

Melis ÇERÇİOĞLU¹
Recep Serdar KARA²
Bülent OKUR²

¹Dumlupınar Üniversitesi, Simav Meslek yüksek Okulu, 43500, Simav Kütahya / Türkiye
²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 35100 İzmir / Türkiye
sorumlu yazar: melis.cercioglu@dpu.edu.tr

Kütahya -Simav Yöresi Sera Topraklarının ve Sulama Suyu Özelliklerinin Araştırılması Üzerine Bir Ön Çalışma

Pre Investigation on Research of Greenhouse Soil and Irrigation Water Characteristics of Kutahya-Simav Region

Alınış (Received): 20.06.2016

Kabul tarihi (Accepted): 18.10.2016

Anahtar Sözcükler:

Sera, Simav yöresi, sulama suyu özellikleri, toprak özellikleri

Key Words:

Greenhouse, Simav region, irrigation water characteristics, soil characteristics

ÖZET

Bu çalışma Kütahya'nın Simav ilçesindeki seralardan alınan su ve toprak örneklerinin kalite özelliklerinin araştırılması amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla Simav yöresindeki 20 farklı seradan toprak ve su örneği alınmıştır. Toprak örnekleri, seralarda başlayan bitkisel üretim öncesi ve sonrası olmak üzere iki kez; su örnekleri ise üretim başlangıcı, ortası ve sonunda olmak üzere üç defa alınmıştır. Toprak örneklerinde bünye, pH, elektriksel iletkenlik, organik madde, makro ve mikro elementler ile ağır metal analizleri yapılmıştır. Su örneklerinin ise kimyasal özellikleri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre toprak örneklerinin büyük bir kısmının hafif bünyeli, hafif asit, tuzsuz, az düzeyde organik madde içerdiği bulunmuştur. Toprakların toplam azot (N) kapsamı bakımından zengin; alınabilir fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (Mg) ve bakır (Cu) bakımından ise fazla düzeyde olduğu gözlenmiştir. Alınabilir sodyum (Na) ve kalsiyum (Ca) içeriği bakımından orta; demir (Fe) ve mangan (Mn) bakımından yeterli; çinko (Zn) bakımından üretim öncesi düşük, üretim sonrası ise yüksek olarak belirlenmiştir. Ayrıca toprakların ağır metal konsantrasyonlarının sınır değerlerini aşmadığı gözlenmiştir. Su örneklerinin kimyasal özelliklerinin incelenmesi sonucunda ise sulama suyu olarak kullanımında herhangi bir sakınca olmadığı ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı Sistemi'ne göre sınıflandırıldığında C2S1 sınıfına girerek kullanılabilir nitelikte olduğu görülmüştür.

ABSTRACT

The study was carried out to investigate some quality properties of greenhouse soils and irrigation waters in the Simav region of Kutahya. For this aim, soil and water samples were taken from 20 different greenhouses. Soil samples were taken two times before and after planting period; while water samples were taken three times before, middle and after planting period. Texture, pH, electrical conductivity, organic matter and the concentrations of macro and micro elements and heavy metals in the soil samples were analyzed. Also, the chemical properties of irrigation water samples were investigated. According to the results; the majority of soils were found light textured, slightly acidic, low salinity and they contained low amount of organic matter. The total nitrogen (N) amounts of soil samples were rich level; available phosphorus (P), potassium (K), magnesium (Mg) and copper (Cu) amounts were high level. Extractable sodium (Na) and available calcium (Ca) contents were moderate level; available iron (Fe) and manganese (Mn) were efficient level; zinc amounts were low level before planting period and high level after planting period. Moreover, it was observed that heavy metal concentrations of soils did not exceed limit values. When the analyses of chemical properties of water samples, it was observed that water was suitable for irrigation and classified C2S1 according to U.S. Salinity Laboratory System classification.

GİRİŞ

Sera topraklarındaki bitki besin maddelerinin bitkiler tarafından fazla miktarda alınması, aşırı veya yetersiz gübreleme, aşırı sulama gibi faaliyetler sonucunda toprak özellikleri zaman içerisinde bozulmakta ve bu durum bitkiye olumsuz etki etmektedir. Bu nedenle; tarımsal üretimin yoğun olduğu seralar gibi yerlerde uygulanacak tarımsal işlemler öncesi toprak ve sulama suyu özellikleri iyi bilinmelidir. Toprak verimliliğinin sürdürülebilmesinde bitkilerce kaldırılan besin maddelerinin toprağa ilave edilmesi diğer bir deyişle gübreleme yapılması önemli konulardan birisi olarak karşımıza çıkmakla birlikte sulama suyunun kalitesi de önemli bir faktördür. Üretimde artışın sağlanması genellikle entansif tarım tekniklerinin kullanılması veya kapalı sera koşullarında kontrollü yetiştiricilik ile mümkün olabilmektedir. Simav gibi jeotermal suların yoğun olduğu yörelerde, sulama sularına termal suların karışma olasılığı ve beraberinde bazı ağır metaller ve bor elementinin sular ile toprak ve bitkilere taşınması mümkün olabilmektedir. Gerek kapalı alan gerekse açık alanlardaki bitkisel üretim öncesi toprakların fizikokimyasal özellikleri ile sulama sularının özelliklerinin bilinmesi zorunludur. Toprak analizleri ile toprakta var olan besin maddelerinin bitkilere yararlı konsantrasyonları belirlenerek toprakların bitkilere besin sağlama güçleri ortaya çıkarılmakta ve bulunan yetersizlikler gübreleme ile giderilebilmektedir. Ancak yetiştiricilik aşamalarında yapılan yanlış uygulamalar, uygulayıcılara dolaylı yollardan ulaşılmakta ve oluşan olumsuzluklar zaman içerisinde kendini göstermektedir. Gelişmiş ülkelerde nüfus artışı % 0.5 düzeyinde iken gelişmekte olan ülkelerde bu oran % 2.5'e kadar çıkmaktadır (Çamurcu, 2005). Olanakların daha sınırlı olduğu gelişmekte olan ülkelerde, artan nüfusun

ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kimi zaman güvenlik ve çevre kirliliği gibi etkileri uzun süre sonra ortaya çıkabilecek konular daha az dikkate alınmakta ve bunun sonucu olarak tarımsal alanlarda kontrolsüz gübre ve ilaç kullanımı gündeme gelebilmektedir (Atılğan ve ark., 2007). Seralarda, özellikle yetiştiriciliğin yoğun olduğu sezon boyunca kimyasal gübreler çok yüksek miktarlarda kullanılmakta ve bu nedenle su kaynakları özellikle de termal bölgelerdeki sulama suları tehlikeli boyutlarda kirlenebilmektedir (Kaplan ve ark., 1999). Bu durum bazen üreticinin de dikkatinden kaçabilmekte ve uzun vadede topraklarda kirlenme kendini göstermektedir.

Bu çalışma ile Kütahya ilinin Simav yöresindeki seralarda yoğun bir şekilde üretimi yapılan domates, hıyar, patlıcan, kabak, biber vb. sebzelerin yetiştirildiği toprakların ve sulama sularının kalite özelliklerini ortaya koymak ve sonuçlarına göre gerekirse şimdiden önlemleri almak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışma kapsamında, domates ve hıyar yetiştiriciliği yapılan, toplam yüzölçümü ile 46.7 dekar alanı temsil eden Simav yöresindeki 20 ayrı seradan toprak ve su örneği alınmıştır. Toprak örnekleri, seralarda başlayan bitkisel üretim öncesi (7 Temmuz 2014) ve sonrası (13 Ekim 2014) olmak üzere iki kez; su örnekleri ise üretim başlangıcı (7 Temmuz 2014), ortası (8 Ağustos 2014) ve sonunda (13 Ekim 2014) olmak üzere üç kez alınmıştır. 1 ve 20 numaralı seraların tarımsal üretimde kullandıkları suyun aynı olması sebebiyle, su analizleri 19 örnek üzerinden yürütülmüştür. Toprak ve su örneklerinin alındığı seralara ait bazı bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Toprak ve su örneklerinin alındığı seraların genel özellikleri (Simav 4 Eylül Tarımsal Kalkınma Kooperatifi, 2014)

Table 1. General characteristics of soil and water samples taken from greenhouses (Simav 4 Eylül Tarımsal Kalkınma Kooperatifi, 2014)

Sera No	Üretici	Su Kaynağı	Su Derinliği	Sera Büyüklüğü	Yetiştirilen Ürün	Sulama Sıklığı
1	Ziya Gündem	Kendi Suyu	24 m	2800 m ²	Domates	2 günde 1
2	Osman Keldi	Kooperatif		3000 m ²	Domates	2 günde 1
3	Osman Keldi	Belediye		2000 m ²	Domates	2 günde 1
4	İbrahim Başdemir	Kendi Suyu		2800 m ²	Hıyar	2 günde 1
5	Yusuf Erdoğan	Kendi Suyu	30-35 m	1500 m ²	Domates	Her gün
6	Erdem Kahraman	Kendi Suyu	17 m	2000 m ²	Domates	Her gün
7	Murat Durukan	Belediye		2000 m ²	Hıyar	Haftada 2-3 kez
8	Yunus Altınışık	Kooperatif		1000 m ²	Domates	Her gün
9	Osman Çıbık	Kooperatif		2000 m ²	Hıyar	2 günde 1
10	Halil Kurt	Kooperatif		2000 m ²	Domates	2 günde 1
11	Eşref Çimen	Kooperatif		3500 m ²	Domates	2 günde 1
12	Şener Göker	Kooperatif		1920 m ²	Domates	2 günde 1
13	Mehmet Bulut	Kendi Suyu		2000 m ²	Domates	2 günde 1
14	Hüseyin Öztürk	Kendi Suyu	7 m	4000 m ²	Domates	2 günde 1
15	Necmettin Aslan	Kooperatif		2700 m ²	Domates	Her gün
16	Kamil Key	Kooperatif		3000 m ²	Domates	Her gün
17	Ali Key	Kooperatif		2000 m ²	Domates	Her gün
18	Mehmet Baştuğ	Kooperatif		1200 m ²	Domates	2-3 günde 1
19	Ahmet Keldi	Kooperatif		1500 m ²	Domates	2 günde 1
20	Ziya Gündem	Kendi Suyu	24 m	3800 m ²	Domates	2 günde 1

Yöntem

Laboratuvara getirilen toprak örnekleri, hava kuru hale geldikten sonra 2 mm çapındaki elekten elenip toprak analizlerine hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinin pH (Jackson, 1958) ve elektriksel iletkenlik değerleri (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954), satüre hale getirilmiş toprakta pH-metre ve EC-metre ile gerçekleştirilmiştir. Kireç analizi volümetrik (Schlichting and Blume, 1966); organik madde, modifiye edilmiş Walkley Black (Nelson and Sommer, 1982); bünye, hidrometre (Black, 1965); toplam azot (N), modifiye edilmiş Kjeldahl (Bremner, 1965); alınabilir fosfor (P), Olsen (Olsen et al., 1954); alınabilir potasyum (K), sodyum (Na), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg), 1 N NH₄OAc yöntemleri (Pratt, 1965) ile belirlenmiştir. Toprak örneklerinin alınabilir demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn) içerikleri DTPA yöntemi ile belirlenmiştir (Lindsay and Norvell, 1978). Örneklerin toplam ağır metal içerikleri ise kral suyunda (1:3 HCl:HNO₃) yaş yakımları sonrası atomik absorpsiyon spektrometrede belirlenmiştir (Kick et al., 1980). Su

örneklerinin pH ve elektriksel iletkenlik değerleri; anyon (Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻) ve katyon (Ca²⁺+Mg²⁺, Na⁺, K⁺) içeriklerine yönelik analizler Motsara and Roy (2008)'a göre gerçekleştirilmiştir. Örneklerin bor (B) analizleri ise Azomethin-H yöntemiyle belirlenmiştir (Bingham, 1982).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bünye, pH, elektriksel iletkenlik ve organik madde

Simav yöresinde belirlenen toplam 20 adet seradan alınan toprak örneklerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Genel olarak kumlu tın bünyeye sahip olan topraklar ortalama olarak %71.87 kum, % 19.94 mil ve % 8.19 kil içermektedirler. Toprakların ortalama kireç içeriği ise %1.76 ile Evliya (1964)'ya göre %1-5 arasında az kireçli olarak belirlenmiştir. Toprak örneklerinin kimyasal özelliklerinden pH ve elektriksel iletkenlik değerleri üretim öncesi sırasıyla; 4.46-7.31 ve 351-3300 $\mu\text{S cm}^{-1}$, üretim sonrası ise sırasıyla; 5.53-7.63 ve 514-3550 $\mu\text{S cm}^{-1}$ aralığında değişmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Sera topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 2. Some physical and chemical properties of greenhouse soils

Sera No	Üretim Sezonu Öncesi						Üretim Sezonu Sonrası				
	Kum (%)	Mil (%)	Kil (%)	Bünye sınıfı	pH	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Org.Madde (%)	Kireç (%)	pH	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Org.Madde (%)
1	68.12	18.64	13.24	Kumlu Tın	6.27	2590	2.00	1.44	7.3	1805	2.14
2	77.12	16.64	6.24	Tınlı Kum	6.29	2100	4.24	1.37	7.2	1342	6.12
3	75.12	17.64	7.24	Kumlu Tın	6.12	1020	3.04	1.14	7.29	716	3.23
4	67.12	21.64	11.24	Kumlu Tın	7.31	1190	2.99	5.09	7.63	1540	1.88
5	83.12	13.64	3.24	Tınlı Kum	5.38	751	1.11	1.06	6.7	974	1.49
6	81.12	15.64	3.24	Tınlı Kum	4.46	954	1.73	0.99	6.11	1315	0.77
7	65.12	22.64	12.24	Kumlu Tın	7.3	761	4.55	4.63	7.46	1005	3.46
8	77.12	15.64	7.24	Kumlu Tın	6.46	855	3.72	1.67	6.25	3550	3.22
9	77.12	15.64	7.24	Kumlu Tın	6.64	2000	2.55	1.52	6.17	2090	2.49
10	72.12	18.64	9.24	Kumlu Tın	5.82	1684	1.92	1.22	6.33	760	0.84
11	73.12	16.64	10.24	Kumlu Tın	7.05	928	1.92	3.19	7.35	840	1.64
12	71.12	20.64	8.24	Kumlu Tın	6.23	826	2.11	0.99	5.6	971	0.77
13	69.12	21.64	9.24	Kumlu Tın	6.21	2450	1.26	0.99	6.52	1108	1.56
14	85.12	3.64	11.24	Tınlı Kum	5.15	1184	1.79	0.84	5.65	1361	1.94
15	82.12	12.64	5.24	Tınlı Kum	6.86	772	1.44	1.37	6.55	514	1.03
16	70.12	24.64	5.24	Kumlu Tın	6.46	3300	2.37	1.37	6.18	895	0.94
17	63.12	29.64	7.24	Kumlu Tın	7.05	1608	3.69	1.44	7.02	1426	2.65
18	76.12	15.64	8.24	Kumlu Tın	6.31	2390	2.53	2.74	6.89	2620	1.47
19	71.12	19.64	9.24	Kumlu Tın	7.02	514	1.96	1.14	6.66	753	1.90
20	33.12	57.64	9.24	Milli Tın	6.07	351	2.51	0.99	5.53	1476	1.74
Ort.	71.87	19.94	8.19	Kumlu Tın	6.32	1411	2.47	1.76	6.62	1353	2.06
V.K.	15.22	51.60	33.45	-	11.48	57.40	39.00	68.75	9.68	53.62	61.00
S.S.	10.94	10.29	2.74	-	0.72	810.22	0.96	1.21	0.64	725.53	1.30
Min.	33.12	3.64	3.24	-	4.46	351	1.11	0.84	5.53	514	0.77
Mak.	85.12	57.64	13.24	-	7.31	3300	4.55	5.09	7.63	3550	6.12

Ort: Ortalama; V.K.: Varyasyon Katsayısı; S.S.: Standart Sapma; Min.: Minimum; Mak.: Maksimum

Toprakların üretim sezonu öncesi pH değerleri USDA (1998)'ya göre sınıflandırıldığında; % 45'inin hafif asit (pH: 6.1-6.5), % 30'unun nötr (pH: 6.6-7.3), %10'unun kuvvetli asit (pH: 5.1-5.5), % 5'inin çok kuvvetli asit (pH: 4.5-5.0), %5'inin orta asit (pH: 5.6-6.0) ve %5'inin hafif alkali (pH: 7.4-7.8) reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Üretim sezonu sonrası bu dağılım,

toprakların %45'inin nötr, %20'sinin hafif alkali, %20'sinin hafif asit ve %15'inin orta asit reaksiyon şeklinde değişmiştir. Böylece toprak örneklerinin pH değerleri % 4.40 ile % 24 arasında bir değişim göstermiş olup en çok değişim, düşük pH değerlerinin artışı şeklinde gerçekleşmiştir. Vegetasyon dönemi boyunca yapılan gübreleme faaliyetleri ile toprakların pH

değerlerinde yükselme gerçekleşmiştir. Çoğunlukla domates yetiştiriciliği yapılan Simav yöresi sera topraklarının ortalama pH değeri (6.47), Ata (2015)'ya göre domates bitkisinin gelişebilmesi için gereken pH sınır değerleri (5-7) arasında bulunmaktadır. Bu bilgiler ışığı altında değerlendirme yapıldığında bu çalışmada Simav yöresi sera toprak reaksiyonlarının sebze yetiştiriciliği açısından uygun olduğu görülmektedir. Toprak elektriksel iletkenlik değerlerini incelediğimizde düşük elektriksel iletkenlik gösteren topraklar üretim sonunda daha fazla tuzlanmış ve bu oran % 7.50 ile % 46 ile arasında değişim göstermiştir. Üretim öncesi toprakların elektriksel iletkenlik değerleri USDA (2002)'ya göre sınıflandırıldığında, toprakların % 70'inin tuzluluk göstermediği (0–2000 $\mu\text{S cm}^{-1}$), % 30'unun ise hafif tuzluluk gösterdiği belirlenmiştir (2000–4000 $\mu\text{S cm}^{-1}$). Üretim sonrası ise sera topraklarının % 85'i tuzluluk göstermezken, % 15'inin hafif tuzluluk gösterdiği belirlenmiştir. Bu veriler dikkate alındığında; 4-5-6-7-9-12-14-18-19 numaralı seralarda toprakların tuz içeriği üretim sonrasında az da olsa artarken, 8 ve 20 numaralı seralardaki toprakların tuz içeriği çok fazla olarak analiz edilmiştir. Bu durum büyük olasılıkla toprağa üreticiler tarafından ilave edilen yapay veya doğal gübrelere kaynaklanmaktadır. Buna karşılık 1-2-3-11-15-17 numaralı sera topraklarının tuz içeriği üretim sonrası düşerken, 13 ve 16 numaralı sera topraklarında düşüş çok belirgin olmuştur. Bu azalma ise toprakların bol

sulama suyu uygulanması sonucu yıkanması ile açıklanabilir. Akay ve Kaplan (1995) tarafında yapılan çalışmada hıyar ve domates yetiştirilen sera topraklarının tuz içeriklerinin dönemsel değişimi incelenmiş ve toprakların tuz içeriğinin yetiştirme dönemi boyunca arttığı belirlenmiştir. Tuz içeriğinin artmasının nedeni olarak da gübre uygulamaları gösterilmiştir. Sebzeler genel olarak tuza hassas bitkilerdir (Moltay et al., 1995). Domates, sulama suyunun ve toprağın tuzluluğunu sevmeyen, yüksek tuzluluktan zarar gören bir bitkidir (Çolakoğlu, 1985). Çoğunlukla domates yetiştiriciliği yapılan yörede, sera topraklarında tuzluluk yönünden bir sorun olmadığı belirlenmiştir.

Birinci ve ikinci toprak örneklerinin organik madde içerikleri sırasıyla; %1.11-4.55 ve 0.77-6.12 aralığında değişim göstermiştir. Üretim öncesi toprakların %60'ının orta (%2-5) ve %40'ının az düzeyde (%1-2) organik madde içerdiği belirlenmiştir. Üretim sonrası bu durum çeşitlenmiş ve toprakların %45'inin az, % 30'unun orta, %20'sinin çok az ve %10'unun fazla düzeyde (%5-10) organik madde içerdiği analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre sera topraklarının genel olarak organik madde içeriklerinin yetersiz olduğunu söylemek mümkündür.

Makro besin elementleri (Na, K, Ca, Mg)

Sera topraklarının üretim sezonu öncesi ve sonrası makro besin elementi içerikleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Sera topraklarının alınabilir makro element içerikleri
Table 3. Available macro nutrients of greenhouse soils

Sera No	Üretim Sezonu Öncesi				Üretim Sezonu Sonrası			
	Na	K	Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg
	(mg kg ⁻¹)				(mg kg ⁻¹)			
1	235	745	1382	355	158	624	2151	330
2	203	867	1234	310	170	604	2469	307
3	87	236	1283	238	125	217	1951	218
4	110	323	2270	285	195	237	2867	275
5	83	47	691	125	144	69	1613	155
6	92	504	691	140	144	346	1115	150
7	83	244	2122	323	89	297	2788	305
8	97	386	1184	340	265	901	2071	324
9	120	331	1135	329	146	574	1513	308
10	101	244	987	280	91	138	1115	257
11	120	299	2171	360	93	178	2111	342
12	69	165	987	205	105	208	1115	219
13	383	252	1678	366	170	217	1673	324
14	184	141	888	258	152	208	1414	250
15	92	130	592	187	60	89	1115	181
16	406	1182	1135	421	177	346	956	403
17	175	559	1777	403	152	594	2190	381
18	277	563	2073	340	220	554	2748	314
19	18	323	1530	233	93	138	1872	226
20	323	867	1875	444	97	554	1155	411
Ort.	162.9	420.8	1384	297.1	142.3	355.1	1800	284
V.K.	66.8	70.3	38	29.9	35.1	64.3	34.2	26.7
S.S.	109.2	296	526.7	88.9	50.1	228.6	616.5	284
Min.	18	47	592	125	60	69	955	150
Mak.	406	1182	2270	444	265	901	2867	411

Ort: Ortalama; V.K.: Varyasyon Katsayısı; S.S.: Standart Sapma; Min.: Minimum; Mak.: Maksimum

Üretim sezonu öncesi toprakların alınabilir sodyum içerikleri 18-406 mg kg⁻¹, üretim sezonu sonrası 60-265 mg kg⁻¹ aralığında gözlenmiştir. Üretim öncesinde toprakların alınabilir sodyum içerikleri Pratt (1965)'a göre sınıflandırıldığında; % 70'inin orta (68-230 mg kg⁻¹), % 25'inin çok yüksek (230-460 mg kg⁻¹); % 5'inin çok düşük (<34 mg kg⁻¹) düzeyde alınabilir sodyum içerdiği analiz edilmiştir. Bu dağılım üretim sezonu sonrasında %90 orta, %5 çok yüksek ve %5 düşük seviyede alınabilir sodyum içeriği şeklinde gerçekleşmiştir. Bu da sera topraklarının alınabilir sodyum elementi bakımından şu an için herhangi bir tehlike yaratmadığını göstermektedir. Maltaş ve Kaplan (2015) örtüaltı güzlük domates bitkilerinin beslenme durumlarının belirlenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmada topraklarının alınabilir sodyum içeriklerini 0.10-2.49 me 100 g⁻¹ arasında olduğunu ve Kacar (1962)'a göre sınıflandırıldığında sera topraklarının %62.2'sinin orta düzeyde alınabilir sodyum içerdiği, %12.6'sının da yüksek ve çok yüksek düzeyde alınabilir sodyum içerdiğini belirlemişlerdir.

Toprakların alınabilir potasyum içeriği ilk örneklemede 47-1182 mg kg⁻¹; ikinci örnekleme sonucunda ise 69-901 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. Alınabilir potasyum değerleri Fawzi and El Fouly (1980)'e göre sınıflandırıldığında sınıflandırıldığında, ilk örneklemede toprakların %35'inin çok yüksek (>400 mg kg⁻¹), %20'sinin yüksek (300-400 mg kg⁻¹), % 20'sinin yeterli (200-300 mg kg⁻¹), %15'inin yetersiz (<150 mg kg⁻¹) ve %5'inin düşük seviyede alınabilir potasyum içerdiği belirlenmiştir. Bu dağılım üretim sonrası; %35 çok yüksek, %30 yeterli, %20 yetersiz ve %5 düşük düzeyde alınabilir potasyum içeriği olarak bulunmuştur. Topraklarda potasyum elementi genelde üretim sonrası bir azalma eğilimi göstermiştir. Potasyum elementi bitkiler tarafından çok fazla miktarda kaldırılan bir makro besin maddesidir. Yedek besin maddelerinin depolanması, şeker ve nişastanın oluşumu ve taşınması, protein sentezi, soğuğa dayanıklılık vb. gibi birçok metabolik olaylarda faaliyet gösterir (Manga ve ark., 1995; Açıkgöz, 2001). Bazı sera topraklarında çok az da olsa (5-7-8-9-12-14 ve 17 no'lu seralarda) genel olarak hafif bir artış analiz edilmiştir. Bu durumun aşırı gübre uygulamalarından da kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yapılan çeşitli araştırmalarda da, toprakların alınabilir potasyum kapsamının gübreleme ile arttığı ve kimyasal özelliklerinin geliştiği belirtilmiştir (N'dayegamiye and Cote, 1989; Press et al., 1996; Shen et al., 1996; Çerçioğlu ve ark., 2010). Sera topraklarının alınabilir kalsiyum içerikleri üretim öncesi ve sonrası sırasıyla; 592-2270 mg kg⁻¹ ve 955-2867 mg kg⁻¹ değerleri arasında değişmiştir. Üretim başında, toprakların % 45'i düşük (714-1428 mg kg⁻¹), % 30'u orta (1428-2143 mg kg⁻¹), % 15'i çok düşük (<714 mg kg⁻¹) ve

%10'u yüksek (2143-2857 mg kg⁻¹) kalsiyum değerlerine sahipken; üretim sonunda bu dağılım % 35 düşük, % 35 orta, %25 fazla ve %5 çok fazla (>2857) şeklinde değişim göstermiştir (Pratt, 1965). Kalsiyum elementi genelde sera topraklarında artış göstermiştir. Bu artış miktarının da mutlaka izlenmesi gereklidir. Özellikle seralarda kalsiyum elementi bazı mikro elementlerin alınımını engelleyeceği için dikkatli olunmalıdır. Kalsiyum elementinin özellikle fosfor, potasyum, magnezyum ve mikro elementlerle interaksiyona girdiği yapılan birçok çalışma ile ortaya konulmuştur (Fageria, 2001). Toprakların alınabilir magnezyum içerikleri ise üretim öncesi ve sonrası sırasıyla; 125-444 mg kg⁻¹ ve 150-411 mg kg⁻¹ arasında değiştiği gözlenmiştir. Birinci örneklemede toprakların alınabilir magnezyum içerikleri Pratt (1965)'a göre sınıflandırıldığında; %60'ının yüksek (160-350 mg kg⁻¹), %30'unun çok yüksek (>350 mg kg⁻¹) ve %10'unun da orta düzeyde magnezyum içerdikleri belirlenmiştir. İkinci toprak örneklerinin de; %75 yüksek, %15 çok yüksek ve %10 orta düzeyde alınabilir Mg içerdiği gözlemlenmiştir. Toprakların magnezyum elementi içeriklerinde çok fazla bir değişim analiz edilmemiştir. Benzer bulgular Kaplan ve ark. (1995) ile Sönmez ve Kaplan (2007) tarafından da bildirilmiştir.

Toplam azot ve alınabilir fosfor

Araştırılan toprak örneklerinin toplam azot ve alınabilir fosfor elementi analiz sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Toprakların toplam azot içeriklerinin üretim öncesi ve sonrası olmak üzere sırasıyla; %0.084-0.280 ve %0.078-0.347 arasında değiştiği belirlenmiştir. Sera topraklarının üretim sezonu öncesi toplam azot içeriği sınıflandırması yapıldığında (Kovancı, 1985); %60'ının zengin (%0.15<), %30'unun iyi (%0.1-0.15) ve %10'unun orta düzeyde (%0.05-0.1) azot içerdiği belirlenmiştir. Bu dağılım üretim sezonu sonrası; % 35 zengin, %45 iyi ve %20 orta düzeyde azot içeriği şeklinde değişmiştir. Toprakların azot içerikleri bitkisel üretim sonunda zengin olan topraklarda düşüş gösterirken orta ve iyi olan topraklarda ise az da olsa artış göstermiştir. Toprakların alınabilir fosfor içerikleri (NaH₂CO₃ ile ekstrakte edilmiş), üretim sezonu başında ve bitiminde sırasıyla; 30.6-228.7 mg kg⁻¹ ve 25.2-127.3 mg kg⁻¹ aralığında değişim göstermiştir. Sillanpää (1990)'a göre; ürün yetiştirme öncesi toprakların % 80'i çok fazla (>80 mg kg⁻¹), % 20'si ise fazla düzeyde (25-80 mg kg⁻¹) alınabilir fosfor içerdiği belirlenmiştir. Bu durum, üretim sonunda % 60 oranında fazla ve %40 oranında çok fazla fosfor içeriği şeklinde dağılım göstermiştir. Sera topraklarındaki fosfor miktarının üretim sonrası bile fazla düzeylerde analiz edilmesi gübreleme uygulamalarının bilimsellikten uzak bir şekilde yapıldığının da göstergesidir.

Çizelge 4. Sera topraklarının toplam N ve alınabilir P içerikleri**Table 4.** Total N and available P contents of greenhouse soils

Sera No	Üretim Sezonu Öncesi		Üretim Sezonu Sonrası	
	N (%)	P (mg kg ⁻¹)	N (%)	P (mg kg ⁻¹)
1	0.157	174.8	0.123	98.9
2	0.280	187.4	0.347	127.3
3	0.179	148.3	0.179	88.3
4	0.157	115.1	0.129	50.4
5	0.123	41.0	0.095	27.8
6	0.129	182.0	0.084	50.8
7	0.179	215.6	0.157	107.7
8	0.213	228.7	0.218	116.7
9	0.224	157.4	0.207	109.4
10	0.118	83.3	0.084	66.8
11	0.118	170.4	0.101	68.6
12	0.095	30.6	0.146	58.4
13	0.112	110.4	0.129	38.0
14	0.084	82.1	0.106	52.0
15	0.112	51.6	0.078	25.2
16	0.168	208.0	0.106	82.5
17	0.252	215.3	0.196	79.0
18	0.168	142.5	0.151	44.1
19	0.151	74.0	0.118	46.1
20	0.185	169.3	0.129	89.5
Ort.	0.160	139.4	0.145	71.3
V.K.	32.6	44.6	43.7	42.5
S.S.	0.06	62.1	0.06	30.3
Min.	0.084	30.6	0.078	25.2
Mak.	0.280	228.7	0.347	127.3

Ort: Ortalama; V.K.: Varyasyon Katsayısı; S.S.: Standart Sapma; Min.: Minimum; Mak.: Maksimum

Alınabilir mikro besin elementleri (Fe, Cu, Mn ve Zn)

Sera topraklarının alınabilir mikro besin elementlerine ait analiz sonuçları Çizelge 5'de sunulmuştur. Birinci ve ikinci toprak örneklemeinde belirlenen alınabilir demir içerikleri (DTPA-dietilen triamin pentaasetik asit ile ekstrakte edilebilir) sırasıyla; 8.6-59.6 ve 6.4-32.5 mg kg⁻¹ aralığında değişmiştir. Bu toprakların demir içerikleri Lindsay and

Norvell (1978)'e göre yeterli (>4.5 mg kg⁻¹) olarak sınıflandırılabilir. Toprakların bakır içeriklerinin üretim öncesi ve sonrası sırasıyla; 0.3-34.7 ve 0.4-25.8 mg kg⁻¹ aralığında değiştiği analiz edilmiştir. Alınabilir bakır analiz sonuçlarının tamamı Lindsay and Norvell (1978)'e göre sınıflandırıldığında bitki besin elementinden yararlanılabilecek yeterlilik sınırının üstünde (>0.2 mg kg⁻¹) olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 5. Sera topraklarının alınabilir mikro element içerikleri**Table 5.** Available micro nutrient contents of greenhouse soils

Sera No	Üretim Sezonu Öncesi				Üretim Sezonu Sonrası			
	Fe	Cu	Zn	Mn	Fe	Cu	Zn	Mn
	(mg kg ⁻¹)				(mg kg ⁻¹)			
1	22.8	1.9	0.6	69.0	11.3	1.1	5.4	19.3
2	22.2	24.8	0.5	20.2	6.4	7.6	4.8	7.0
3	58.9	34.7	0.3	39.8	14.4	25.8	5.5	5.4
4	20.0	23.8	1.1	23.4	23.7	24.7	8.5	15.2
5	59.7	2.2	0.3	28.7	20.0	4.3	2.8	12.1
6	40.1	3.8	1.3	125.6	21.9	1.8	3.9	31.5
7	28.0	15.3	0.7	24.0	20.0	12.7	4.0	2.6
8	23.3	9.9	3.3	43.9	17.3	8.9	4.6	42.5
9	17.0	1.7	0.5	17.7	17.1	2.4	5.1	33.6
10	33.6	2.4	0.3	43.3	19.0	2.7	2.3	55.5
11	17.3	5.0	0.3	30.5	15.5	3.0	4.6	6.9
12	16.7	1.0	0.1	33.6	18.0	0.8	1.8	33.0
13	16.8	4.4	0.4	41.4	15.0	8.7	6.5	34.0
14	49.2	3.1	0.4	53.6	28.2	3.4	4.7	64.9
15	8.6	0.4	0.2	22.2	15.3	0.4	3.4	11.0
16	21.5	2.6	0.3	46.8	26.0	2.2	4.6	39.2
17	16.7	4.8	0.6	38.4	17.0	5.2	4.1	6.5
18	11.0	1.4	0.5	34.4	14.9	7.8	6.3	27.9
19	15.0	0.9	0.2	24.9	31.4	3.7	4.5	20.9
20	10.3	1.0	0.4	35.3	32.5	2.7	6.7	67.8
Ort.	25.4	7.26	0.62	39.8	19.2	6.5	4.7	26.8
V.K.	59.8	133.7	113.2	59.6	33.9	110.5	33.3	73.7
S.S.	15.2	9.6	0.6	23.7	6.5	7.1	1.5	19.7
Min.	8.6	0.3	0.1	17.7	6.4	0.4	1.8	2.6
Mak.	59.6	34.7	3.3	125.6	32.5	25.8	8.5	67.8

Ort: Ortalama; V.K.: Varyasyon Katsayısı; S.S.: Standart Sapma; Min.: Minimum; Mak.: Maksimum

Üretim öncesinde toprakların çinko içerikleri 0.1 ile 3.3 mg kg⁻¹ aralığında değişmiştir. Üretim sonrası ise 1.8 ile 8.5 mg kg⁻¹ arasında değişen çinko değerleri belirlenmiştir. Lindsay and Norvell (1978)'e göre; üretim sezonu öncesi toprakların % 55'i düşük miktarda (<0.5 mg kg⁻¹) ve bitkide eksiklik belirtilerinin gözlenebileceği seviyelerde çinko içermekte olup bu toprakların % 30'u orta (0.5-1 mg kg⁻¹), % 15'i de fazla miktarda (>1 mg kg⁻¹) alınabilir çinko içeren topraklar olarak dağılım göstermiştir. Üretim öncesi toprakların çinko içeriklerinin düşük miktarda olması, çinko ile kireç ve fosfor arasındaki antagonistik ilişkiden ve yetersiz düzeydeki çinkolu gübre uygulamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Toprak örneklerinin alınabilir mangan içeriği üretim öncesi ve sonrası olmak üzere sırasıyla; 17.7-125.6 mg kg⁻¹ ve 2.6-67.8 mg kg⁻¹ değerleri arasında değişim göstermiştir. Alınabilir mangan sonuçları Lindsay and Norvell (1978)'e göre sınıflandırıldığında örneklerin tamamının yeterli (>1.2 mg kg⁻¹) sınıfına dâhil olduğu ve mangan bakımından bir beslenme sorununun bulunmadığı gözlenmiştir. Kaplan ve ark. (1995), Kumluca ve Finike yöreleri domates seraları toprak örneklerinin alınabilir mangan içerikleri yönünden yeterli olduğunu belirlemiştir. Sönmez ve Kaplan (2007), ise toprak örneklerinin alınabilir mangan içeriklerinin 0-20 cm toprak derinliğinde 2.7-11.3 ppm ve 20-40 cm toprak derinliğinde 1.9-13.8 ppm arasında değiştiğini ve yeterli sınıfa dahil olduğunu belirlemiştir.

Toprakların toplam ağır metal içerikleri

Sera topraklarının ağır metal içerikleri, vejetasyon sonunda alınan toprak örnekleri üzerinden belirlenmiştir (Çizelge 6). Bu seçimin temel sebebi, sera gibi kapalı bir sistemde ağır metal bulaşıklığının ancak gübreler ve sulama sularından kaynaklanabilmesi ve bu bulaşıklığın birikimi sonucu, ağır metallerin toksik etkilerinin tarımsal üretimde olumsuzluklara yol açması durumunun kısa dönemde gözlenememesidir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2015) tarafından belirlenen ağır metal konsantrasyonlarının sınır değerleri Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelge 6'ya göre, 7 numaralı sera toprağının (pH:7.46), 162.3 mg kg⁻¹ toplam krom konsantrasyonu ile sınır değeri (100 mg kg⁻¹) aştığı gözlenmektedir. 4 numaralı (pH:7.63) ve 7 numaralı sera topraklarının toplam nikel konsantrasyonu sırasıyla; 103.3 ve 104.6 mg kg⁻¹ ile belirlenen sınır değerini (100 mg kg⁻¹) aştığı analiz edilmiştir. 4 ve 7 numaralı sera toprakları dışında toplam ağır metal konsantrasyonlarına ait belirlenmiş herhangi bir sınır değeri aşan üretici toprağı bulunmamaktadır. Özkan (2008), domates seralarında yürüttüğü tez çalışmasında toprakların Cd içeriklerinin 0.49-2.61 mg kg⁻¹, Ni içeriklerinin 22-244.1 mg kg⁻¹ ve Pb içeriklerinin 2.94-23.9 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini belirlemiştir.

Çizelge 6. Sera topraklarının toplam ağır metal içerikleri
Table 6. Total heavy metal contents of greenhouse soils

Sera No	Cr	Cd	Co	Pb	Ni
	(mg kg ⁻¹)				
1	43.3	0.20	12.7	57.0	34.0
2	44.2	0.28	10.4	46.3	27.1
3	44.9	0.18	9.3	55.8	33.7
4	82.0	1.03	18.9	45.2	103.3
5	33.8	0.03	6.3	26.7	22.8
6	32.2	0.15	8.2	66.2	28.7
7	162.3	0.25	18.5	93.3	104.6
8	39.1	0.35	8.0	68.3	30.7
9	48.5	0.15	10.1	54.0	48.9
10	30.4	0.17	9.8	56.2	30.9
11	40.3	0.12	8.9	31.0	68.3
12	23.9	0.27	8.4	55.2	28.1
13	40.2	0.27	10.1	63.8	21.2
14	35.4	0.30	8.8	54.5	33.7
15	31.7	0.15	4.3	31.7	23.2
16	30.7	0.13	5.2	31.0	24.8
17	54.4	0.38	10.6	67.7	38.5
18	49.3	0.43	11.8	74.0	41.9
19	38.0	0.83	6.6	58.0	34.0
20	37.4	0.20	7.0	55.8	33.3
Ort.	47.1	0.29	9.7	54.6	40.6
V.K.	63.1	155.8	38.1	29.8	59.3
S.S.	29.7	0.7	3.73	16.3	24.0
Min.	23.9	0.03	4.3	31.0	21.2
Mak.	82.0	1.03	18.9	93.3	104.6

Ort: Ortalama; V.K.: Varyasyon Katsayısı; S.S.: Standart Sapma; Min.: Minimum; Mak.: Maksimum

Çizelge 7. Toprakta izin verilebilir ağır metal sınır değerleri (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015)

Table 7. Limit values of heavy metals in soil (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015)

Ağır Metal (Toplam)	6≤pH<7	pH≥7
	(mg kg ⁻¹)	
Pb	70	100
Cd	1	1.5
Cr	60	100
Cu	50	100
Ni	50	70
Zn	150	200
Hg	0.5	1

Su örneklerinin kimyasal özellikleri

Üretim sezonu öncesi, ortası ve sonrası alınan sulama suyu örneklerinin kimyasal özellikleri sırasıyla Çizelge 8, 9 ve 10'da verilmiştir. Su örneklerinde belirlenen pH değerleri, 6.48 ile 7.66 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 8, 9, 10). Ortalama pH değeri ise 7.13'dür. Sulama suları için 6.5-8.4 pH aralığı sorun yaratmamaktadır (Ayers and Wescot, 1989). Araştırma konusu suların tamamında pH ortalama değeri standart değerler arasında olduğundan kullanılabilir sulama suyu sınıfına girmektedir. Sulama sularında pH değerinin sınır değerlerden farklı olması bitkilerde dengesiz beslenme veya toksik maddelerin birikimine neden olmaktadır (Kanber ve ark., 2003).

Çizelge 8. Sera sulama sularının kimyasal özellikleri (1. dönem)**Table 8.** Chemical characteristics of greenhouse irrigation water (1. period)

Sera No	pH	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	TK (me l ⁻¹)	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	TA	SAR	RSC	B (mg kg ⁻¹)
1	6.74	540	1.22	0.13	3.90	5.26	2.70	1.50	1.14	5.34	0.88	-	0.18
2	6.92	616	1.58	0.18	4.36	6.13	3.90	1.00	1.23	6.13	1.07	-	0.28
3	7.17	621	1.49	0.16	4.56	6.21	5.10	1.00	0.05	6.15	0.99	-	0.07
4	7.5	623	0.57	0.13	5.43	6.13	4.00	1.00	1.10	6.10	0.34	-	0.07
5	6.48	502	1.00	0.16	3.85	5.01	2.79	1.00	1.14	4.93	0.72	-	0.43
6	6.85	744	1.25	0.60	5.55	7.41	5.20	1.00	1.10	7.30	0.75	-	0.34
7	7.46	621	0.58	0.13	5.40	6.11	4.81	1.25	0.05	6.11	0.35	-	0.17
8	7.41	617	1.55	0.18	4.43	6.17	3.84	1.00	1.23	6.07	1.04	-	0.28
9	6.89	630	1.58	0.18	4.45	6.22	3.95	1.00	1.23	6.18	1.06	-	0.23
10	7.45	626	1.60	0.18	4.40	6.18	3.69	1.25	1.23	6.17	1.08	-	0.21
11	7.31	620	1.58	0.18	4.33	6.10	3.97	1.00	1.23	6.20	1.08	-	0.23
12	7.07	629	1.55	0.18	4.50	6.24	3.95	1.00	1.23	6.18	1.04	-	0.26
13	6.6	678	1.43	0.21	4.91	6.56	3.60	2.00	1.15	6.75	0.91	-	0.55
14	6.8	538	1.28	0.11	3.95	5.34	2.76	1.50	1.12	5.38	0.91	-	0.20
15	6.65	618	1.57	0.45	4.12	6.13	3.14	1.25	1.23	5.62	1.09	-	0.51
16	6.61	606	1.57	0.18	4.28	6.03	3.24	1.50	1.23	5.97	1.07	-	0.24
17	7.11	612	1.57	0.24	4.20	6.00	3.32	1.50	1.23	6.05	1.08	-	0.26
18	6.8	616	1.57	0.18	4.38	6.13	3.00	1.75	1.23	5.98	1.06	-	0.51
19	6.83	621	1.58	0.18	4.45	6.22	3.41	1.50	1.23	6.14	1.06	-	0.30
Ort.	6.98	614.6	1.37	0.21	4.50	6.08	3.70	1.26	1.07	6.04	0.93	-	0.28
V.K.	4.6	8.2	23.7	56.8	10.9	8.2	19.8	24.2	33.8	8.3	24.9	-	48.6
S.S.	0.3	50.4	0.3	0.1	0.5	0.5	0.7	0.3	0.3	0.5	0.2	-	0.13
Min.	6.48	502	1.60	0.11	3.85	5.01	2.70	1.00	0.05	4.93	0.34	-	0.07
Mak.	7.50	744	0.57	0.60	5.55	7.41	5.20	2.00	1.23	7.30	1.09	-	0.55

TK: Toplam Katyon; TA: Toplam Anyon; Ort: Ortalama; V.K.: Varyasyon Katsayısı; S.S.: Standart Sapma; Min.: Minimum; Mak.: Maksimum

Çizelge 9. Sera sulama sularının kimyasal özellikleri (2. dönem)**Table 9.** Chemical characteristics of greenhouse irrigation water (2. period)

Sera No	pH	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	TK (me l ⁻¹)	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	TA	SAR	RSC	B (mg kg ⁻¹)
1	6.72	515	1.27	0.04	3.75	5.05	2.63	1.24	1.1	4.97	0.92	-	İZ
2	7.41	598	1.61	0.05	4.20	5.86	3.40	1.24	1.18	5.82	1.11	-	0.23
3	7.19	612	0.62	0.04	5.30	5.95	4.95	0.99	0.06	6.01	0.38	-	0.02
4	7.25	610	0.62	0.04	5.245	5.91	4.68	1.24	1.12	7.04	0.38	-	İZ
5	7.21	478	1.03	0.05	3.54	4.62	2.60	0.99	1.08	4.67	0.78	-	İZ
6	6.98	777	1.28	0.16	6.20	7.64	4.90	1.74	1.1	7.74	0.73	-	0.46
7	6.92	614	1.31	0.05	4.60	5.96	4.80	1.24	0.06	6.10	0.87	-	0.29
8	7.09	605	1.57	0.04	4.30	5.92	4.08	0.74	1.2	6.02	1.07	-	0.61
9	6.66	605	1.57	0.05	4.35	5.97	3.55	1.24	1.2	5.99	1.07	-	0.09
10	7.58	609	1.57	0.05	4.35	5.97	3.53	1.24	1.18	5.95	1.07	-	0.06
11	6.94	607	1.54	0.05	4.30	5.89	3.71	0.99	1.14	5.84	1.05	-	0.02
12	7.01	606	1.61	0.05	4.28	5.94	3.55	1.24	1.18	5.97	1.10	-	0.17
13	6.81	672	1.45	0.06	5.12	6.63	3.95	1.49	1.15	6.59	0.91	-	0.76
14	7.54	554	1.34	0.02	4.05	5.42	2.80	1.49	1.15	5.44	0.94	-	0.10
15	6.74	608	1.62	0.06	4.30	5.98	3.30	1.49	1.11	5.90	1.11	-	0.22
16	7.27	588	1.61	0.06	4.08	5.74	3.65	0.99	1.15	5.79	1.12	-	0.13
17	7.66	593	1.48	0.04	4.25	5.78	3.40	1.24	1.25	5.89	1.02	-	0.31
18	7.19	607	1.61	0.05	4.28	5.94	3.80	0.99	1.23	6.02	1.10	-	0.19
19	7.03	600	1.61	0.05	4.20	5.86	4.00	0.74	1.2	5.94	1.11	-	0.08
Ort.	7.12	603	1.39	0.05	4.46	5.90	3.75	1.19	1.04	5.98	0.94	-	0.23
V.K.	4.1	9.7	22.7	49.0	13.8	9.9	18.9	21.5	33.4	10.9	24.4	-	108.2
S.S.	0.3	58.4	0.3	0.03	0.6	0.6	0.7	0.3	0.3	0.7	0.2	-	0.21
Min.	6.66	478	0.617	0.025	3.54	4.62	2.60	0.74	0.06	4.67	0.38	-	0
Mak.	7.66	777	1.621	0.156	6.20	7.64	4.95	1.74	1.25	7.74	1.12	-	0.76

TK: Toplam Katyon; TA: Toplam Anyon; Ort: Ortalama; V.K.: Varyasyon Katsayısı; S.S.: Standart Sapma; Min.: Minimum; Mak.: Maksimum

Sulama sularının U.S. Salinity Laboratory (1954) sınıflandırma sistemine göre, seralarda kullanılan ve farklı kaynaklardan elde edilen sulama suları içerisinde yalnızca 6 numaralı üreticinin kullandığı kuyu suyu, tuzluluk ($750-2000 \mu\text{S cm}^{-1}$) ve sodyum adsorpsiyon oranı (0-10 SAR) sınıfları ile C3S1 sınıfı sulama sularına dahildir. Geri kalan sulama suyu örneklerinin tuzluluk ve SAR sınıfları sırasıyla $250-750 \mu\text{S cm}^{-1}$ ve

0-10 SAR ile bu örneklerin tamamının C2S1 sınıfı sulama suları olduğu belirlenmiştir. Bor, bitkilerin beslenmesinde esas element olmasına rağmen sulama sularında 0.5 mg kg^{-1} 'den fazla konsantrasyonları bazı bitkilere zararlı olabilir. Bor konsantrasyonu 4 mg kg^{-1} 'den fazla olan sulama suları bütün bitkilere toksiktirler (Ayyıldız, 1983). İncelenen su örneklerinin bor sonuçlarının iz ile 0.76 mg kg^{-1} konsantrasyonları

(Çizelge 8, 9, 10) arasında olduğu ve genelde 1.sınıf (çok iyi) ve 2. Sınıf (iyi) sulama suyu sınıfı olduğu için sulama suyu olarak kullanımında bor açısından bir sakınca olmadığı gözlenmiştir. Üreticiler tarafından kullanılan sulama sularının yağmurlama, damlama ya

da salma sulama ile verilmesinde içerdikleri anyon ve kationlar açısından bir sakınca yoktur. Scofield (1935)'e göre Cl^- ve SO_4^{2-} anyonları bakımından tüm dönemlerin sulama suları, çok iyi ($<4 me l^{-1}$) sulama suyu sınıfındadır.

Çizelge 10. Sera sulama sularının kimyasal özellikleri (3. dönem)

Table 10. Chemical characteristics of greenhouse irrigation water (3.period)

Sera No	pH	EC ($\mu S cm^{-1}$)	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	TK (me l ⁻¹)	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	TA	SAR	RSC	B (mg kg ⁻¹)
1	7.00	602	1.29	0.05	4.65	5.99	3.75	0.99	1.10	5.84	0.84	-	0.28
2	7.25	612	1.44	0.11	4.40	5.95	3.50	1.24	1.15	5.89	0.97	-	0.10
3	7.25	615	1.09	0.14	4.88	6.11	5.10	0.99	0.06	6.15	0.69	-	0.16
4	7.44	633	0.99	0.05	5.20	6.24	5.00	1.24	1.10	7.34	0.62	-	0.28
5	7.30	495	1.03	0.10	3.83	4.96	2.50	1.24	1.14	4.88	0.74	-	0.22
6	7.28	634	1.04	0.38	4.70	6.12	4.49	0.74	1.05	6.28	0.68	-	0.20
7	7.39	636	1.07	0.09	5.20	6.36	4.98	1.24	0.06	6.28	0.66	-	0.24
8	7.30	635	1.26	0.11	4.80	6.18	4.05	0.99	1.20	6.24	0.82	-	0.13
9	7.26	617	1.08	0.12	4.80	6.00	3.85	0.99	1.20	6.04	0.70	-	0.07
10	7.28	610	1.09	0.12	4.80	6.00	3.65	0.99	1.30	5.95	0.70	-	0.16
11	7.26	615	1.36	0.12	4.50	5.98	3.52	1.24	1.28	6.04	0.91	-	0.09
12	7.35	635	1.08	0.12	4.90	6.10	4.03	0.99	1.25	6.27	0.69	-	0.21
13	6.96	562	1.34	0.14	4.10	5.58	3.10	1.24	1.15	5.49	0.94	-	0.33
14	7.22	607	1.41	0.06	4.60	6.08	3.17	1.74	1.10	6.01	0.93	-	0.03
15	7.61	625	1.69	0.25	4.30	6.25	3.27	1.74	1.18	6.19	1.16	-	0.15
16	7.20	622	1.09	0.12	4.80	6.01	4.04	0.74	1.30	6.08	0.70	-	0.20
17	7.41	596	1.42	0.14	4.25	5.81	2.75	1.74	1.30	5.79	0.98	-	0.17
18	7.30	618	1.49	0.12	4.43	6.03	3.28	1.49	1.22	5.99	1.00	-	0.26
19	7.14	621	1.99	0.12	4.10	6.21	2.51	2.48	1.22	6.21	1.39	-	0.27
Ort.	7.27	610	1.28	0.13	4.59	6.00	3.71	1.27	1.07	6.05	0.85	-	0.19
V.K.	2.0	5.4	20.6	57.4	8.0	5.1	21.2	33.2	34.0	7.5	23.4	-	43.4
S.S.	0.15	32.9	0.3	0.07	0.4	0.3	0.8	0.4	0.4	0.5	0.2	-	0.08
Min.	6.96	495	0.99	0.05	3.83	4.96	2.50	0.74	0.06	4.88	0.62	-	0.03
Mak.	7.61	636	1.29	0.38	5.20	6.36	5.10	2.48	1.25	7.34	1.39	-	0.33

TK: Toplam Katyon; TA: Toplam Anyon; Ort: Ortalama; V.K.: Varyasyon Katsayısı; S.S.: Standart Sapma; Min.: Minimum; Mak.: Maksimum

SONUÇ

Araştırmanın yapıldığı seralarda kullanılan sulama sularının kullanılabilir nitelikte olduğu ve gerekli kontroller yapıldığı takdirde sorun yaratmayacağı düşünülmektedir. Ancak yetiştirilecek bitki çeşidinin seçiminde pH değerleri göz önünde bulundurularak bir seçim yapılmalıdır. Topraklara uygulanan pestisit ve gübrelerin kalıntılarının yeraltı sularına, gölet, baraj vb. sulama suyu kaynaklarına karışması, yeraltı su seviyesinin alçalıp yükselmesi, yüzey sularına karışan endüstriyel ve evsel atıkların içerikleri, toprakların ve sulama sularının birçok özelliğini (pH düşmesi, organik madde azalması, fosfor ve nitrat kirliliği vb.) olumsuz

yönde etkilemektedir. Sürdürülebilir bir tarımsal üretim, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin değişimine neden olan faktörlerin belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması ile mümkün olabilmektedir. Seralarda daha iyi bir bitki gelişimi sağlanabilmesi için toprak analizlerine bağlı dengeli bir gübreleme programı düzenlenmesinin hem toprakların verim gücünü yükseltebileceği hem de besin maddelerinden kaynaklanan antagonistik etkileri önleyebileceği düşünülmektedir. Ayrıca sera topraklarına iyi yanmış ve öncesinde analizleri yapılmış olan ahır gübresi uygulamaları önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, E. 2001. Yem bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. s. 41-66.
- Akay, S. ve M. Kaplan. 1995. Kumluca ve Finike yörelerindeki seraların toprak tuzluluğu ve mevsimsel değişimi. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, Cilt:1, Yayın No: 7, Tübitak.
- Ata, A. 2015. Örtüaltı domates yetiştiriciliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Erdemli-Mersin.
- Atılğan, A., A. Coşkan, B. Saltuk ve M. Erkan. 2007. Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. Ekoloji, 15(62): 37-47.
- Ayers, R.S. and D.W. Wescot. 1989. Water Quality for Agriculture. FAO, Irrigation and Drainage, Paper No: 29, Rev. 1, Rome, Italy
- Ayyıldız, M. 1983. Sulama Suyu Kalitesi ve Problemleri (İkinci baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 879, 224 s.

- Bingham, F.T. 1982. Boron. In: Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties. (Ed: A.L. Page), American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp. 431-448.
- Black, C.A. 1965. Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Properties, including statistics of measurement and sampling. Agronomy Ser. 9. American Society of Agronomy, Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, USA.
- Bremner, J.M. 1965. Total Nitrogen. In: Methods of Soil Analysis, Part 2 (Ed: C.A. Black), American Society of Agronomy, Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, U.S.A, pp. 1149-1178.
- Çamurcu, H. 2005. Dünya nüfus artışı ve getirdiği sorunlar. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(3): 87-105.
- Çerçioğlu, M., B. Okur, S. Delibacak ve A.R. Ongun. 2010. Bazı organik materyallerin toprağın makro besin element içeriği ve baş salata (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*) verimine olan etkileri. Bitki Besleme ve Gübre Kongresi (15-17 Eylül, 2010, İzmir) Bildirileri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Özel Sayı. 5, s. 599-604.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015. Evsel ve kentsel arıtma çamurlarının tarımda kullanılmasına ilişkin yönetmelik, Ek-1A. 27661 no'lu Resmi Gazete.
- Çolakoglu, H. 1985. Sera yetiştiriciliğinde gübreleme. Toros Tarım Sanayi ve Ticaret A.Ş., Tarım Danışmanı. <http://www.toros.com.tr/urunler>. Erişim: Aralık 2012.
- Evliya, H. 1964. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 10.
- Fageria, V.D. 2001. Nutrient interactions in crop plants. Journal of Plant Nutrition, 24: 1269-1290.
- Fawzi, A.F.A. and M.M. El-Fouly. 1980. Soil and Leaf Analysis of Potassium in Different Areas in Egypt. Role of Potassium Crop Production, IPI, Bern, pp. 73-80.
- Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of Englewood cliffs, New Jersey, USA
- Kacar, B. 1962. Plant and Soil Analysis. University of Nebraska College of Agriculture, Department of Agronomy. Lincoln, Nebraska, USA.
- Kanber, R., R. Çakır ve A.F. Tari. 2003. Sulama ve Drenaj Mühendisliği. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayın No:122.
- Kaplan, M., T. Köseoğlu, T. Aksoy, N. Pılmalı ve M. Sarı. 1995. Batı Akdeniz bölgesinde serada yetiştirilen domates bitkisinin beslenme durumunun toprak ve yaprak analizleri ile belirlenmesi. Tübitak Projesi. Proje No: TOAG-987/DPT-3, Antalya, 72 s.
- Kaplan, M., S. Sönmez ve S. Tokmak. 1999. Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 309-313.
- Kick, H., H. Bürger and K. Sommer. 1980. Gesamtgehalte an Pb, Zn, Sn, As, Cd, Hg, Cu, Ni, Cr and Co in landwirtschaftlich und gartnerisch genutzten Boden Nordrhein-Westfalens. Landwirtsch Forschung, 33: 12 -22.
- Kovancı, İ. 1985. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği Ders Notları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 107/1, 244 s.
- Lindsay W.L. and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of America Journal, 42: 421-428.
- Maltaş, Ş.A. ve M. Kaplan. 2015. Antalya (Merkez İlçe)'da yetiştirilen örtüaltı güzlük domates bitkilerinin (*Solanum lycopersicum* L.) beslenme durumlarının belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1): 33-38.
- Manga, İ., Z. Acar ve İ. Ayan. 1995. Baklagil Yem Bitkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No:7, 347 s.
- Moltay, İ., S. Soyergin, N. Sürmeli, Ç. Genç ve M. Yürektürk. 1995. Doğu Marmara bölgesi örtüaltı yetiştiriciliğinde hıyarın beslenme durumunun belirlenmesi üzerine bir araştırma. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bilimsel Araştırma ve İnceleme Yayın No: 52.
- Motsara, M.R. and R.N. Roy. 2008. Guide to Laboratory Establishment for Plant Nutrient Analysis. FAO Fertilizer and Plant nutrition bulletin. Food and Agriculture Organization, Rome. p.219.
- N'dayegamiye, A. and D. Cote. 1989. Effect of long-term pig slurry and solid cattle manure application on soil chemical and biological properties. Canadian Journal of Soil Science, 69(1): 39-47.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommer. 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In: Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties. (Eds: A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney), American Society of Agronomy, Madison, WI, pp 539-579.
- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanable and L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agriculture, Circular 939. US Government Printing Office, Washington, DC.
- Özkan, F.C. 2008. Antalya ve çevresi örtüaltı domates yetiştiriciliğinde toprak verimliliği, bitki besleme, bazı kalite ve stres parametreleri arasındaki ilişkiler. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Pratt P.F. 1965. Potassium. In: Methods of Soil Analysis. 2nd ed. (Ed: C. A. Black), ASA, Agronomic Monograph 9, Madison, WI, pp. 1023-1031.
- Press, C.M., W.F. Mahaffee, J.H. Edwards and J.W. Klopffer. 1996. Organic by-product effects on soil chemical properties and microbial communities. Compost Science and Utilization, 4(2): 70-80.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of saline and alkali soils. Agriculture Handbook 60, USDA & IBH Publishing Company Limited, New Delhi, India, pp. 98-99.
- Schlichting, E. and H.P. Blume. 1966. Bodenkundliches Praktikum. Verlag Paul Paney, Hamburg und Berlin, pp. 121-125.
- Scofield, C.S. 1935. Salinity of Irrigation Water. Smithsonian Institute, Annual Report, Washington D.C., pp. 275-287.
- Shen, A., L. Xue Yuan, I. Kanamori and T. Arao. 1996. Effect of long term application of compost on some chemical properties of wheat rhizosphere and non-rhizosphere soils. Pedosphere, 6(4): 355-363.
- Sillanpää, M. 1990. Micronutrient assessment at country level: An international study. FAO Soils Bulletin 63. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Sönmez, İ. ve M. Kaplan. 2007. Antalya-Demre yöresinde domates yetiştirilen sera topraklarının bazı verimlilik özelliklerinin değerlendirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1): 29-35.
- U.S. Salinity Laboratory, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, USDA Handbook 60. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, USA, pp.1-160.
- USDA, 1998. Keys to Soil Taxonomy. In: USDA Handbook, 8th ed. Soil Survey Staff, Washington, DC.
- USDA, 2002. Soil Electrical Conductivity Classification: A Basis For Site-Specific Management In Semiarid Cropping Systems. Agricultural Research Center, Lincoln. Nebraska.