	2.60	1.107	0.044	0.18	6.53	0.00	4.61	1.50	0.03	6.14
6	7.35	566	1.95	2.86	1.790	0.109	0.22	6.93	0.00	3.74	2.00	0.07	5.81
7	7.86	472	3.25	1.95	0.808	0.017	0.18	6.21	0.00	6.20	1.00	0.05	7.25
8	6.84	567	3.12	1.43	1.739	0.023	0.27	6.58	0.00	6.00	2.00	0.07	8.07
9	8.05	524	1.95	1.95	2.052	0.089	0.18	6.22	0.00	3.74	2.50	0.07	6.31
Min.	6.84	357	1.95	0.52	0.808	0.017	0.11	4.80	0.00	3.74	1.00	0.03	5.81
Max.	8.05	1429	5.20	2.86	7.396	0.109	0.27	15.46	0.00	6.20	5.25	0.07	9.51
Ort.	7,33	603	2.93	1.81	2.024	0.058	0.18	7.00	0.00	4.82	2.31	0.05	7.17

Çizelge 3.'ün devamı

Örn No	SAO	BSK (me/l)	Çİ	Sulama Suyu Sınıfı	Fransız Sertlik Derecesi (10mg CaCO <sub>3</sub> /l)
1	0.78	0.79	-0.30	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	17.55
2	0.82	2.24	0.36	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	19.50
3	3.75	-3.58	0.15	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	39.00
4	0.84	0.65	-0.46	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	18.85
5	0.69	-0.59	-0.49	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	26.00
6	1.15	-1.07	0.08	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	24.05
7	0.50	1.00	0.73	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	26.00
8	1.15	1.45	0.43	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	22.75
9	1.47	-0.16	0.74	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	19.50
Min.	0.50	-3.58	-0.49	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	17.55
Max.	3.75	2.24	0.74	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	39.00
Ort.	1.24	0.08	0.14	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	23.69

arasında olduğu için "orta sert su", 5, 6, 7 ve 8 nolu sular 21.5-32.5 arasında olduğu için "oldukça sert su" ve 3 nolu su örneği de 32.5-54.0 arasında olduğundan dolayı "sert su" sınıfına girmektedir. Tekirdağ'da bu açıdan bir sorun bulunmamaktadır.

Sulama sularında bulunan nitrat, gübre değeri nedeniyle istenir. Bitkilere toksik etkisi yoktur. Yüksek konsantrasyondaki nitratın bitkilere etkileri osmotiktir. Fakat içme sularında bulunan nitrat kirliliği bir göstergesidir (Sağlam ve Adiloğlu 1997). Sulama sularında amonyum tuzlarının bulunması topraklarda dispersiyonu artırıcı, geçirgenliği düşürücü etki yapar. Fakat bu etki sürekli değildir (Kanber ve ark. 1992). Bu araştırmada kullanılan su örneklerinin  $\text{NO}_3^-$ -N değerlerinin

0.03-0.07 me/l arasında ve  $\text{NH}_4^+$ -N değerlerinin ise 0.11-0.27 me/l arasında olduğu bulunmuştur.

Sulama suyu kalitesi üzerinde doğrudan etkili olan en önemli katyon sodyumdur. Doğada sulara en fazla bulunan sodyum tuzu NaCl'dir. Potasyum ise, bitkiler için çok gerekli bir besin maddesi olup, sulama sularında bulunması arzu edilir. Potasyum özellikleri yönünden sodyuma benzese de, ABD Riverside Tuzluluk Laboratuvarında yapılan araştırmalar, gerek toprak ve gerekse sulama sularında herhangi bir zarar meydana getirmediğini göstermiştir (Tuncay 1994). Araştırmada kullanılan su örneklerinin ortalama  $\text{K}^+$  değerleri 0.058 me/l ve ortalama  $\text{Na}^+$  değerleri ise 2.024 me/l olarak bulunmuştur.

Bir suda bulunan bikarbonat ve karbonat iyonlarının oransal değerleri, pH değerinin bir fonksiyonudur ve normal pH derecelerinde sulara karbonat miktarı bikarbonata göre çok düşük olup genellikle sıfır olarak belirlenir. pH değeri 8.2'nin üzerine çıktığı zaman karbonat ( $\text{CO}_3^{--}$ ) iyonu konsantrasyonu artmaya başlar, 9.5 pH'da yüksek değerlerde bulunur (Tuncay 1994). Araştırmada kullanılan su örneklerinde karbonat iyonu bulunmamaktadır.

Bir sulama suyunun bakiye sodyum karbonat (BSK) değeri, o suda bulunan karbonat ve bikarbonat iyonlarının miktarı ile kalsiyum ve magnezyum iyonları miktarının farkı olup, birimi me/l'dir (Sağlam ve Adiloğlu 1997). Sulama suları, BSK değerine göre kısa dönem için değerlendirilmektedir. Bu sınıflandırmaya göre, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 nolu sular 1.25'den az olduğu için "birinci sınıf su", 2 nolu su örneği 1.25-2.50 arasında olduğu için "ikinci sınıf su" olduğu bulunmuştur. Birinci sınıf sular sulamada rahatlıkla kullanılabilirler, ikinci sınıf sular uygun kimyasal ıslah maddeleri ile kullanılabilirler ve üçüncü sınıf sular ise sulamada kullanılmamalıdır (Tuncay 1994).

Sulama sularının BSK değerlerine göre birinci sınıf olması, Çİ değerlerine göre de birinci sınıf olması anlamına gelmemektedir. Çünkü BSK değerlerine göre

sular kısa vade de değerlendirilirken, Çİ değerlerine göre uzun yıllar için değerlendirilmektedir. Buna benzer olarak sulama suyu sınıfı yüksek tuzlu olan bir su, BSK değerine göre sınıflandırıldığında iyi bir su olarak karşımıza çıkabilmektedir. Marmara Bölgesi akarsuları üzerinde benzer çalışmalar yapan Becer (1984), Sakarya Nehri'ne ait BSK değerinin -1.93 yani birinci sınıf su olduğunu vurgularken, tuzluluk yönünden  $\text{C}_3\text{S}_1$  sulama suyu sınıfında olduğunu belirtmiştir. Benzer sonuçlar bu araştırmada kullanılan 3 nolu su örneğinde de ortaya çıkmıştır. Bu su örneğinin BSK değeri -3.58 ve sulama suyu sınıfının da  $\text{C}_3\text{S}_1$  olduğu bulunmuştur.

Çökeltme indeksi (Çİ), suyun gerçek pH değerinden, bu suyun  $\text{CaCO}_3$  ile dengede olması halinde elde edilecek pH değerinin çıkarılması ile elde edilmektedir. Bu indeksin pozitif olması,  $\text{CaCO}_3$ 'ün çökeldiğini ve çözeltinin SAO değerinin artacağını gösterir. Eğer Çİ negatif ise, bu durumda  $\text{CaCO}_3$  çözünmekte ve sodyum adsorpsiyon oranı azalmaktadır (Sağlam ve Adiloğlu 1997). Sulama suları, Çİ değerine göre çok uzun dönem için değerlendirilmektedir. Çİ değerlerine göre, 1, 4 ve 5 nolu sular negatif, 2, 3, 6, 7, 8 ve 9 nolu sular pozitif olarak bulunmuştur. Çökeltme indeksi negatif olan sular, sulamada uzun yıllar boyunca rahatlıkla kullanılabilir niteliktedir. Uygulamada çökeltme indeksi negatif olan sulama sularına bol miktarda rastlamak mümkün değildir. Bu nedenle konu çok yönlü olarak ele alınmalıdır. Gerekli önlemler alınmak suretiyle, çökeltme indeksi pozitif olan suların da sulamada kullanılmasının zorunlu olduğunu unutmamak gerekir (Sağlam ve Adiloğlu 1997).

İklim faktörlerinin etkisi de sulama sularının kalitesi üzerinde etkili olmaktadır. Özellikle yağış faktörü suların sertliği üzerinde çok etkilidir. Tekirdağ'ın iç kesimlerinde karasal iklim yaşanmaktadır. En fazla yağış genellikle kış ve ilkbaharda düşmektedir. 2004 yılında Tekirdağ'a düşen ortalama yıllık yağış toplamı  $578.8 \text{ kg/m}^2$ 'dir (Anonim 2005). Bu değer, uzun yıllar ortalamasının ( $572.7 \text{ kg/m}^2$ ) üzerindedir. Yağmur suları, geçtikleri yerlerde  $\text{CaCO}_3$ 'ü eriterek,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  halinde kalsiyum katyonlarını bünyelerine alırlar. Kalsiyum bikarbonatlar ise, sulara geçici sertliği meydana getirirler.

Ülkemizin büyük bir bölümünde kurak ve yarı kurak iklim koşullarının egemen oluşu, birim alandan verim artışı sağlamada sulamayı zorunlu kılmaktadır. Yeterli su olduğu halde, sulanmayan alanlarda sulu tarıma geçilememesi ile ilgili çok sayıda sebep mevcuttur. Sulama tesislerindeki eksiklik ve yetersizlikler, drenaj sorunları, bilinçsiz ve hatalı sulamalar, tesislerin bakım ve onarım hizmetlerinin plansızlıktan dolayı gerektiği kadar yapılamaması, tarımsal potansiyel ve girdilerin optimum kullanılmasına ve kayıpların minimuma indirilmesine yönelik politikaların hayata geçirilememesi tarımsal faaliyetleri olumsuz olarak etkilemeye devam edecektir. Bu nedenle sulama işletmecisinin yaygınlaştırılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik eksikliklerin ve sorunların giderilmesi yararlı olacaktır.

## Kaynaklar

- Anonymous, 1954. Diagnosis Improvement Of Saline And Alkali Soils. Agriculture Handbook No: 60, USA.
- Anonim, 1991. Resmi Gazete. Tarih: 7 Ocak 1991, Sayı No: 20748.
- Anonim, 2001. Su havzaları, kullanımı ve yönetimi. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Yayın No DPT:2255, ÖİK:571, Ankara.
- Anonim, 2004. Tekirdağ ili 2003 yılı tarım raporu T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tekirdağ Tarım İl Müdürlüğü, Tekirdağ.
- Anonim, 2005. Tekirdağ ili iklim verileri. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Tekirdağ Meteoroloji İl Müdürlüğü, Tekirdağ.
- Aydın, A. ve Y.Sezen, 1995. Toprak Kimyası Laboratuar Kitabı. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları no: 174, Erzurum.
- Becer, A. T. 1984. Türkiye Büyük Akarsu Havzalarının Su Kaliteleri. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Toprak-Su Genel Müdürlüğü Yayınları No: 100, Rapor Seri No: 40, Ankara.
- Çakmak, B. 2001. Konya sulama birliklerinde sulama performansının değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi 7 (3): 111-117, Ankara.
- Çiftçi, N., Kutlar, İ., Şahin, M. ve Yılmaz, A.M., 2003. Konya ovasında su kaynaklarının kullanımı. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 17 (31): 36-40, Konya.
- Grismer, M. E. 1990. Leaching fraction, soil salinity and drainage efficiency. California Agriculture, vol. 44/6, p: 24-26.
- Kanber, R., C. Kırdı ve O. Tekinel, 1992. Sulama suyu niteliği ve sulamada tuzluluk sorunları. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yayın no: 6, Adana.
- Kanber, R. 1997. Sulama. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 174, Ders Kitapları Yayın no: 52, Adana.
- Munsuz, N. ve I. Ünver, 1995. Su Kalitesi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 1389, Ders Kitabı No: 403, Ankara.
- Rhoades, J. D. 1972. Ouality of water for irrigation. Soil Sci., 113: 227-284.
- Sağlam, M. T. Ve A. Adiloğlu, 1997. Su Kalitesi (genişletilmiş 2. baskı). Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın no: 230, Ders Kitabı No: 27, Tekirdağ.
- Sağlam, M. T. 2001. Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayınları, Yayın No: 189, Yardımcı Ders Kitabı No: 5, Tekirdağ.
- Sağlam, M. T. ve K. Bellitürk, 2003. Su kirliliği ve toprak üzerindeki etkisi. Alatarım Dergisi, 2 (1): 46-49.
- Tuncay, H. 1994. Su Kalitesi (I. Basım), Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 512, İzmir.
- Uşşay, S. 2001. Tarımsal sulama yatırımlarının mevcut durumu ve karşılaşılan problemler. Tarımın Yeniden Yapılanmasında Toprak Muhafaza ve Sulama Politikaları Sempozyumu, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TOBB, s. 78-94, Ankara.

---

### İletişim Adresi:

Fatma VAROL  
Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi  
Toprak Bölümü-TEKİRDAĞ  
Tel : 0-282-293 14 42 / 142  
e-mail: fatmavarol@hotmail.com.tr