

Antalya-Serik yöresi seralarında kullanılan sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi

Determination of irrigation water qualities in greenhouses of Antalya-Serik region

Filiz ÖKTÜREN ASRİ, E. Işıl DEMİRTAŞ, Nuri ARI, Ahmet E. ARPACIOĞLU, Cevdet F. ÖZKAN

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, Türkiye

Sorumlu yazar (Corresponding author): Filiz ÖKTÜREN ASRİ, e-posta (e-mail): filizokturen@akdeniz.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 09 Eylül 2009
Düzeltilme tarihi 09 Ağustos 2010
Kabul tarihi 12 Ağustos 2010

Anahtar Kelimeler:

Sulama suyu kalitesi
Sulama
Sera
Antalya

ÖZ

Bu çalışma, Antalya-Serik yöresindeki seralarda kullanılan sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, Antalya-Serik yöresini temsilen 25 adet seradan sulama suyu örnekleri alınmıştır. Su örneklerinde pH, EC, Ca, Mg, Na, K, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- ve B analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları esas alınarak SAR, % Na ve RSC değerleri hesaplanarak, kalite sınıfları belirlenmiş ve değerlendirmeleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, incelenen örneklerin % 68'inin C2, % 32'sinin C3 tuzluluk sınıfına girdiği, SAR ve Na (%) açısından ise tüm örneklerin 1. sınıfta yer aldığı saptanmıştır. Genel olarak incelenen sera sulama sularında önemli düzeyde sorun tespit edilmemiştir.

ARTICLE INFO

Received 09 September 2009
Received in revised form 09 August 2010
Accepted 12 August 2010

Keywords:

Irrigation water quality
Irrigation
Greenhouse
Antalya

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the irrigation water quality used in greenhouses of Antalya-Serik region. For this purpose, water samples were taken from 25 greenhouses, and were analyzed for pH, EC, Ca, Mg, K, Na, CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- and B. The SAR, Na (%), RSC results and quality classes were determined. The results obtained showed that the irrigation waters used in the greenhouses in Antalya region showed moderate (68%) salinity. The rest of the samples (32%) had high salinity. In terms of the SAR and the content of Na, the samples had no problem and were considered as first class irrigation waters. It was concluded that the water samples do not have any problem.

1. Giriş

Dünya nüfusunun hızla artması sonucu artan besin ihtiyacının karşılanabilmesi için birim alandan elde edilen ürün miktarının artırılması gerekmektedir. Ürün miktarının artırılması ise ancak kontrollü (örtüaltı) şartlarda sağlanabilir. Türkiye'de örtüaltı yetiştiriciliği ışıklandırma, sıcaklık vb. iklim özelliklerinin uygun olması nedeniyle Akdeniz Bölgesinde yoğunlaşmıştır. Antalya, 153 932 da topraklı ve 1875 da topraksız sera alanı ile ülkemiz seracılığının merkezi haline gelmiştir. Seraların % 95'inde sebze, % 5'inde ise süs bitkisi ve meyve yetiştiriciliği yapılmaktadır. En çok yetiştirilen sebzeler domates, hıyar, biber, patlıcan, kavun, karpuz ve kabaktır (Anonim 2010a). Üretilen ürünlerin önemli bir kısmı ihraç edilmektedir.

Antalya ilinden gerçekleştirilen sebze dış satım değerlerinin 2009 yılında 255 milyon dolar olduğu bildirilmektedir.

Ürün bazında değerlendirildiğinde 167 milyon dolar ile domates en fazla ihraç edilen ürün olup bunu 40 milyon dolar

ile biber ve 27 milyon dolar ile hıyar izlemiştir (Anonim 2010b). Görüldüğü üzere Antalya ilindeki sebze üretimi binlerce kişiye iş imkânı sağlamasının yanı sıra ülke ekonomisine ciddi oranda katkı sağlamaktadır. İhracatımızda önemli bir paya sahip olan sebze yetiştiriciliğinde üzerinde durulması gereken konulardan biri de ürün kalitesidir.

Sebzelerin kalite kriterleri arasında aroma, renk, tat, koku, raf ömrü, besin değeri ve antioksidan içeriği gibi özellikler ön plana çıkmaktadır. Toprak yapısı, iklim, kültürel işlemler, gübreleme ve sulama ürün kalitesini önemli düzeyde etkilemektedir. Bitkisel üretimde özellikle de sebze yetiştiriciliğinde sulamanın ve su kalitesinin ayrı bir önemi vardır (Neibauer ve Maynard 2002). Çünkü sulama sularının bitki gelişimi üzerine doğrudan ve dolaylı olmak üzere oldukça önemli etkileri söz konusudur. Tarımsal amaçlı kullanılan suyun tuzluluğunun yüksek olması toprak çözeltisinin osmotik basıncını yükseltir böylece köklerin topraktan su alımları azalır

ve fizyolojik kuraklık etkisi görülebilir, bu durum dolaylı etkidir. Subba ve ark. (1987) kumlu tın bünyeli toprakta yetiştirilen domates bitkisine uygulanan sulama suyu tuzluluğunun 6 dS m^{-1} 'yi geçtiğinde verimin % 50 azaldığını bildirmişlerdir. Sönmez ve Yurtsever (1995), domates bitkisi gelişme ve veriminin sulama suyunun tuzluluk ve SAR değerlerinden etkilendiğini, tuzluluğun 10 dS m^{-1} 'yi aşması halinde çimlenme oranının sıfır olduğunu belirtmişlerdir.

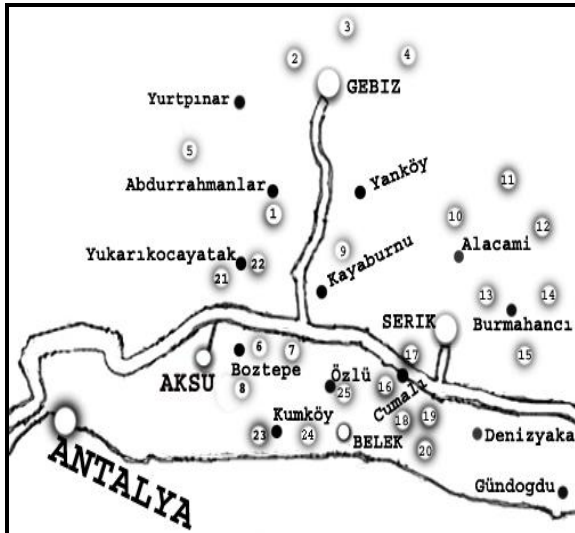
Sulama suyu tuzluluğunun doğrudan etkisi ise bitki gelişmesini etkileyen Cl, Na, HCO_3 ve B gibi bazı elementlerin bitki bünyesinde yüksek konsantrasyonda birikmeleri sonucu bitki gelişimini azaltıcı ya da durdurucu etkide bulunabilmeleridir (Arslan ve ark. 2007). Böylece bitki verim ve kalitesi olumsuz etkilenmektedir. Sulama suyu tuzluluğu bitki gelişiminin yanı sıra toprak özelliklerinin de olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Bu etkiler toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine, yetiştirilen bitkinin tuza dayanımına, bölgenin iklim özelliğine, uygulanan sulama yöntemine, sulama aralığına ve sulama suyu miktarına bağlı olarak değişmektedir (Varol ve ark. 2005).

Bu nedenle tarımsal amaçlı kullanılan sulama sularının kalite kriterlerinin belirlenmesi ve buna uygun tarım tekniklerinin kullanılması gerekmektedir. Bu çalışma ile Antalya-Serik yöresinde serada sebze yetiştiriciliği yapan üreticilere ait sulama suyu örneklerinin kalite kriterlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma materyalini oluşturan sulama suyu örnekleri Antalya ili Serik ilçesinde sebze yetiştiriciliği yapılan sera alanlarından, derinliği 10-44 m arasında değişiklik gösteren 25 adet sondaj kuyusundan alınmıştır. Su örneklerinin alındığı yerler (Şekil 1) ve kuyu derinlikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Su örnekleri Ayyıldız (1990)'ın belirttiği şekilde, pompalar 15-20 dakika çalıştırdıktan sonra alınmıştır.



Şekil 1. Serik yöresinde su örneklerinin alındığı yerler.

2.2. Yöntem

Alınan sulama suyu örneklerinde EC ve pH Ayyıldız (1976); Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ ve Na^+ miktarları atomik absorpsiyon

spektrofotometresi ile (Fresenius ve ark. 1988), CO_3^{-2} ve HCO_3^{-} sülfirik asit titrasyonu ile (Ayyıldız 1976), Cl^- gümüş nitrat titrasyonu ile (Ayyıldız,1976), SO_4^{-2} baryum sülfat ile, NO_3^- Na-salisilat metodu ile (Fresenius ve ark. 1988) ve B Azomethin-H yöntemiyle (Fresenius ve ark. 1988) belirlenmiştir. Sodyum zararının belirlenebilmesi için % Na ve SAR değerleri Ayyıldız (1976) tarafından bildirilen esaslara göre Na, K, Ca ve Mg analizlerinden yararlanılarak hesaplanmıştır. RSC değerlerinin saptanmasında ise CO_3^{-2} , HCO_3^{-} , Ca^{+2} ve Mg^{+2} analiz sonuçlarından yararlanılmıştır (Ayyıldız 1976).

Çizelge 1. İncelenen kuyuların derinlikleri.

Örnek No	Kuyu derinliği (m)
1	10 m
2	22 m
3	20 m
4	26 m
5	13 m
6	30 m
7	30 m
8	18 m
9	26 m
10	36 m
11	30 m
12	27 m
13	26 m
14	20 m
15	22 m
16	30 m
17	16 m
18	28 m
19	36 m
20	30 m
21	30 m
22	36 m
23	44 m
24	25 m
25	18 m

3. Bulgular

Sulama sularının analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. İncelenen sulama suyu örneklerinin pH'larının 6,94-8,40 arasında değiştiği saptanmıştır.

Sulama suyu örneklerinin tuzlulukları $0,485-1,858 \text{ dS m}^{-1}$ arasında değişmektedir (Çizelge 2). USA Riverside Tuzluluk laboratuvarı Tuzluluk Sınıflandırma sistemine (Anonymous, 1954) göre sınıflandırılan örneklerin % 68'i orta tuzlu, % 32'si ise fazla tuzlu sınıfına dahil olmuştur (Çizelge 3).

İncelenen sulama suyu örneklerinin Ca konsantrasyonları $1,10-9,35 \text{ me l}^{-1}$ arasında değişmektedir. Bitki gelişimi açısından mutlak gerekli elementlerden biri olan kalsiyumun sulama sularındaki yeterli düzeyi $40-100 \text{ ppm}$ ($2-5 \text{ me l}^{-1}$) olarak bildirilmiştir (Will ve Faust 1999). Belirtilen sınır değerlerine göre incelenen örneklerin % 12'si düşük, % 60'ı yeterli ve % 28'i yüksek düzeyde kalsiyum içermektedir. Sulama suyu örneklerinin Mg konsantrasyonları $0,32-8,83 \text{ me l}^{-1}$ arasında değişmekte olup Will ve Faust (1999) tarafından bildirilen $30-50 \text{ ppm}$ ($2,5-4,2 \text{ me l}^{-1}$) yeterlilik sınır değerine göre değerlendirildiğinde örneklerin % 64'ünün düşük, % 16'sının yeterli ve % 20'sinin yüksek düzeyde magnezyum içerdiği saptanmıştır. Potasyum, sularda çok düşük düzeylerde bulunur. Birkaç ppm'den fazla bulunması gübreler veya diğer kaynaklar aracılığıyla sulama sularına ulaştığı anlamına gelmektedir (Ayrancı 2006). Sulama suyu örneklerinin K konsantrasyonları $0,01-0,21 \text{ me l}^{-1}$ arasında değişmektedir.

Çizelge 2. Su örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.

Örn.	pH	EC	Katyonlar (me l ⁻¹)				ΣC.	Anyonlar (me l ⁻¹)					ΣA.	B (mg l ⁻¹)	SAR	Na (%)	RSC	Kalite sınıfı
			Ca	Mg	K	Na		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻						
1	7,74	1,249	3,22	6,42	0,03	3,35	13,02	0,00	7,80	2,42	2,70	0,10	13,02	0,61	1,53	25,7	-1,84	C3S1
2	7,03	0,634	3,79	2,16	0,05	1,48	7,48	0,00	5,47	0,76	1,12	0,13	7,48	1,23	0,86	19,7	-0,48	C2S1
3	7,09	0,637	4,79	1,16	0,03	0,74	6,72	0,00	5,17	0,48	0,91	0,16	6,72	0,98	0,43	11,0	-0,78	C2S1
4	7,53	0,628	3,48	1,75	0,04	0,87	6,14	0,00	3,52	0,44	2,08	0,10	6,14	0,55	0,54	14,2	-1,71	C2S1
5	7,20	1,438	9,35	8,83	0,06	1,48	19,72	0,00	5,04	0,86	13,63	0,19	19,72	0,72	0,49	7,5	-13,1	C3S1
6	7,27	0,766	7,66	0,32	0,03	0,46	8,47	0,00	5,33	1,02	1,97	0,15	8,47	0,93	0,23	5,4	-2,65	C3S1
7	7,40	0,747	7,40	0,45	0,03	0,43	8,31	0,00	5,46	0,74	1,84	0,27	8,31	0,64	0,22	5,2	-2,39	C2S1
8	6,94	0,780	5,68	1,99	0,14	1,04	8,85	0,00	4,97	0,72	2,84	0,32	8,85	0,50	0,53	11,7	-2,70	C3S1
9	7,30	0,655	4,25	3,16	0,08	0,48	7,97	0,00	4,20	0,90	2,85	0,02	7,97	0,05	0,25	6,02	-3,21	C2S1
10	7,78	0,485	3,55	1,34	0,03	0,18	5,10	0,00	4,32	0,16	0,52	0,10	5,10	0,15	0,11	3,5	-0,57	C2S1
11	7,82	0,694	3,46	2,55	0,21	1,15	7,37	0,39	5,39	0,87	0,64	0,08	7,37	0,07	0,66	15,6	-0,23	C2S1
12	8,40	0,508	1,10	0,62	0,17	0,13	2,02	0,29	1,50	0,10	0,07	0,06	2,02	0,35	0,14	6,4	0,07	C2S1
13	7,50	0,936	4,70	3,50	0,03	1,04	9,27	0,00	7,67	1,06	0,39	0,15	9,27	0,05	0,51	11,2	-0,53	C3S1
14	7,43	0,910	1,16	5,03	0,02	0,61	6,82	0,00	5,63	0,30	0,82	0,07	6,82	0,28	0,35	8,9	-0,56	C3S1
15	7,70	0,745	4,66	1,20	0,01	0,65	6,52	0,00	4,71	0,61	1,13	0,07	6,52	0,18	0,38	10,0	-1,15	C2S1
16	7,57	0,746	7,22	0,48	0,02	0,44	8,16	0,00	4,91	0,75	2,11	0,39	8,16	0,70	0,22	5,4	-2,79	C2S1
17	7,98	0,699	1,93	4,24	0,02	0,93	7,12	0,00	5,51	0,22	1,22	0,17	7,12	0,70	0,53	13,1	-0,66	C2S1
18	7,64	0,726	4,95	1,43	0,19	0,95	7,52	0,00	4,08	1,94	1,49	0,01	7,52	0,81	0,53	12,6	-2,30	C2S1
19	7,23	0,632	5,14	1,18	0,05	0,62	6,99	0,00	5,18	0,10	1,40	0,31	6,99	0,50	0,34	8,9	-1,14	C2S1
20	7,80	0,745	8,80	2,00	0,05	0,47	11,32	0,00	5,72	0,55	5,01	0,04	11,32	0,10	0,20	4,1	-5,08	C2S1
21	7,44	0,690	4,17	3,83	0,04	0,61	8,65	0,00	6,02	0,62	1,91	0,10	8,65	0,10	0,31	7,0	-1,98	C2S1
22	7,21	0,705	4,32	1,90	0,04	0,52	6,78	0,00	5,33	0,46	0,97	0,02	6,78	0,38	0,29	7,7	-0,89	C2S1
23	7,59	1,858	3,79	4,40	0,11	4,66	12,96	0,00	7,84	3,74	0,97	0,41	12,96	0,70	2,30	36,0	-0,35	C3S1
24	8,10	1,270	3,22	2,00	0,13	2,22	7,57	0,00	4,61	1,63	0,83	0,50	7,57	0,48	1,38	29,3	-0,61	C3S1
25	7,78	0,642	4,18	1,90	0,10	0,60	6,78	0,00	4,09	0,30	2,23	0,16	6,78	0,49	0,34	8,8	-1,99	C2S1
Max.	8,40	1,858	9,35	8,83	0,21	4,66	19,72	0,39	7,84	3,74	13,63	0,50	19,72	1,23	2,30	36,0	0,07	
Min.	6,94	0,485	1,10	0,32	0,01	0,13	2,02	0,29	1,50	0,10	0,07	0,01	2,02	0,05	0,11	3,5	-0,23	
Ort.	7,54	0,821	4,64	2,55	0,07	1,04	8,31	0,03	5,18	0,87	2,07	0,16	8,31	0,49	0,55	11,80	-1,91	

Sera sulama suları için 50 ppm ($2,2 \text{ me l}^{-1}$) sodyum düzeyi uygun olarak bildirilmektedir (Will ve Faust 1999). İncelenen sulama suyu örneklerinin Na konsantrasyonları ise 0,13-4,66 me l^{-1} arasında değişmekte olup, % 88'i optimum değerden düşük, % 12'si ise yüksek düzeyde Na içermektedir.

Sulama sularının karbonat ve bikarbonat içerikleri, nötrale edilebilir bileşiklerin konsantrasyonunu ifade etmektedir (Ayrancı 2006). İncelenen sulama suyu örneklerinin ikisinde karbonat iyonu saptanmış olup 0,29-0,39 me l^{-1} arasında değişmektedir. Bikarbonat konsantrasyonları ise 1,5-7,84 me l^{-1} arasında değişmekte olup örneklerin tamamı orta sınıfında ($1,5-8,5 \text{ me l}^{-1}$) yer almıştır.

Çizelge 3. İncelenen sulama suyu örneklerinin kalite sınıflarına göre değerlendirilmesi.

Parametreler	Sınıflar	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
EC	C1	250>	-	-
	C2	250-750	17	68
	C3	750-2250	8	32
	C4	2250<	-	-
Klor (me l^{-1})	1	0-3	24	96
	2	3-6	1	4
	3	6-10	-	-
	4	10-15	-	-
	5	15-20	-	-
	6	>20	-	-
Sülfat (me l^{-1})	1	0-3	23	92
	2	3-6	1	4
	3	6-9	-	-
	4	9-12	-	-
	5	12-15	1	4
	6	15<	-	-
Nitrat (me l^{-1})	1	0-0,08	8	32
	2	0,08-0,16	9	36
	3	0,16-0,48	7	28
	4	0,48-0,81	1	4
	5	>0,81	-	-
Bor (ppm)	1	0-0,5	14	56
	2	0,5-1,0	10	40
	3	1,0-2,0	1	4
	4	2,0-3,0	-	-
	5	3,0-4,0	-	-
	6	4,0<	-	-
SAR	S1	0-10	25	100
	S2	10-18	-	-
	S3	18-26	-	-
	S4	26<	-	-
RSC	1	>1,25	25	100
	2	1,25-2,5	-	-
	3	>2,5	-	-
% Na	1	0-40	25	100
	2	40-60	-	-
	3	60-70	-	-
	4	70-80	-	-
	5	80-90	-	-
	6	90<	-	-

Klor açısından ele alındığında örneklerin klor konsantrasyonlarının 0,10-3,74 me l^{-1} arasında değiştiği saptanmıştır. Christiansen ve ark. (1977)'e göre değerlendirilen örneklerin % 96'sı 1.sınıf ve % 4'ü ise 2. sınıfa dahil olmuştur (Çizelge 3). Sulama sularında kaliteyi etkileyen önemli faktörlerden biri de sülfattır. İncelenen sulama sularının sülfat konsantrasyonları 0,07-13,63 me l^{-1} arasında değişmektedir (Çizelge 2). Christiansen ve ark. (1977)'e göre değerlendirilen örneklerin % 92'si 1. sınıfa, % 4'ü 2. sınıfa ve % 4'ü ise 5.sınıfa

girmektedir (Çizelge 3). Bir örnekleme noktası hariç geri kalan sulama sularının sülfat içerikleri tarımsal kullanım açısından uygundur. İncelenen sulama suyu örneklerinin nitrat konsantrasyonları 0,01-0,50 me l^{-1} arasında değişmektedir (Çizelge 2). Anonim (1991)'e göre değerlendirilen örneklerin % 32'si 1. sınıf, % 36'sı 2. sınıf, % 28'i 3. sınıf ve % 4'ü 4. sınıfta yer almıştır.

Sulama suyu örneklerinin bor konsantrasyonlarının 0,05-1,23 ppm arasında değiştiği saptanmıştır. Christiansen ve ark. (1977)'e göre değerlendirilen örneklerin % 56'sı 1.sınıf, % 40'ı 2.sınıf ve % 4'ü 3. sınıfta yer almıştır.

SAR (Sodyum Adsorpsiyon Oranı) değerleri ABD Riverside laboratuvarının (Anonymous 1954) sınıflandırma sistemine göre değerlendirilmiş olup 0,11-2,30 arasında değişen örneklerin tamamı SAR açısından az sodyumlu sınıfta yer almıştır. Sulama suyu örneklerinin % Na değerleri 3,5-36,0 arasında değişmekte olup, Christiansen ve ark. (1977)'e göre değerlendirilen örneklerin % 100'ü 1. sınıfa dahil olmuştur. Örneklerin tamamının RSC değeri Anonim (1991) tarafından bildirilen 1,25 meq l^{-1} değerinden düşüktür.

4. Tartışma ve Sonuç

İncelenen sera sulama suyu örneklerinin pH değerleri 6,94-8,40 arasında değişmiştir. Tarımsal amaçlı kullanılan suların pH'larının 6,50-8,50 arasında olması istenir (Kanber ve ark. 1992). Bildirilen bu değerlere göre incelenen sulama suyu örneklerinin pH açısından sorunlu olmadığı saptanmıştır.

Çalışmamızda 17 sera sulama suyu örneği elektriksel iletkenlik açısından C2 sınıfında yer almış olup tuzluluk açısından sorun teşkil etmemektedirler. Ancak 8 sulama suyu örneği elektriksel iletkenlik açısından 3. sınıfta ($0,75-2,25 \text{ dS m}^{-1}$) yer almıştır. Özellikle 1, 5, 23 ve 24 numaralı sulama suyu örneklerinin elektriksel iletkenlikleri diğerlerine göre daha yüksektir (Çizelge 2). Söz konusu örneklerden 1 ve 5 numaralı sulama sularının yüksek tuz içeriklerinin yetiştiricilik aşamasındaki yoğun gübre kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bilindiği üzere yoğun gübre uygulamaları ile topraklardaki eriyebilir tuzların yer altı sularına karışması söz konusu olabilmektedir. Bunun yanı sıra 23 ve 24 numaralı örneklerin alındığı işletmeler denize yakındır. Denize yakın bölgelerde açılan kuyuların deniz suyundan beslenmesi mümkün olabilmektedir.

Sulama suyunun uygulandığı toprakta meydana getireceği tuzluluk, sadece kullanılan suyun tuz içeriğine bağlı olmayıp aynı zamanda toprağın yapısına, bitki özelliklerine, iklim ve drenaj koşullarına da bağlıdır. Dolayısıyla C3 sınıfındaki sulama sularının kullanıldığı alanlarda yeterli drenaj koşullarının sağlanması ve yetiştirilecek bitkilerin tuza orta dereceden daha fazla dayanıklı türlerden seçilmesi önerilebilir.

Sulama suları ve yağışlar aracılığı ile toprağa ulaşan sodyum iyonları toprak kolloidlerinin disperse olmasına yol açarak toprak strüktürel yapısının bozulmasına neden olur. Bozulan toprak gözenekliliği nedeniyle toprağın hava ve su geçirgenliği azalır. Bunun yanı sıra toprak çözeltisinin pH değeri kültür bitkilerinin yetiştirilemeyeceği düzeylere yükselir (Ayyıldız 1990). Toprak kolloidlerinde tutulan kanyonlar içerisinde % 15'ten fazla Na olması halinde ise tarımsal üretimin gerçekleştirilemediği sodik topraklar oluşurlar. Bu nedenle sodyum iyonunun diğer kanyonlara nispi oranı sulama suyunun kalitesini belirleyen önemli bir faktör olup incelenen örneklerin tamamı SAR (S1) ve % Na açısından 1. sınıfta yer almıştır. Sönmez ve Kaplan (1996) Kumluca ve

Finike yöresi su ve toprak tuzluluğu değişimini araştırdıkları çalışmalarında, Kumluca yöresinden alınan su örneklerinin SAR değerlerinin 0,36-3,22 arasında değiştiğini ve tamamının S1 sınıfına dahil olduğunu, Finike yöresinden alınan sulama sularının SAR değerlerinin ise 0,09-12,95 arasında değiştiğini ve örneklerin % 94,4'ünün S1 (az sodyumlu), % 5,6'sının ise S2 (orta sodyumlu) grubuna dahil olduğunu saptamışlardır.

İncelenen su örneklerinin klor konsantrasyonu açısından tamamı, sülfat konsantrasyonu açısından ise (bir örnek hariç olmak üzere) genelinen tarımsal üretimde kullanım açısından sorun teşkil etmediği saptanmıştır. Öktüren-Asri (2008), Antalya yöresinde topraksız kültür domates yetiştiriciliğinde gübre hazırlamada kullanılan sulama sularının bileşimini araştırdığı çalışmasında, incelediği örneklerin tamamının klor ve sülfat konsantrasyonları açısından 1. sınıfa dahil olduğunu belirlemiştir. Sönmez ve Kaplan (1996) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, Kumluca yöresinden alınan sulama suyu örneklerinin % 88,9'unun sülfat içeriğinin 1. sınıfa, % 11,1'inin 2. sınıfa; Finike yöresinden alınan sera sulama suyu örneklerinin ise tamamının sülfat içeriğinin 1. sınıfa dahil olduğunu saptamışlardır.

Tarımsal üretimde kullanılan kimyasal gübreler su kirliliğine yol açan faktörler arasında önemli bir paya sahiptir (Polat ve ark. 2007). Bugün özellikle damla sulama sisteminde eriyebilirliklerinin yüksek olması nedenleriyle başta kalsiyum nitrat, potasyum nitrat, amonyum nitrat ve mono amonyum fosfat gibi gübrelerin kullanım düzeyleri artmıştır. Kültür bitkilerinin uygulanan azotun birinci yıl % 50'sini kullandığı, % 5'lik kısmının ise toprak derinliğinde yıkandığının bildirildiği (Mengel ve Kirkby 1987), üretim sezonu boyunca düzenli olarak gerçekleştirilen gübre uygulamalarının sıklığı ve miktarları göz önüne alındığında azotlu gübrelerin kullanımından açığa çıkabilecek su kirliliğinin yadsınmaması gerektiği gerçeği açığa çıkmaktadır.

Yer altı sularına ulaşan ve besin zincirine katılan nitrat miktarının artması insan sağlığını olumsuz etkileyerek, başta dolaşım sistemi olmak üzere tüm damar düz kaslarını gevşetici etkiye sahiptir. Ayrıca methemoglobin oluşumuna yol açtığından organ ve dokulara yeteri kadar kan gitmemesine neden olur. Yüksek miktarda nitrat içeren suyun tüketimi ciddi zehirlenmelere ve ölümlere yol açabilmektedir (Karaçal ve ark. 2006). Çalışmada incelenen sulama suyu örneklerinin % 32'sinin nitrat içeriği yüksektir. Yetiştiricilik sezonu boyunca toprak analizlerine dayalı olarak bilinçli ve yeterli miktarda azotlu gübre kullanılması önerilebilir.

Sulama sularında kaliteyi etkileyen önemli kriterlerden birisi de bordur (Christiansen ve ark. 1977). Bor bütün bitkilerin ihtiyaç duyduğu önemli bir mikro besin elementi olup çok küçük konsantrasyonlarda alınmaktadır. Yetersiz bor ile beslenme bitki hayati fonksiyonlarını azaltırken, normalin üzerinde bor beslenmesi ise zehir etkisine yol açabilmektedir. Bu nedenle borun 0,50 ppm'den yüksek konsantrasyonları, duyarlı bitkilerde önemli zararlar meydana getirirken, 1,0 ppm'den fazla bor içeriğine sahip suların sulamada kullanılması bitki ve toprakta önemli zararlara yol açmaktadır (Uygan ve Çetin 2004). İncelenen sulama suyu örneklerinin bor konsantrasyonları 0,05-1,23 ppm arasında değişmekte olup, % 44'ü bor açısından birçok kültür bitkisinin büyüme ve gelişme düzeyi üzerine toksik etkide bulunabilecek düzeydedir. Sönmez (2002), su ve toprak tuzluluğunun Demre yöresi domates seralarında yetiştirme dönemi boyunca değişiminin belirlenmesi amacıyla yaptığı bir çalışmada, incelenen su örneklerinin bor içeriklerinin 3 örnekleme döneminde 0,07-0,91 ppm arasında

değiştiğini; Christiansen ve ark. (1977)'ye göre değerlendirilen sulama suyu örneklerinin bor içeriklerinin üç örnekleme döneminde de % 96'sının 1. sınıfa, % 4'ünün ise 2. sınıfa girdiğini saptamıştır. Tokmak (1995) Kumluca ve Finike yörelerinde kullanılan sulama sularının kimyasal bileşimlerini incelediği çalışmasında, su örneklerinin bor içeriğinin 0,0014-0,1170 ppm arasında değiştiğini; Christiansen ve ark. (1977)'ye göre değerlendirilen sulama suyu örneklerinin tamamının bor içerikleri bakımından 1. sınıfa yer aldığını bildirmiştir.

Sonuç olarak, sera yatırım maliyetlerinin yüksek olması, sulama suyu kalite kriterlerine müdahalenin mümkün olmaması gibi nedenlerden dolayı tarımsal üretime başlanmadan sulama suyu kalite kriterlerinin belirlenmesi ve buna dayalı olarak yetiştiriciliğin planlanması gerekmektedir. Ayrıca sulama sularının besin içerikleri de uygulanacak kimyasal gübreleme uygulamalarında dikkate alınmalıdır.

Kaynaklar

- Anonim (1991) Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete, Sayı: 20747, Ankara.
- Anonim (2010a) Antalya Valiliği Tarım İl Müdürlüğü Proje İstatistik Şubesi Verileri.
- Anonim (2010b) T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı Antalya İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Verileri. <http://www.aib.gov.tr/html/istatistik>. Erişim 10 Ağustos 2010.
- Anonymous (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agricultural Handbook No:60, USA.
- Arslan H, Güler M, Cemek B, Demir Y (2007) Bafra ovası yeraltı suyu kalitesinin sulama açısından değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 4: 219-226.
- Ayrancı Y (2006) Muğla Ortaca yöresi sera sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20:32-36.
- Ayyıldız M (1976) Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 636, Ders Kitabı No: 199, Ankara.
- Ayyıldız M (1990) Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1198, Ders Kitabı No:334, Ankara.
- Christiansen JE, Olsen E, Willardson LS (1977) Irrigation water quality evolution. Journal of Irrigation and Drainage Div. ASCE 103:155-169.
- Fresenius W, Quentin KE, Schneidler W (1988) Water Analysis a Practical Guide to Physico-Chemical and Microbiological Water Examination and Quality Assurance. Springer-Verlag, New York.
- Kanber R, Kırdar C, Tekinel O (1992) Sulama suyu niteliği ve sulamada tuzluluk sorunları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 6, Adana.
- Karaçal F, Toprak Ş, İnce S (2006) Şanlıurfa ilinde insan ve hayvanlarda tüketime sunulan kuyu sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin belirlenmesi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, s: 85-88.
- Mengel K, Kirkby EA (1987) Principles of Plant Nutrition. 4th Edition. International Potash Institute, Bern.
- Neibauer J, Maynard E (2002) Produce Quality & Safety Information for Growers. www.hort.purdue.edu/prod-quality. Accessed 27 June 2002.
- Öktüren Asri F (2008) Perlit yetiştirme ortamında farklı demir ve potasyum düzeylerinin domates bitkisinin verim ve kalitesi üzerine etkileri ile Antalya yöresi topraksız kültür domates seralarının beslenme durumlarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya

- Polat R, Elçi A, Şimşek C, Gündüz O (2007) İzmir-Nif Dağı çevresindeki yer altı suyu nitrat kirliliği boyutunun mevsimsel değerlendirilmesi. 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Yaşam Çevre Teknoloji, 24-27 Ekim, İzmir.
- Sönmez B, Yurtsever E (1995) Değişik Tuzluluk ve SAR Değerlerine Sahip Suların Toprak Tuzluluğu İle Domates Bitkisinin Gelişimine ve Verimine Olan Etkisi. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No:202, Rapor Seri no:R-119, Ankara.
- Sönmez SA, Kaplan M (1996) Kumluca ve Finike yöreleri sera sulama sularının kalitelerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 9: 288-303.
- Sönmez İ (2002) Su ve toprak tuzluluğunun Demre yöresi domates seralarında yetiştirme dönemi boyunca değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Subba N, Subbaiah GV, Ramaiah B (1987) Effect of saline water irrigation on tomato yield and soil properties. Journal of the Indian Society of Coastal Agricultural Research 5: 407-409.
- Tokmak S (1995) Kumluca ve Finike yörelerinde tarımda kullanılan azotlu gübrelerin çevre kirliliğine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Uygan D, Çetin Ö (2004) Bor'un tarımsal ve çevresel etkileri: Seydisuyu su toplama havzası. II. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23-25 Eylül, Eskişehir.
- Varol F, Bellitürk K, Sağlam MT (2005) Tekirdağ ili sulama sularının özellikleri. Tarım Bilimleri Dergisi 11: 391-396.
- Will E, Faust EJ (1999) Irrigation Water Quality for Greenhouse Production. Agricultural Extension Service, the University of Tennessee, Tennessee.