

## KUMLUCA VE FİNİKE YÖRELERİ SERA SULAMA SULARININ KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Sahriye AKAY SÖNMEZ, Mustafa KAPLAN

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Antalya-TÜRKİYE

**Özet:** Bu çalışma, Kumluca ve Finike yörelerindeki seralarda kullanılan sulama sularının kalitelerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla, Kumluca ve Finike yörelerinden seçilen 36 seradan; 21 Eylül 1993 ve 12 Ocak 1994'de olmak üzere iki dönemde toplam 72 su örneği alınmıştır. Su örneklerinde EC, pH,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Na^+$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{-2}$  ve bor analizleri yapılmış; sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) ve % sodyum hesaplanmıştır. Su örneklerine ait analiz sonuçları, kalite sınıfları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, araştırma yöresi sera sulama suyu örnekleri genelde orta tuzlu veya fazla tuzludur. Sera sulama suyu örneklerinin büyük çoğunluğu SAR ve % sodyum bakımından 1. sınıf olup sorun yoktur. Klor içerikleri bakımından değişkenlik göstermekle beraber genellikle 1. ve 2. sınıfta yer almaktadır. Sera sulama suyu örneklerinin bor ve sülfat içerikleri bakımından 1. ve 2. sınıf sulama suyu kalitesine sahip oldukları tesbit edilmiştir. Sera sulama sularının büyük bir çoğunluğunun tuzluluk hariç diğer özellikleri bakımından önemli düzeyde sorunu olmadığı, az sayıdaki sorunlu suların, genellikle yörelerin denize en yakın kuyu suları olduğu görülmektedir.

### Determination of Quality of the Irrigation Waters in the Kumluca and Finike Regions

**Abstract:** This study was carried out to determine the quality of irrigation waters used in the greenhouses in the Kumluca and Finike regions.

For this purpose, a total of 72 water samples was taken from the selected 36 greenhouses in these two regions on two occasions, 21 September 1993 and 12 January 1994. In water samples, EC, pH,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Na^+$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{-2}$  and boron analyses were carried out, and SAR and Na % were calculated.



The results obtained showed that the irrigation waters used in the greenhouses were generally moderate and high salinity. In terms of the SAR and the content of Na (%), the majority of the water samples had no problem, and, thus, they were considered as 1<sup>st</sup> class irrigation waters, whereas they were in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> classes in terms of chlorid, that was variable, the boron and sulphate content. It was found that the majority of the samples did not show any problem for except salinity. However, there was salinity problem for some samples taken from the greenhouses near the sea.

## Giriş

Dünya yüzünde bir çok bölgede yağış veya taban suyundan temin edilen suyun miktarı, en azından büyüme mevsiminin bir bölümünde, bitki için yeterli olmamakta ve bu eksiklik sulamayla tamamlanmaktadır. Diğer tarımsal girdüler sabit tutulduğunda, yalnızca sulama ile verimde önemli düzeyde artış sağlanabilmektedir. Ancak, tarımda sadece suyun yeterli miktarda ve zamanda sağlanması değil, bu suyun kalitesi de her geçen gün üzerinde tartışılan bir konu olmaktadır. Doğadan elde ettiğimiz sulama suları, kaynağın özelliğine bağlı olarak içerisinde belirli oranlarda erimiş katı madde yani, tuz içermektedirler. Suların kullanım için uygunlukları ise, içerdikleri bu tuzların miktarı ve cinslerine bağlı olarak değişmektedir (1).

Sulama suyu kalitesinin bitki gelişmesine etkisi doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki şekilde meydana gelmektedir. Doğrudan etki, sulama suyunun bitki öz suyunda osmotik basınç ortamı oluşturması ya da bitkilere zararlı bileşikler içermesi sonucunda, dolaylı etki ise sulama suyu kalitesinin toprak özelliklerini etkilemesi sonucunda meydana gelmektedir (2).

Sulama suyu kalitesini etkileyen bazı elementler ( $Na^+$ ,  $Cl^-$ , B vd) bitkiye toksik etki yapmaktadır. Bunlar osmotik basıncı artırarak fizyolojik kuraklık yaratmanın yanında zararlanmalara ya da bitkide gelişme depresyonlarına neden olmaktadır. Örneğin, sodyum, klor ve bikarbonat iyonlarının belirli konsantrasyonları, özellikle yağmurlama sulamada bitkinin toprak üstü aksamında zararlanmalara neden olmaktadır (3).

Kelley (4), tuzların toprak sistemine çeşitli kaynaklardan katıldığını, tuzlu çökeltilerin dışında toprak ana materyalinin ayrışması sonucu oluşan tuzların hiç bir zaman bitkilere zararlı olabilecek düzeye ulaşmadığını, toprak tuzluluğunun oluşabilmesi



için toprak sistemine taban suyu, yüzey suları ve sulama suyu ile çözünebilir tuzların katıldığını bildirmiştir.

Taban suyu, sulama suyu ve yüzey akışıyla gelen sular çeşitli konsantrasyonlarda çözünebilir tuz içermektedir. Bunlar içerisinde tuz konsantrasyonu en yüksek olan taban suyudur. Taban suyunun kapillar boşluklarda yükselmesi ve yüzeyde buharlaşması çözülmüş formda bulunan tuzların toprak sisteminde çökmesine neden olmaktadır. Nitekim topraklarda tuzlulaşmaya, taban suyunun derinliği ve tuz konsantrasyonu birlikte etkili olmaktadır (5).

Sulamada kullanılan sular, belirli miktarlarda tuzu da bitki kök bölgesine yığırlar. Eğer kış ayları yağışları yetersiz ise ya da yıkama yapılmıyorsa, zaman boyutunda profilde tuz birikmesi meydana gelmektedir (6).

Ülkemizde sulama için kullanılabileceğimiz yeterli su kaynağı bulunmaktadır. Bununla beraber tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sanayinin, tarımın ve diğer etkenlerin sonucu; yerüstü ve yeraltı su kaynaklarının kaliteleri giderek kötüleşmektedir. Bu da, kirlenen su kaynaklarımızın tekrar kullanımının sağlanması için çalışmaların yapılmasına neden olmaktadır.

Batı Akdeniz bölgesinde yer alan Antalya ili Türkiye seracılığında önemli bir yer tutmaktadır. Antalya ili sınırları içerisinde yer alan Kumluca ve Finike ilçeleri yoğun seracılık yapılan ilçelerdir. Kumluca ilçesi 2892 da cam sera ve 15608 da plastik sera alanıyla Antalya ili örtüaltı yetiştiriciliğinde birinci sıradayken, Finike ilçesi 1142 da cam sera ve 6276 da plastik sera alanıyla dördüncü sırada yer almaktadır (7).

Bu araştırma ile, yoğun tarım yapılan Kumluca ve Finike ilçelerini temsil edecek şekilde alınan su örneklerinin analiz sonuçlarına göre, ilçelerde kullanılan sulama sularının kaliteleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bilgiler, kullanılan sera sulama sularının özelliklerinin bilinmesi imkanını sağlayacak, bu yolla sulardan kaynaklanabilecek sorunların belirlenmesine ve sorunların çözümüne katkıda bulunabilecektir.

## **Materyal ve Metot**

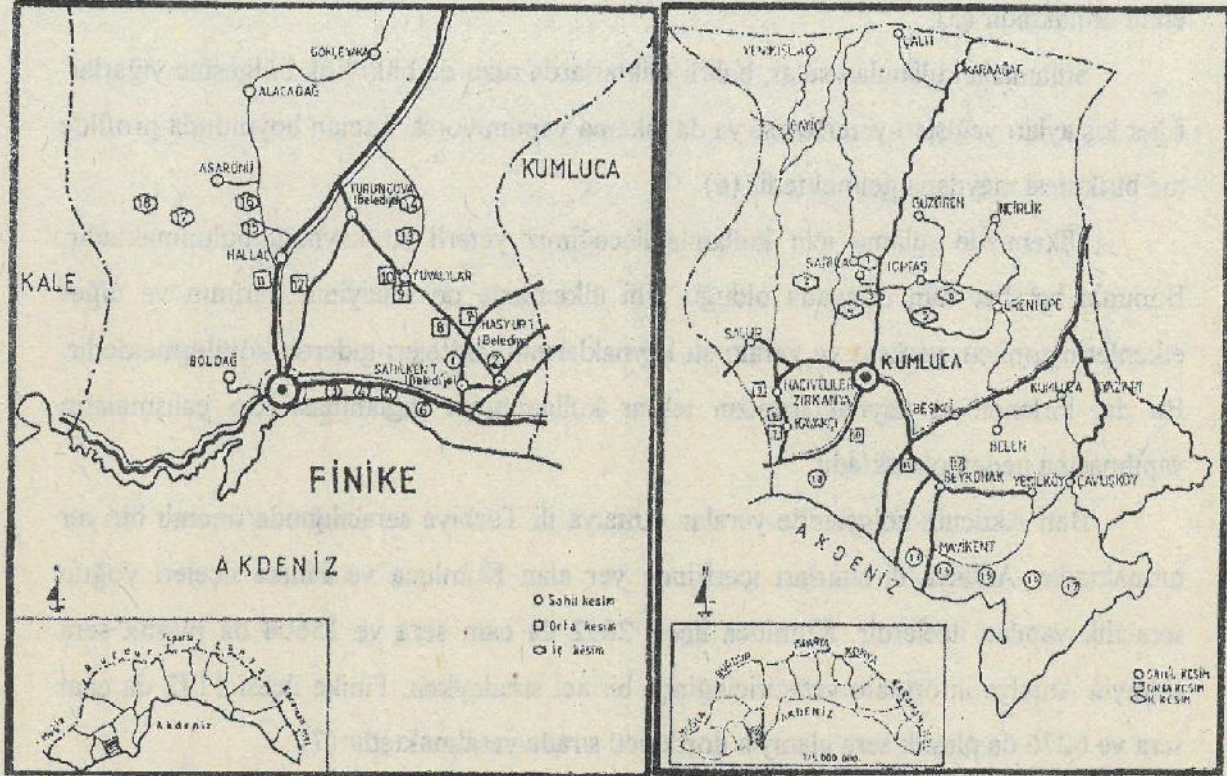
### **Materyal**

Araştırma materyalini oluşturan su örnekleri, Kumluca ve Finike yörelerinden seçilmiş 36 seradan, yöreyi temsil edecek şekilde alınmıştır. Örnek alınan seraların yerleri Şekil 1'de gösterilmiştir.



## Metot

**Su örneklerinin Alınması:** Su örnekleri, kalitelerinin ve tuzluluklarının belirlenmesi amacıyla Ayyıldız'ın (2) bildirdiği esaslara göre alınmıştır. Kumluca ve Finike ilçeleri genel olarak sahil kesimi, orta kesim ve iç kesim olmak üzere üç kısma ayrılarak her kesimde 6 seradan, 21 Eylül 1993 (I. Dönem) ve 12 Ocak 1994 (II. Dönem) tarihlerinde iki dönemde, herbir örnekleme döneminde ise 36 seradan olmak üzere toplam 72 su örneği alınmıştır.



Şekil 1. Kumluca ve Finike Yörelerinde Su Örneklerinin Alındıkları Yerler

**Sulama Suyu Analiz Metotları:** Sulama sularında EC, pH,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ , % Na ve SAR Ayyıldız (8) tarafından önerilen metotlara göre yapılmıştır. Aynı zamanda  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ve B miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile belirlenmiştir (9). Sülfat miktarı ise Anonymous (10) bildirdiği esaslara göre analiz edilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

Sulama suyu kalitesini belirleyen en önemli kriter toplan eriyebilir tuz olmakla birlikte, toprak özelliklerini etkilemesi yönünden sodyum ve toksik etkisi yönünden de bor su kalitesini tayin eden önemli elementlerdir (11). Sodyumun etkisi kalsiyum ve



mağnezyum başta olmak üzere diğer iyonların miktarlarına bağlı olduğundan, su örneklerinde önemli iyonların analizleri yapılmıştır.

Kumluca yöresinden I. ve II. örnekleme dönemlerinde alınan toplam 36 sera sulama suyu örneklerine ait analiz sonuçlarına ilişkin minimum, maksimum ve ortalama değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kumluca Yöresi Sera Sulama Suyu Örneklerinin Analiz Sonuçlarına İlişkin Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerler

	I. Dönem			II. Dönem		
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.
ECx10 <sup>6</sup> , µmhos/cm	340.80	2010.72	1112.90	441.10	1511.20	881.20
pH	6.50	7.47	7.17	6.90	7.61	7.34
Ca (me/l)	0.82	6.25	2.83	0.90	4.60	2.45
Mg (me/l)	1.69	8.25	4.14	1.55	10.77	6.02
Na (me/l)	0.80	5.37	2.29	0.89	7.83	2.68
K (me/l)	0.03	0.28	0.11	0.02	3.04	0.28
HCO <sub>3</sub> (me/l)	3.00	7.30	4.83	4.00	15.85	6.75
Cl (me/l)	0.70	11.30	2.58	0.30	10.00	2.59
SO <sub>4</sub> (me/l)	0.06	5.28	1.82	0.30	5.67	2.19
B (ppm)	0.06	0.56	0.19	0.06	0.56	0.19
SAR	0.36	3.22	1.25	0.48	3.42	1.24
% Na	7.38	47.85	23.10	9.48	42.39	21.08

Tablo 1'de de görüldüğü gibi Kumluca yöresinde I. örnekleme döneminde alınan sera sulama sularının elektriksel iletkenlik değerleri 340.80-2010.72 µmhos/cm, pH 6.50-7.47, kalsiyum 0.82-6.25 me/l, mağnezyum 1.69-8.25 me/l, sodyum 0.80-5.37 me/l, potasyum 0.03-0.28 me/l, bikarbonat 3.00-7.30 me/l, klor 0.70-11.30 me/l, sülfat 0.06-5.28 me/l, bor 0.06-0.56 ppm, SAR 0.36-3.22, % Na 7.38-47.85; II. dönem ise elektriksel iletkenlik değerleri 441.10-1511.20 µmhos/cm, pH 6.90-7.61, kalsiyum 0.90-4.60 me/l, mağnezyum 1.55-10.77 me/l, sodyum 0.89-7.83 me/l, potasyum 0.02-3.04 me/l, bikarbonat 4.00-15.85 me/l, klor 0.30-10.00 me/l, sülfat 0.30-5.67 me/l, bor 0.06-0.56 ppm, SAR 0.48-3.42, % Na 9.48-42.39 değerleri arasında değişmektedir. Elde



edilen bu analiz sonuçları, kalite sınıflarının değerlerine göre gruplandırılarak sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2'de görüldüğü gibi Kumluca yöresinde her iki örnekleme döneminde alınan sera sulama sularının % 38.9'unun C2 (orta tuzlu) ve % 61.1'inin C3 (fazla tuzlu) sınıfına girdiği görülmektedir. Buna göre sular, sulama suyu kalitesi bakımından 2. ve 3. sınıfta yer almaktadır (2).

Kumluca yöresinden alınan sera sulama suları analiz sonuçlarının farklı örnekleme dönemlerine ve ovadaki konumlarına göre ortalamaları Tablo 3'de gösterilmiştir. Tablo 3'de verilen Kumluca yöresi sera sulama suları elektriksel iletkenlik değerlerinin incelenmesinden anlaşılacağı gibi, farklı zamanlarda alınan su örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri I. dönemden II. döneme doğru azalmaktadır. Ancak bu azalma ovanın farklı konumlarında değişik düzeylerde ve özellikle sonbahar ve kış aylarında daha belirgin olmaktadır. Kumluca yöresi sera sulama suları elektriksel iletkenlik değerlerinin sahilden ovanın içerisine doğru gidildikçe belirgin şekilde azaldığı görülmektedir. Sahil kesiminde sera sulama suları elektriksel iletkenlik değerlerinin yüksek olması yeraltı sularının, deniz suyunun ve kuzeydeki tarım alanları drenaj sularının etkisinde kalmasından kaynaklanmış olması muhtemeldir (12).

Kumluca yöresi sera sulama suyu örneklerinde yapılan sodyum, kalsiyum ve magnezyum analizlerinden yararlanılarak sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) hesaplanmıştır.

Tablo 2'den de görüldüğü gibi her iki dönemde de sera sulama suları 1. sınıf sulama suyu sınıfına girmektedir (13). Sera sulama sularında SAR bakımından hiç bir sorun bulunmamaktadır.

Sulama suyunun, kalitesini belirleyen sodyum ve buna bağlı olarak alkalilik yaratma tehlikesi, sodyum katyonunun mutlak konsantrasyonu yanında, sodyumun diğer katyonların toplam konsantrasyonuna göre oransal miktarının yüksek olmasına bağlıdır. Buna göre sulama suyundaki sodyum konsantrasyonu düşük olsa bile, diğer katyonların toplamına oranı yüksek olduğunda önemli ölçüde alkalilik zararı meydana getirebilmektedir (14). Tablo 2'den görüldüğü gibi % Na bakımından Kumluca yöresi sera sulama sularının % 91.7'si 1. sınıfa, % 8.3'ü ise 2. sınıfa girmektedirler (3). Sulama sularının ovadaki konumlarına ve örnekleme dönemlerine bakıldığında % Na değerinin I. dönemden II. döneme ve sahil kesiminden iç kesime doğru gidildikçe azaldığı



görülmektedir (Tablo 3). Sahil kesiminde % Na değerinin yüksek olması burada kullanılan yeraltı sularının iç kesimlerde kullanılan yeraltı sularına göre daha fazla denizin etkisinde kalmasından ileri geldiği sanılmaktadır. Bununla beraber Kumluca yöresi sera sulama suları genel olarak % Na bakımından sorunlu gözükmemektedir.

Tablo 2. Kumluca Yöresi Sera Sulama Suyu Örneklerinin Kalite Sınıflarına Göre Değerlendirilmesi

	Statülar	Değerlendirme	I. Dönem		II. Dönem		Toplam	
			Örn.Sayı	%	Örn.Sayı	%	Örn.Sayı	%
ECx10°	C1	250 >	-	-	-	-	-	-
µmhos/cm	C2	250-750	6	33.3	8	44.4	14	38.9
	C3	750-2250	12	66.7	10	55.6	22	61.1
	C4	2250 <	-	-	-	-	-	-
SAR	S1	0-10	18	100.0	18	100.0	36	100.0
	S2	10-18	-	-	-	-	-	-
	S3	18-26	-	-	-	-	-	-
	S4	26 <	-	-	-	-	-	-
% Na	1	0-40	16	88.9	17	94.4	33	91.7
	2	40-60	2	11.1	1	5.6	3	8.3
	3	60-70	-	-	-	-	-	-
	4	70-80	-	-	-	-	-	-
	5	80-90	-	-	-	-	-	-
Klor (me/l)	1	0-3	14	77.7	11	61.1	25	69.4
	2	3-6	3	16.7	6	33.3	9	25.0
	3	6-10	-	-	1	5.6	1	2.8
	4	10-15	1	5.6	-	-	1	2.8
	5	15-20	-	-	-	-	-	-
	6	20 <	-	-	-	-	-	-
Bor (ppm)	1	0-0.5	17	94.4	17	94.4	34	94.4
	2	0.5-1.0	1	5.6	1	5.6	2	5.6
	3	1.0-2.0	-	-	-	-	-	-
	4	2.0-3.0	-	-	-	-	-	-
Sülfat (me/l)	1	4 >	16	88.9	14	77.8	30	83.3
	2	4-7	2	11.1	4	22.2	6	16.7
	3	7-12	-	-	-	-	-	-
	4	12-20	-	-	-	-	-	-
	5	20 <	-	-	-	-	-	-

Kumluca yöresi sera sulama sularının klor (me/l) konsantrasyonları farklılık göstermektedir. Tablo 2'den izlenebileceği üzere, her iki dönemde alınan sulama suyu örneklerinin % 69.4'ü 1. sınıf, % 25.0'i 2. sınıf, % 2.8'i 3. sınıf ve % 2.8'i 4. sınıf sulama suyu kalitesine sahiptir (3). Klor konsantrasyonları bakımından dönemler arasında pek farklılık olmadığı halde, sahil kesiminden iç kesime doğru gidildikçe klor miktarının hızla düştüğü Tablo 3'den görülmektedir.



Tablo 3. Kumluca Yöresindeki Sera Sulama Sularının Kimyasal Analiz Sonuçlarının Farklı Örnekleme Dönemleri ve Ovadaki Konumlarına Göre Değişimi

	I. Dönem			II. Dönem		
	Sahil	Orta	İç	Sahil	Orta	İç
ECx106, $\mu$ mhos/cm	1696.6	993.05	648.6	1203.60	900.0	540.0
pH	6.99	7.18	7.33	7.42	7.29	7.30
Ca (me/l)	3.97	2.26	2.27	2.94	2.26	2.15
Mg (me/l)	5.39	4.45	2.58	8.73	5.63	3.70
Na (me/l)	3.36	2.37	1.13	3.61	3.36	1.06
K (me/l)	0.19	0.09	0.06	0.21	0.59	0.04
HCO <sub>3</sub> (me/l)	4.77	5.48	4.25	6.68	8.40	5.18
Cl (me/l)	4.28	2.22	1.23	4.62	2.29	0.85
SO <sub>4</sub> (me/l)	3.70	1.29	0.48	4.37	1.60	0.61
B (ppm)	0.20	0.26	0.11	0.21	0.26	0.11
SAR	1.62	1.31	0.84	1.47	1.62	0.63
% Na	25.40	25.12	18.78	22.39	25.45	15.40

Özellikle sahil kesiminde en yüksek klor içeriğine sahip sulama suyunun, denize en yakın kuyu olduğu Şekil 1'den görülmektedir (13 nolu sera). Bu ölçüde denize en yakın kuyu sularının sulamada kullanıldığı seralarda klor toksitesinin ortaya çıkabileceği dikkate alınmalı ve gerekli tedbirler alınmalıdır. Klor konsantrasyonunun aylık ortalama değerinin 125 mg/l'den fazla olmaması tavsiye edilmektedir. Maksimum ise değer 250 mg/l'den fazla olmaması istenmektedir. Sağlık açısından 125 mg/l'den düşük ise kabul edilebilir, 125-250 mg/l şüpheli ve 250 mg/l'den fazla ise uygun olmayan şekilde kabul edilmektedir (8). Kumluca yöresi sera sulama sularının sadece bir kaç tanesinin uygun olmadığı ve şüpheli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu kuyu sularının bazı yetiştiriciler tarafından içme suyu olarak kullanıldığı düşünülürse bu suların kullanımının gerek sağlık gerekse tarımsal açıdan sakıncalı olduğu görülmektedir.

Tablo 2'de görüldüğü gibi, Kumluca yöresi sera sulama suları bor konsantrasyonlarına göre değerlendirildiğinde % 94.4'ü 1.sınıf, % 5.6'sı ise 2. sınıf sulama suyu kalitesine sahiptir (3). Reisenaur ve ark., sulama suyunda bulunan 1 ppm düzeyinde borun duyarlı bitkilerde gözle görülür derecede toksite simptomlarına neden olduğunu, 10 ppm düzeyindeki borun ise dayanıklı bitkilere bile toksik etki yaptığını



gözlemlemişlerdir. Bor toksitesine duyarlılık bakımından bitkiler arasında önemli farklılıkların varlığı bildirilmektedir (15). Bu durumda Kumluca yöresi sera sulama suları bor kapsamları açısından genellikle bir sorun içermemektedir. Ancak 2. sınıf olarak belirtilen sulama sularının bora hassas olmayan bitkilerde kullanılması daha iyi sonuçların alınmasını sağlayacaktır. Sulama sularının kalitelerini etkileyen diğer bir unsur ise, suların içermiş oldukları sülfat miktarıdır. Kumluca yöresi sera sulama suyu örnekleri sülfat konsantrasyonu bakımından Tablo 2’de görüldüğü gibi % 83.3’ü 1. sınıf, % 16.7’si ise 2. sınıf sulama suyu kalitesine sahiptir (16). Sülfat konsantrasyonu Tablo 3’den izlenebileceği üzere, sahil kesiminden iç kesime doğru gidildikçe azalmaktadır. Bunun en önemli nedenini ise sahil kesimindeki kuyu sularının denizin etkisinde kalmasındandır. Sahil kesimindeki bir kaç seranın sülfat içeriği yüksek olmakla beraber tarımsal açıdan izin verilebilir sınırlar içerisindeydir. Ancak sülfatın yüksek konsantrasyonu kalsiyumun çökmesine neden olmakta ve bitkilere toksik etki yapabilmektedir (17).

Finike yöresinde I. ve II. örnekleme dönemlerinde alınan toplam 36 sera sulama suyu örneklerine ait analiz sonuçlarına ilişkin minimum, maksimum ve ortalama değerler Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Finike Yöresi Sera Sulama Suyu Örneklerinin Analiz Sonuçlarına İlişkin Minimum, Maksimum ve Ortalama Değerler

	I. Dönem			II. Dönem		
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.
ECx10 <sup>6</sup> , $\mu$ mhos/cm	335.44	2618.70	724.09	250.88	2288.83	546.02
pH	7.00	8.00	7.48	7.15	7.99	7.49
Ca (me/l)	1.10	5.98	2.02	1.00	3.20	1.80
Mg (me/l)	1.19	5.68	2.24	1.45	8.16	2.84
Na (me/l)	0.13	20.98	2.09	0.15	20.49	2.04
K (me/l)	0.02	0.25	0.05	0.01	0.20	0.04
HCO <sub>3</sub> (me/l)	1.50	7.70	3.33	2.40	14.35	4.41
Cl (me/l)	0.50	14.20	2.47	0.10	12.20	1.79
SO <sub>4</sub> (me/l)	0.12	4.50	0.57	0.37	4.51	0.77
B (ppm)	0.04	0.56	0.11	0.04	0.56	0.12
SAR	0.09	12.95	1.35	0.10	8.68	1.06
% Na	3.27	79.26	20.01	3.47	66.10	18.09



Tablo 4'den de görüldüğü gibi Finike yöresinde I. örnekleme döneminde alınan sera sulama sularının elektriksel iletkenlik değerleri 335.44-2618.70  $\mu$ hos/cm, pH 7.00-8.00, kalsiyum 1.10-5.98 me/l, magnezyum 1.19,5.68 me/l, sodyum 1.13-20.98 me/l, potasyum 0.02-0.25 me/l, bikarbonat 1.50-7.70 me/l, klor 0.50-14.20 me/l, sülfat 0.12-4.50 me/l, bor 0.04-0.56 ppm, SAR 0.09-12.95, % sodyum 3.27-79.26; II. örnekleme döneminde ise elektriksel iletkenlik 250.88-2288.83  $\mu$ hos/cm, pH 7.15-7.99, kalsiyum 1.00-3.20 me/l, magnezyum 1.45-8.16 me/l, sodyum 0.15-20.49 me/l, potasyum 0.01-0.20 me/l, bikarbonat 2.40-14.35 me/l, klor 0.10-12.20 me/l, sülfat 0.37-4.51 me/l, bor 0.04-0.56 ppm, SAR 0.10-8.68, % sodyum 3.47-66.10 arasında değişmektedir.

Elde edilen bu analiz sonuçları, kalite sınıflarının değerlerine göre gruplandırılarak sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Finike Yöresi Sera Sulama Suyu Örneklerinin Kalite Sınıflarına Göre Değerlendirilmesi

	Sınıflar	Değerlendirme	I. Dönem		II. Dönem		Toplam	
			Örn.Sayı	%	Örn.Sayı	%	Örn.Sayı	%
ECx106 $\mu$ hos/ cm	C1	250 >	-	-	-	-	-	-
	C2	250-750	15	83.3	16	88.9	31	86.1
	C3	750-2250	2	11.1	1	5.6	3	8.3
	C4	2250 <	1	5.6	1	5.6	2	5.6
SAR	S1	0-10	17	94.4	18	100.0	35	97.2
	S2	10-18	1	5.6	-	-	1	2.8
	S3	18-26	-	-	-	-	-	-
	S4	26 <	-	-	-	-	-	-
% Na	1	0-40	17	94.4	17	94.4	34	94.4
	2	40-60	-	-	1	5.6	1	2.8
	3	60-70	-	-	-	-	-	-
	4	70-80	-	-	-	-	-	-
	5	80-90	1	5.6	-	-	1	2.8
Klor (me/l)	1	0-3	16	88.8	16	88.9	32	88.8
	2	3-6	-	-	-	-	-	-
	3	6-10	1	5.6	1	5.6	2	5.6
	4	10-15	1	5.6	1	5.6	2	5.6
	5	15-20	-	-	-	-	-	-
	6	20 <	-	-	-	-	-	-
Bor (ppm)	1	0-0.5	17	94.4	17	94.4	34	94.4
	2	0.5-1.0	1	5.6	1	5.6	2	5.6
	3	1.0-2.0	-	-	-	-	-	-
	4	2.0-3.0	-	-	-	-	-	-
Sülfat (me/l)	1	4 >	18	100.0	17	94.4	35	97.2
	2	4-7	-	-	1	5.6	1	2.8
	3	7-12	-	-	-	-	-	-
	4	12-20	-	-	-	-	-	-
	5	20 <	-	-	-	-	-	-



Tablo 5'de görüldüğü gibi, Finike yöresinde her iki örnekleme döneminde alınan sera sulama sularının % 86.1'i C2 (orta tuzlu), % 8.3'ü C3 (fazla tuzlu) ve % 5.6'sı C4 (çok fazla tuzlu) sınıfına girmektedir. Buna göre Finike yöresi sera sulama suları, sulama suyu kalitesi bakımından 2., 3. ve 4. sınıfta yer almaktadır (2).

Finike yöresinden alınan sera sulama suları analiz sonuçlarının farklı örnekleme dönemlerine ve ovadaki konumlarına göre ortalamaları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6'da verilen Finike yöresi sera sulama suları elektriksel iletkenlik değerlerinin incelenmesinden anlaşılacağı gibi farklı örnekleme dönemlerinde alınan su örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri I. dönemden II. döneme doğru azalmıştır. Eylül ayından Ocak ayına doğru sulama sularının elektriksel değerlerinin azaldığı, ancak bu azalmanın ovanın farklı konumlarında değişik düzeylerde özellikle sonbahar ve kış aylarında daha belirgin olduğu anlaşılmaktadır.

Finike yöresi yeraltı ve yüzey suyu seviyeleri aylık yağış değerlerine bağlı olarak değişmektedir. Bu durum, yağışların yeraltı ve yüzey suyunu besleyerek II. döneme doğru elektriksel iletkenlik değerinin düşmesine neden olmaktadır. Finike yöresi sera sulama suları ovadaki konumlarına göre gruplandırılarak incelendiğinde, sahilden (güneyden) ovanın içerisine doğru (kuzeye) gidildikçe elektriksel iletkenlik değerlerinin gittikçe azaldığı görülmektedir. Bu azalma her iki örnekleme döneminde de benzer şekilde olmuştur. Sahil kesiminde sera sulama suyu örneklerinin elektriksel iletkenlik değerlerinin yüksek olması bu kesimde kullanılan sulama sularının yeraltı suyu olmasından ve yeraltı sularının denizin etkisinde kalmasından kaynaklanmaktadır. İç kesimlere doğru gidildikçe tuzluluğun düşük olması sulamada kullanılan suların yüzey suyu olmasından ileri gelmektedir (12).

Finike yöresi sulama suyu örnekleri SAR bakımından değerlendirilerek Tablo 5'de verilmiştir. Tablo 5'de görüldüğü gibi, her iki dönemdeki sulama sularının % 97.2'si 1. sınıf ve % 2.8'i 2. sınıf sulama suyu sınıfına girmektedir (13). Sulama sularında SAR bakımından problem bulunmamaktadır.

% sodyum bakımından Finike yöresi sulama suyu örnekleri değerlendirilerek Tablo 5'de verilmiştir. Buna göre, Finike yöresi sera sulama sularının % 94.4'ü 1. sınıfa, % 2.8'i 2. sınıfa ve % 2.8'i ise 5. sınıfa girmektedir (3). Sulama sularının ovadaki konumlarına ve örnekleme dönemlerine bakıldığında, I. dönemden II. döneme ve sahil kesiminden iç kesime doğru gidildikçe % sodyum değerleri azalmaktadır (Tablo 6). Sahil



yöresinde % sodyum değerinin yüksek olması Finike yöresinde sahil kesiminde yeraltı suyu kullanılmasına karşın iç kesimlerde yüzey suyunun kullanılmasından ileri gelmektedir. Yeraltı sularının yüzey sularına göre anyon ve katyon konsantrasyonlarının yüksek olduğu bilinmektedir (18). Buna göre yeraltı suyu kullanılan sahil kesiminde bütün anyon ve katyon konsantrasyonlarının yüksek olması doğaldır. Finike yöresi sulama suları genelde % sodyum bakımından sorunlu olmamakla beraber, sadece 1 seranın sulama suyu % sodyum bakımından sorunlu olup, 5. sınıf sulama suyu sınıfına girmektedir. Seranın konumuna bakıldığında bu seranın denize en yakın sera olduğu (6 nolu sera) ve sulama suyunun alındığı kuyunun denize en yakın kuyu olduğu görülmektedir. Bu kuyu sularının deniz suyunun etkisinde kaldığı sanılmaktadır.

Tablo 6. Finike Yöresindeki Sera Sulama Sularının Kimyasal Analiz Sonuçlarının Farklı Örnekleme Dönemleri ve Ovadaki Konumlarına Göre Değişimi

	I. Dönem			II. Dönem		
	Sahil	Orta	İç	Sahil	Orta	İç
ECx106, $\mu$ mhos/cm	1049.92	536.42	560.93	887.9	396.93	353.14
pH	7.35	7.54	7.56	7.40	7.56	7.50
Ca (me/l)	2.39	1.70	1.97	1.89	1.73	1.79
Mg (me/l)	3.22	1.86	1.64	4.73	2.00	1.81
Na (me/l)	5.10	0.61	0.56	5.16	0.64	0.34
K (me/l)	0.10	0.03	0.03	0.09	0.02	0.01
HCO <sub>3</sub> (me/l)	4.57	2.78	2.67	6.59	3.56	3.07
Cl (me/l)	5.10	1.14	1.17	3.92	0.82	0.65
SO <sub>4</sub> (me/l)	1.12	0.27	0.34	1.39	0.48	0.46
B (ppm)	0.23	0.07	0.05	0.23	0.08	0.05
SAR	3.04	0.46	0.53	2.46	0.47	0.25
% Na	32.37	14.53	13.14	31.83	14.48	7.95

Tablo 5'den görüldüğü üzere, Finike yöresi sera sulama suları klor bakımından her iki örnekleme dönemi gözönüne alınarak değerlendirildiğinde % 88.9'u 1. sınıf, % 5.6'sı 3.sınıf, % 5.6'sı ise 4. sınıf sulama suyu sınıfına girmektedir. Tablo 6 incelendiğinde ise, Finike yöresi sera sulama suyu örneklerinin I. dönemden II. döneme,



sahil kesiminden iç kesime doğru gidildikçe klor konsantrasyonlarının azaldığı görülmektedir. Finike yöresi sulama suyu örneklerinin büyük bir bölümünün klor içeriği bakımından bir sorun içermemesine rağmen, % 12.2'sinin sorunlu olduğu görülmektedir. Bu sorunlu seralarda kullanılan sulama sularının denize en yakın kuyuların suları olduğu (4 ve 6 nolu seralar) Şekil 1'de görülmektedir. Bu ölçüde denize yakın kuyu sularının sulamada kullanıldığı seralarda klor toksitesinin ortaya çıkabileceği dikkate alınmalı ve gerekli tedbirler uygulanmalıdır. Ayrıca bu iki sera 250 mg/l'den fazla klor konsantrasyonuna sahip olduğundan bu sulama sularının hem sağlık hem de tarımsal açıdan kullanılması bir çok problemi beraberinde getirecektir. Bu suların içme suyu olarak kullanılmasına izin verilmemeli ve tarımsal alanlarda kullanılırken dikkatli olunarak, önlemlerin alınması gerekmektedir.

Finike yöresi sera sulama sularının bor konsantrasyonları değerlendirilerek Tablo 5'de verilmiştir. Tablo 5'den görüldüğü gibi sulama suyu örneklerinin % 94.4'ü 1. sınıf ve % 5.6'sı 2. sınıf sulama suyu kalitesine sahiptir (3). Tablodan da görüldüğü gibi Finike yöresi sera sulama suyu örnekleri bor açısından bir sorun içermemektedir. Ancak 2. sınıf olarak belirtilen sulama sularının bora hassas olmayan bitkilerde kullanılması daha iyi sonuçların alınmasını sağlayacaktır. Tablo 6'ya bakıldığında bor açısından sulama suyu örneklerinde dönemler arasında hiçbir değişiklik meydana gelmemiştir. Fakat sulama suyu örneklerinin bor konsantrasyonları iç kesimden sahil kesimine doğru gidildikçe artmıştır.

Sulama suyu kalitesinde önemli bir diğer unsurda suların içerdiği sülfat miktarıdır. Finike yöresi sulama suyu örneklerinin % 97.2'si 1. sınıf ve % 2.8'i 2. sınıf sulama suyu kalitesine sahiptirler (Tablo 5). Sülfat konsantrasyonu iç kesimden sahil kesimine doğru gidildikçe artmaktadır. Bunun nedeni ise daha öncede belirtildiği gibi sahil kesiminde kuyu sularının kullanılması ve bu kuyu sularının denizin etkisinde kalmasındandır.

Kumluca ve Finike yöresi sera sulama suyu örneklerinin anyon ve katyonlarının ortalamaları alınarak % dağılımları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7'de görüldüğü gibi, her iki yörede de dominant katyon magnezyumdur. Kumluca yöresinde magnezyumdan sonra kalsiyum gelirken Finike yöresinde sodyum gelmektedir. Bu da Finike yöresinde özellikle deniz etkisinde kalan kuyu sularında



sodyumun ciddi problem çıkarmaya başlayacağını bir işarettir. Her iki yörede de en az konsantrasyona sahip olan katyon ise potasyum olmuştur.

Tablo 7. Kumluca ve Finike Yöresi Sera Sulama Suyu Örneklerinin Anyon ve Katon

Konsantrasyonlarının % Dağılımı

	KUMLUCA			FİNİKE		
	I. Dönem	II. Dönem	Ort.	I. Dönem	II. Dönem	Ort.
Ca (me/l)	30.20	21.45	25.83	31.56	26.91	29.24
Mg (me/l)	44.18	52.71	48.45	35.00	42.45	38.73
Na (me/l)	24.44	23.47	23.96	32.66	30.49	31.58
K (me/l)	1.17	2.45	1.81	0.78	0.60	0.69
HCO <sub>3</sub> (me/l)	52.27	59.11	55.69	52.19	63.27	57.73
Cl (me/l)	27.92	22.68	25.30	38.71	25.68	32.20
SO <sub>4</sub> (me/l)	19.70	19.18	19.44	8.93	11.04	8.99

Tablo 7 incelendiğinde ise, her iki yörede de dominant anyon olarak bikarbonat görülmektedir. Bikarbonatı, klor ve en düşük konsantrasyona sahip sülfat iyonu izlemektedir.

### Sonuç

Antalya ili Kumluca ve Finike yörelerindeki seralardan alınan sulama suyu örneklerinin su kalitesi açısından incelendiği bu araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

İncelenen seraların sulama suları C2, C3 ve C4 sınıfına girmektedir. Bu düzeyde tuzlu suların düşük geçirgenliğe ve yetersiz drenaj koşullarına sahip toprakların yer aldığı seralarda sulama suyu olarak kullanılması uygun değildir (12). Uygun drenaj koşullarına sahip topraklarda ise tuzluluk kontrolü için özel bir toprak idaresinin ve tuzluluğa dayanıklı bitkilerin seçilmesi gerekmektedir (19). Sulama suyu örneklerinin büyük çoğunluğu sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) ve % sodyum (% Na) bakımından sorunsuz sulardır. Klor içerikleri bakımından değişkenlik göstermekle beraber genellikle 1. ve 2. sınıf sulama suyu kalitesine sahiptirler. Sulama suyu örnekleri bor ve sülfat içerikleri yönünden 1. ve 2. sınıf sulama suyu sınıfına girmektedirler.

Yörelerde, sadece denize yakın kuyu sularının kullanıldığı sularda klor toksitesi ve toprak alkalileşmesi ortaya çıkabilir. Bu nedenle bu yörelerde ovanın kuzeyinde yer alan



daha kaliteli sulama suları nakledilmelidir. Bu durum gerçekleştirilene kadar klora hassas olmayan bitki tür ve çeşitler seçilmeli, sulama sistemi olarak damla sulama yerine salma sulama yapılmalı ve toprak yıkaması olabildiğince sık uygulanmalıdır.

### Kaynaklar

1. Yursever, E., Sönmez, B., Sulama sularının değerlendirilmesi., Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Toprak ve Gübre Araştırma Enst., Genel Yayın No: 181, Ankara, 1992.
2. Ayyıldız, M., Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri (2. Baskı), A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No: 244, Ankara, 1983.
3. Christiansen, J.E., Olsen, E.C., Willardson, L.S., Irrigation Water Quality Evaluation., J. Irrig. and Drain. Div. ASCE 103 (IR 2): 155-169, 1977.
4. Kelley, W.P., Alkali Soils, Their Formation Properties and Reclamation., Reinhold Pub. Cor., Newyork, 1951.
5. Kırımhan, S., Iğdır Devlet Üretim Çiftliği Arazisinde Drenaj Sorununun Çözümü ve Çorak Toprakların Islah Olanakları., A.Ü. Ziraat Fak. Yayın no: 166, Ankara, 1974.
6. Meiri, A., Plaut, Z., Crop Production and Management under Saline Conditions., Plant and Soil 89: 253-271, 1985
7. Anonim, Antalya ili Örtüaltı Yetiştiriciliği., Tarım Bakanlığı. Antalya il Müdürlüğü, Proje ve İstatistik Şube Müdürlüğü, 1991.
8. Ayyıldız, M., Sulama Suyu Kalitesi ve Sulamada Tuzluluk Problemleri., A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No: 636, Ders kitabı No: 199, Ankara, 1976.
9. Fresenius, W., Quentin, K.E., Schneidler, W., Water Analysis a Practical Guide to Physicalchemical, Chemical and Microbiological Water Examination and Quality Assurance., ISBN 3-540-17723, Berlin Heidelberg, Newyork, 1988.
10. Anonymous, Standart Methods for the Examination of water and Wastewater 15<sup>th</sup> Edition., APHA, AWWA, WPCF, Amerikan Public Health Association No: 15, Fifteenth Street NW, Washington DC, 20005, 1980.
11. Kara, M., Sulama- Kurutma., Akdeniz Üniv. Isparta Mühendislik Fak. Yayınları No: 5, Isparta, 1983.
12. Kaplan, M., Akay, S., Salinity of Irrigation Water of Greenhouses and its Effects on the Soil Salinity in Kumluca and Finike Regions., 9<sup>th</sup> Symposium of CIEC, Kuşadası-TURKIYE, 1995. (in press)



13. Anonymous., Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils., Agric. handbook No: 60, USA, 1954.
14. Tuncay, H., Su Kalitesi (Suların Özellikleri, Sınıflandırılması ve Sulamada Tuzluluk Problemleri), E.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, Bornova-Izmir, 1986.
15. Aktaş, M., Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği., A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları:1202, ders Kitabı:347, Ankara, 1991.
16. Schofield, C.S., The Salinity of Irrigation Water., Smith Sonion Inst. Annual Report vd. 1935, 1936: 375-297, 1935.
17. Kanber, R., Kırdı, C., Tekinel, O., Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları., Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel yayın No: 21, Ders Kitapları Yayın No: 6, Adana, 1992.
18. Ayers, R.S., Westcot, D.W., Water Quality for Agriculture., FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rev:1, Rome, 1989.
19. Akay, S., Kaplan, M., Kumluca ve Finike Yörelerindeki Seraların Toprak-Tuzluluğu ve Mevsimsel Değişimi., İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu Bildirileri Cilt: 1, s: 289-298, Ankara, 1995.