

Sulama Suyu Kalitesinin Çileğin (*Fragaria x ananassa* Duch. Rubygem) Besin Maddesi İçerikleri ve Bazı Meyve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri

Şebnem Nalan AKAROĞLU^{*1}, Saime SEFEROĞLU²

¹ Adnan Menderes Üniversitesi Sultanhisar Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Aydın.

² Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Aydın.

Öz: Tarımsal üretimde kullanılan suların tuzluluk, ağır metaller, pH, vb. kalitesini oluşturan etmenler bakımından sorunlu olması bitkilerde fizyolojik sorunların, verim ve kalite kayıplarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu çalışma, sulamada kullanılan suyun kalitesinin *Fragaria x ananassa* Duch. Rubygem çeşidine ait bitkilerde besin maddesi içeriği ve meyve kalitesi üzerine etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada Rubygem çilek çeşidinin frigo fideleri kullanılmıştır. Bitkiler, 1/3 bahçe toprağı: 1/3 yanmış hayvan gübresi: 1/3 dere kumundan oluşan yetiştirme ortamı içeren plastik kasalar içerisinde yetiştirilmiştir. Araştırmada sulama suyu olarak, Aydın İli Sultanhisar İlçesi'nde çilek alanlarının büyük bir bölümünün sulanmasında rol oynayan Nazilli Sağ Sahil Sulama Birliği kanalından farklı zamanlarda alınan sular kullanılmıştır. Alınan sulara pH, EC, buharlaştırma kalıntısı, erimiş madde miktarı, geçici sertlik, toplam sertlik, SAR, K⁺, Ca⁺, Na⁺, Cl⁻, CO₃⁻², HCO₃⁻ ve B analizleri yapılmıştır. Suların alındığı döneme göre değişimle birlikte en düşük pH 7.45, en yüksek 8.03 olarak saptanmıştır. HCO₃⁻ içeriği sakinlik düzeyinde olduğu görülmüştür. Sulamada kullanılan suyun kalitesi zamana bağlı olarak C₂S₁ sınıfından C₃S₁ sınıfına geçtiği saptanmıştır. Kullanılan kanal suyunun meyve kalitesini de etkilediği belirlenmiştir. Kanal suyu ile sulanan bitkilerde bor içeriği kontrol grubu bitkilerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: çilek, su kalitesi, bitki besin maddesi içeriği, meyve kalitesi.

The Effects of Irrigation Water Quality on Nutrients Concentrations and Some Fruit Quality Properties of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch. Rubygem)

Abstract: The problematic factors such as salinity, heavy metals, pH, etc effecting quality factors of waters used in agricultural production cause physiological problems, yield losses and quality to occur in plants. This study was carried out in order to examine the quality of the water used in the irrigation on the nutrient content and fruit quality of the plants that belong to Rubygem strawberry variety. In the study, frigo seedlings of Rubygem strawberry variety plants were used. The plants were grown in plastics boxes containing 1/3 soil: 1/3 organic manure: 1/3 sand. As the irrigation water in the study, water samples taken from the Nazilli Sağ Sahil Irrigation Association in different times that played a role in watering a large part of the strawberry fields in Sultanhisar District of Aydın were used. In water samples taken, the analyzes of pH, EC, temporary hardness, total hardness, SAR, K⁺, Ca⁺, Na⁺, Cl⁻, CO₃⁻², HCO₃⁻ and B were performed. The lowest pH value was found to be 7.45 and the highest pH value was 8.03 in water samples, though varied according to time it was taken. The content of HCO₃⁻ was determined to be damaging. It was detected that the quality of the water used in the irrigation has changed from C₂S₁ class to C₃S₁ class depending on the time. It was determined that the canal water used affected fruit quality. It was found that the boron content of the plants irrigated with canal water was higher than that of control plants.

Keywords: strawberry, water quality, plant nutrient content, fruit quality

Keywords: strawberry, water quality, plant nutrient content, fruit quality.

GİRİŞ

Oldukça geniş bir coğrafyada doğal olarak yetişen çilek, yetiştiği coğrafyanın çeşitliliği kadar tür zenginliğine sahiptir. Ticari çilek yetiştiriciliği geniş iklim sınırları içinde yapılmaktadır (Yılmaz, 2009). Bu sayede ülkemizde de hemen hemen her bölgede çilek üretimi yapılabilmektedir. Çilek bitkisi tuzlu koşullar için en hassas bitki türlerinin arasında yer almaktadır (Kurunç ve Çekiç, 2005). Tarım alanlarındaki tuzluluğun artışını etkileyen faktörlerin başında sulamada kullanılan suyun kalitesi gelmektedir. Sulama suyu kalitesi başlı başına toprak tuzluluğunu etkileyebilmektedir (Ekmekçi ve ark., 2005). Suyun bitkisel üretim için kısıtlayıcı bir faktör olduğu bölgelerde sulama suyu miktarı ve kalitesinin ortaya çıkardığı en önemli sorun günümüzde tuzluluk, alkalilik ve bor toksitesidir. Suyun tuzlulukla birlikte pH, alkalilik ve ağır metallerden özellikle borun su kalitesini belirleyen özellikler bakımından sorunlu olması, bitkilerde fizyolojik sorunların, verim ve kalite kayıplarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Sulama suyunun farklı

dozlarda ilave edilen Sodyum klorür (NaCl), sodyum bikarbonat (NaHCO₃), kalsiyum klorür (CaCl₂) ve magnezyum sülfat (MgSO₄) gibi tuzlar ile elde edilen tuzluluğa karşı bitkilerin yaşadığı tuz stresi ve bu strese bağlı verim ve kalite değişimleri meydana gelmektedir. Buna göre; patlıcan bitkisinde Yaşar (2003), pirinç bitkisinde Zeng ve ark. (2003); soğan bitkisinde Kadayıfçı ve ark. (2004); domates bitkisinde Sekmen ve ark. (2005); biber bitkisinde Aktaş ve ark. (2006); bezelye bitkisinde Daşgan ve ark. (2009); brokoli bitkisinde Grieve ve ark. (2010); kartopu bitkisinde Banon ve ark. (2012) tuz stresini incelemişlerdir. Bu araştırmaların sonucunda yüksek Na⁺, Cl⁻, Ca⁺², Mg⁺² konsantrasyonları doğrudan bitkide verim ve kaliteyi olumsuz olarak etkilediği konusunda önemli sonuçlar elde edilmiştir.

Sorumlu Yazar: snakaroglu@adu.edu.tr

Geliş Tarihi: 14 Kasım 2017

Kabul Tarihi: 04 Haziran 2018

Başta yüksek Na⁺ konsantrasyonun toprakta gözenekliliği ve geçirgenliği azaltarak toprak yapısını bozmaktadır (Taiz ve Zeiger, 2008). Ortaya çıkan tuz stresi toprağın gözeneklerini azaltıp hidroelektrik iletkenliğini bozarak toprağın fiziksel yapısını olumsuz etkilemekte, toprakta düşük su potansiyeli yaratarak bitkinin besin, su ve mineral alınımını güçleştirmekte, neden olduğu iyon toksitesiyle de bitkilerde metabolik bozukluklara yol açarak bitkinin büyüme ve gelişmesini baskılamaktadır. Ayrıca tuz stresi, proteinlere, lipidlere ve nükleik asitlere saldıran reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşmasına da neden olmaktadır (Mittler, 2002). Çilek bitkilerinde de zayıf bitkisel büyüme, küçük meyve üretimi ve yapraklar üzerinde leke oluşumu ile toprakta tuz birikimi ve sulama suyu tuz konsantrasyonunun arasında bir ilişki bulunmaktadır (Kepenek ve Koyuncu, 2002; D'Anna ve ark., 2003; Keutgen ve Keutgen, 2003; Saied ve ark., 2005).

Tarımsal sulama da kullanılan suyun kalitesi sadece tarımda yüksek verim alınması amacıyla kullanılan gübre, pestisit, herbisit ve hormonların suya karışması ile düşmemekte aynı zamanda evsel ve endüstriyel atık suların da sulama suyuna karışması sonucunda da azalmaktadır. Bu kimyasal kirlenmeler sonucu çevre ve insan sağlığı da risk altına girmektedir (Crohn ve Bianchi, 2008; Jawahar ve Ringler, 2009). Su azlığı çeken bir ülke konumunda olan Türkiye'nin yüzey ve yeraltı sularında günümüzde gözlenen kirlenmeler bu şekilde devam ederse, 25-30 yıl sonra geri dönüşümü olmayan sorunlar ortaya çıkaracaktır (Akin ve Akin, 2007). Önemli tarım alanlarımızın sulanmasında rol oynayan Büyük Menderes endüstriyel atık suların kontrolsüz ve bilinçsiz bırakılmalarıyla kirlenmekte olan su kaynaklarımız arasında yer almaktadır. Türkiye'de arıtma tesisi olan sanayi kuruluşlarının oranının az oluşu veya sanayi kuruluşlarının çoğunun arıtma tesislerinin olmaması ya da var olan arıtma tesislerinin etkin olarak işletilememesi gibi nedenlerle yüzey sularında kirlenmenin boyutları gün geçtikçe artmaktadır (Burak ve ark., 1997; Yıldırım ve ark., 2004; Akman ve ark., 2004). Delibacak ve ark. (2002) endüstriyel, evsel atıklar ve yoğun tarımsal faaliyetlerle kirlenmiş olan Gediz nehrinin suyunda N, P, K, Mg, Fe ve Zn seviyelerinin düşük ve orta değerler arasında olduğunu, bu suyla sulanan topraklarda Fe, Zn, Mn, B, Cd, Ni, Cr ve Co seviyelerinin ise yüksek olduğunu saptamışlardır. Şahin ve ark. (2011)'de Uşak İli, Dokuz Sele Çayı'ndan alınan suyun, mısır (*Zea mays*), ayçiçeği (*Helianthus annuus*), fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve yemlik pancar (*Beta vulgaris ssp. Crassa*) tohumlarının çimlenmesini ve bitki gelişimini olumsuz etkilediğini, bu nedenle bu suyun sulama suyu olarak kullanılmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Özbay ve ark. (2013) Mersin

İli'nin önemli akarsularından birisi olan Berdan Çayı'nda mevsimsel olarak toplanan sediment örneklerinde en fazla ağır metal birikiminin demirde (18521.91 µg/g) olduğunu saptamışlardır. Bununla birlikte tarımsal alanlarda yaygın olarak kullanılan etkin maddesi Cu ve Mn olan pestisitler ile Cr, Ni ve Mn içeriği yüksek suni gübrelerin yağmurlar ve insan aktiviteleri sonucu çaya karıştığını, ilçede yer alan maden ocakları nedeniyle Pb, Zn ve Cr da yüksek birikim gösterdiğini bildirmişlerdir. Kaçan ve Ülkü (2013) Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'ne göre Gümüşçay ve Çürüksu derelerinin organik madde konsantrasyonu bakımından IV. sınıf, Büyük Menderes Nehri'nin (Sarayköy Köprüsü'nde) ise III. sınıf su kalitesinde olduğunu bildirmişlerdir.

Çilek üretimi susuz yapılamayacak bir tarım şeklidir. Çilek üretiminde istenilen kalite ve verime ulaşmak için gerekli bitki besin elementleri sağlanmalıdır. Besin elementleri toprakta yeterli miktarda bulunmadığı, yavaş bir biçimde elverişli hale geçtiği ya da diğer besin elementleri ile dengeli olmadığı durumlarda bitki besleme ile ilgili sorunlar ortaya çıkmaktadır. Tuzluluk, alkalilik ve bor besin elementlerin bitki tarafından alınmasını olumsuz yönde etkileyen abiyotik faktörlerdir.

Büyük Menderes havzası içerisinde yer alan, mikro klima özelliğine sahip olan Sultanhisar ilçesinin tarım alanlarının sulanmasında Akçay Sağ Sahil Sulama Birliği ile Nazilli Sağ Sahil Sulama Birliği'nden sağlanan su önemli rol oynamaktadır. Nazilli Sağ Sahil Sulama Birliği'nden su kullanan çilek üreticileri son yıllarda çilek bitkilerinde kurumalarının arttığını belirtmişlerdir. Çilek üretiminde, hem Aydın ilinde hem de Türkiye genelinde, gerek ürün kalitesi ve gerek üretim miktarı açısından söz sahibi olan Sultanhisar ilçesinde, ürün kayıplarının meydana gelişinde su kalitesinin bir etkisi olup olmadığının araştırılması önemlidir. Çilekte ve diğer bitkilerde görülen bu kurumalar üreticinin ekonomik gücünü de olumsuz etkilemektedir. Nazilli Sağ Sahil Sulama Birliği'nin su kalitesinin bitkisel üretim üzerine etkisi konusunda daha önce yapılmış bir araştırma veya saha çalışması bulunmamaktadır. Bu kanal suyunun tarımda kullanılmasının toprak ve bitki bakımından oluşturduğu sorunun boyutu hakkında daha fazla bilgi edinilmesi önemlidir.

Bu çalışma, sulama suyu olarak Nazilli Sağ Sahil Sulama Birliği kanalından alınan suyun çilek bitkilerinin besin maddesi içeriği ve meyve kalitesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, 2016 yılında, Adnan Menderes Üniversitesi, Sultanhisar Meslek Yüksekokulu uygulama bahçesinde bulunan plastik örtülü tünel serada yürütülmüştür. Çalışma materyalini Sultanhisar ilçesinde en çok

yetiştiriciliği tercih edilen Rubygem çilek çeşidi oluşturmuştur. Bitkiler 1/3 bahçe toprağı, 1/3 yanmış hayvan gübresi, 1/3 dere kumundan oluşan yetiştirme ortamının içine konulduğu 35x50x20 cm kasalarda yetiştirilmiştir. Yetiştirme ortamında kullanılan bahçe

toprağı ile ilgili analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü Aydın Sultanhisar İlçesi'nin Şubat 2016-Haziran 2016 aylarına ait bazı iklim değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yetiştirme ortamında kullanılan toprağın analiz sonucu

Bünye	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Toplam Tuz (%)	pH	Kireç (%)	Organik Madde (%)
Kumlu-tınlı	55.30	29.30	15.40	0.0163	7.40	1.73	1.69
				Tuzsuz	Hafif Alkali	Düşük	Düşük

Çizelge 2. Sultanhisar İlçesinin 2016 yılı Şubat-Haziran ayları arasındaki bazı iklim verileri ile uzun yıllara ait aylara göre bazı iklim değerleri

Meteorolojik Parametreler	Aylar (2016)					
	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	
Aylık Ort. Sıcaklık (°C)	12.6	12.4 C	18.6	20.0	27.3	
Aylık Ort. Oransal Nem (%)	73.1	71.0	57.6	58.4	43.8	
Aylık Toplam Yağış (mm=kg:m ²)	43.8	130.4	5.4	24.4	2.2	
Aylar (1940-2017 arası Uzun Yıllar Aylık Ortalama)*						
Aylık Ort. Sıcaklık (°C)	9.3	11.7	15.9	20.9	25.8	
Aylık Toplam Yağış (mm=kg:m ²)	93.6	70.9	48.8	35.2	13.7	

Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Aydın (Anonim, 2018a)

***Kaynak:** Devlet Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü, www.mgm.gov.tr Erişim tarihi : 18.05.2018 (Anonim, 2018b)

Araştırmada sulama suyu olarak, Aydın ili Sultanhisar İlçesi'nde çilek alanlarının büyük bir bölümünün sulanmasında rol oynayan Nazilli Sağ Sahil Sulama Birliği kanalından alınan su örnekleri ve kontrol grubu olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Alınan su örneklerinde analizler, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümüne ait laboratuvarında yapılmıştır. Su örneklerinde buharlaşma kalıntısı, erimiş katı madde, geçici sertlik, toplam sertlik, pH, EC, K⁺, Ca²⁺, Na⁺, SAR, Cl⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻ B, analizleri yapılmıştır (Tuncay, 1994). Meyve kalitesini belirlemek amacıyla; meyve boyu, meyve çapı, meyve ağırlığı, suda çözünabilir kuru madde miktarı, meyvelerin delinme direnci ölçümleri yapılmıştır.

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 6 bitki olacak şekilde yürütülmüştür. İstatistiki analizler SPSS paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Nazilli Sağ Sahil Sulama Birliği'nden 2016 yılında Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında 4 kez su örneği alınmış olup bu suların aylara göre pH, EC, buharlaştırma kalıntısı, erimiş madde miktarı, geçici sertlik, toplam sertlik, SAR analizleri yapılmıştır. Su analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Araştırmada kontrol grubu sulama suyu olarak kullanılan şebeke suyunun pH, EC, buharlaştırma kalıntısı, erimiş madde miktarı, geçici sertlik, toplam sertlik, SAR analiz sonuçları ise Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 3. Sağ Sahil Sulama Birliği'nden alınan su örneklerinin buharlaştırma kalıntısı, erimiş madde miktarı, pH, EC, geçici sertlik, toplam sertlik, SAR analiz sonuçları.

Ornek Alma Zamanı	Buharlaşma kalıntısı (mg/l)	Erimiş katı maddeler (mg/l)	pH	EC (µS/cm)	Geçici sertlik (Alman)	Toplam sertlik (Alman)	SAR (me/l)	Sınıf
Mart	320	240	6.93	340	15.12	10.08	0.05	C ₂ S ₁
Nisan	400	360	7.74	644	16.80	12.32	0.19	C ₂ S ₁
Mayıs	320	240	7.63	1495	20.44	16.80	0.23	C ₃ S ₁
Haziran	360	280	8.03	1434	20.72	17.92	0.28	C ₃ S ₁
Ortalama	350	280	7.58	978.3	18.27	14.28	0.19	

Çizelge 4. Kontrol grubu su örneğinin buharlaştırma kalıntısı, erimiş madde miktarı, pH, EC, geçici sertlik, toplam sertlik, SAR analiz sonuçları.

Buharlaştırma Kalıntısı (mg/l)	Erimiş Katı maddeler (mg/l)	pH	EC (µS/cm)	Geçici Sertlik (Alman)	Toplam Sertlik (Alman)	SAR (me/l)	Sınıf
580	360	7.45	348	21.28	19.06	0.11	C ₂ S ₁

Nazilli Sağ Sahil Sulama Birliği'nden alınan sulama sularında pH' nin Mart ayında hafif asit karakterli iken, Nisan, Mayıs, Haziran aylarında hafif alkali reaksiyon gösterdiği, EC değerlerinin de benzer bir artış göstererek suyun fazla tuzlu su (C₃) sınıfına girdiği saptanmıştır. Aydın ve Seferoğlu (1999) ile Öztürk ve Seferoğlu (2010)'nun yaptıkları çalışmalarda Aydın ili sulama sularının pH'sının hafif alkali ve alkali olduğunu bildirmişlerdir. Kanal suyundan Mayıs ve Haziran aylarında alınan su örnekleri C₃ sınıfında olup, C₃ sınıfı

sular Thorne ve Peterson (1954)'e göre fazla tuzlu su sınıfında yer almaktadır.

Kontrol grubu bitkilerinin sulamasında kullanılan suyun pH ve EC değerlerinin Nazilli Sağ Sahil Sulama Birliği'nden alınan sulama suyu değerlerine göre daha düşük olduğu ve sınıf olarak az tuzlu (C₂) sulama suyu sınıfına girdiği görülmektedir. Nazilli Sağ Sahil Sulama Birliğinden alınan su örneklerinde anyon ve katyon analizleri Çizelge 5'te ve kontrol grubu sulama suyunun katyon ve anyon analiz sonuçları Çizelge 6'de verilmiştir.

Çizelge 5. Kanal Suyunun katyon ve anyon analiz sonuçları.

Örnek Alma Tarihi	Anyon ve Katyonlar						
	K ⁺ (me/l)	Ca ⁺² (me/l)	Na ⁺ (me/l)	CO ₃ ⁻² (me/l)	HCO ₃ ⁻ (me/l)	Cl ⁻ (me/l)	B ppm
Mart	0.04	0.23	0.04	0	5.33	0.55	0.09
Nisan	0.01	0.28	0.22	0	3.95	1.36	0.20
Mayıs	0.02	0.5	0.43	0.10	7.70	2.18	0.41
Haziran	0.03	0.55	0.49	0.30	7.40	2.73	0.36
Ortalama	0.03	0.39	0.30	0.18	6.10	1.71	0.27

Çizelge 6. Kontrol grubu bitkilerin sulamasında kullanılan suyun katyon ve anyon analiz sonuçları

K ⁺ (me/l)	Ca ⁺² (me/l)	Na ⁺ (me/l)	CO ₃ ⁻² (me/l)	HCO ₃ ⁻ (me/l)	Cl ⁻ (me/l)	B Ppm
0.01	0.51	0.15	0	7.40	1.18	0.05

Çizelge 5'e göre kanal suyunda kalsiyum, sodyum, bikarbonat, klor ve bor miktarlarının aylara göre artış gösterdiği görülmektedir. Öztürk ve Seferoğlu (2010) Söke ovasından örnekleme için 24 adet kuyudan aldıkları su örneklerinde de Haziran ayına göre Ağustos ayında alınan su örneklerinde sodyum, klor, karbonat ve bikarbonat içeriklerinin arttığını, Na ve buna bağlı olarak

SAR değerlerinin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bundan dolayı bu kuyu sularının sulama amacıyla kullanımında dikkatli olunmasını önermişlerdir. Çilek bitkisinin yetişme dönemi içerisinde kullanılan sulama suyu kalitesine göre bitkinin topraktan kaldırdığı makro ve mikro besin maddeleri miktarı Çizelge 7'te verilmiştir.

Çizelge 7. Kontrol ve kanal suyu ile sulanan bitkilerin yapraklarındaki makro ve mikro besin elementlerinin analiz sonuçları

Uygulama	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm	Mn ppm	B ppm
Kontrol	1.96	0.24	1.86	3.91	7.86	0.01	70.33*	31.67	9.00	96.33	84.67*
Kanal	1.75	0.24	1.66	4.00	8.36	0.02	14.33*	35.33	14.33	104.00	112.33*

(*) P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Atık ve Çizelge 7'e göre, kanal suyu ile sulanan bitkilerin yapraklarında kontrol bitkilerin yapraklarına göre istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte Ca, Mg, Na, Zn, Cu ve Mn miktarı daha fazla bulunduğu saptanmıştır. Kanal suyu ile sulanan bitkilerde bu elementlerin birikimi kontrol grubu bitkilerine göre beslenme ve metabolizmaları üzerine olumsuz etki yapmıştır. Bununla birlikte kanal suyu ile sulanan bitkilerin bor içeriğinin

(112.33 ppm) şebeke su ile sulananlara (84.67 ppm) göre istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Yurtseven ve ark. (2000) brokoli bitkisinde (*Brassica oleracea botrytis*) toplam mineral madde birikiminin bir göstergesi olan toplam kül analiz değerlerinde, sulama suyu tuzluluğunun artmasına paralel olarak, toplam kül değerlerinin de arttığını, buna bağlı olarak bitki vejetatif aksamındaki mineral madde birikiminin fazlaştığını

saptamışlardır. Yakıt ve Tuna (2006) yaptıkları çalışma sonucunda mısır bitkisinde tuzluluk stresine bağlı olarak yaprak ve köklerde Na^+ içeriğinin arttığını Ca^{+2} ve K^+ gibi kationların içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir.

Delibacak ve ark. (2002)'nin endüstriyel, evsel atıklar ve yoğun tarımsal faaliyetlerle kirlenmiş olan Gediz nehrinin suyuyla sulanan tarımsal arazilerin yüzde %83'ünde borun fitotoksik seviyenin üzerinde olduğunu saptamışlardır. Kanal suyu ile sulanan bitkilerde demir miktarının kontrol grubu bitkilere göre istatistik olarak önemli olmakla birlikte çok düşük olduğu saptanmıştır. Ashraf (2004)'e göre tuzlu olmayan koşullarda yüksek bitkilerin hücre

sitozölü 100 ile 200 mM K^+ ve 1 ile 10 mM Na^+ içermektedir. Tuzlu koşulların oluşturduğu bu iyonik ortamda pek çok enzim optimumunda çalışırken, toprakta değişebilir Na^+ , yüksek Na^+/K^+ ve Na^+/Ca^+ oranları meydana gelmektedir. Bu koşullar altında bitkiler bu tip topraklarda yüksek miktarlarda Na^+ iyonu alırken, K^+ ve Ca^+ alımları önemli ölçüde azaltmaktadır. Araştırmamızda çilek bitkilerinin yapraklarındaki K^+ ve Na^+ miktarları toplam ağırlığa göre tespit edilmiştir. Buna göre kanal suyu ile beslenen bitkilerin yapraklarındaki K^+/Na^+ oranı, kontrol grubundaki bitkilerin yapraklarındaki K^+/Na^+ oranına göre düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Kontrol ve kanal suyu ile sulanan bitkilerin yapraklarındaki K^+/Na^+ oranları.

Uygulamalar	K^+ ($\mu\text{g}/\text{mg}$ T.A)	Na^+ ($\mu\text{g}/\text{mg}$ T.A)	K^+/Na^+
Kontrol	0.476*	0.0004*	1.19*
Kanal	0.425*	0.0008*	0.53*

(*) **P<0.05 düzeyinde önemlidir.**

Çizelge 8'e göre kullanılan su kaynağı bakımından uygulamalar arasında istatistik olarak önemli bir fark vardır. Taiz ve Zeiger (2008)'e göre yeterli miktarlarda hem K^+ hem de Ca^+ hücre zarının bütünlüğünü ve işleyişini sürdürmesi için gereklidir. Bu durum enzimleri etkisizleştirmekte ve protein sentezi engellemektedir. Na^+ konsantrasyonu yüksek olduğunda, bu iyon kök tüyü hücrelerinin plazma zarında Ca^{+2} 'un yerini alabilmektedir. Bunun sonucunda plazma zarının geçirgenliği değişmekte ve K^+ hücrelerden sızmaktadır. Kacar ve ark. (2002)'e göre NaCl 'ün yüksek olduğu topraklarda NO_3^- , K^+ ve Ca^{+2} alınımı önemli derecede azalmaktadır. İyon regülasyonu, bitkilerin tuza toleransının belirlenmesinde önemli bir faktördür. Tuzlu koşullarında bitki genotiplerinin dokularında düşük Na^+ ve Cl^- alımı yanında daha yüksek oranlarda K^+ ve Ca^{+2} seviyelerinin oluşturulması toleransın anahtar mekanizmalarını oluşturmaktadır. Genel olarak tuz stresine toleransı olan bitkiler dokularında daha yüksek K^+/Na^+ oranını oluşturma kabiliyetine sahiptirler. Özellikle bitkilerin tuz stresine toleransını belirlemek amacıyla oluşturulan tarama çalışmalarında, farklı bitki organlarında K^+/Na^+ ve $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ oranları ile dokulardaki Na^+ konsantrasyonlarının belirlenmesi önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitkilerin yüksek tuzlu koşullar altındaki yüksek K^+/Na^+ seçicilikleri tuza toleransta önemli bir seleksiyon kriteri olarak önerilmektedir (Ashraf, 2004). Üzal ve Yıldız (2014), farklı çilek çeşitleri üzerine 2000mg/L NaCl uygulamasının etkilerini inceledikleri çalışmalarında tuza toleranslı çeşitlerin K^+/Na^+ oranını yüksek olduğunu, buna karşın tuz toleransı düşük olan çeşitlerde bu oranı düşük olduğunu saptamışlardır. Tuza toleranslı çeşitlerin

yapraklarındaki zararlanmanın tuza hassas çeşitlere göre daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Süyüm (2011) yaptığı araştırmada 65 adet karpuz genotipinin tuzluluk ve kuraklığa tolerans bakımından geniş bir varyasyon gösterdiğini bildirmiştir.

Kanal suyu ve şebeke suyu ile sulanan bitkilerden elde edilen meyvelerin meyve en, boy ve ağırlık ile toplam suda erir kuru madde miktarı (TSEM) ve meyve eti sertliği ile ilgili sonuçlar Çizelge 9'da verilmiştir. Çizelge 9'a göre kontrol ve kanal suyu uygulaması yapılan bitkilerden elde edilen meyvelerdeki farklılıklar istatistik olarak önemli değildir. Diğer taraftan kanal suyu ile sulanan bitkilerden ortalama olarak daha iri meyveler elde edilirken, toplam suda erir kuru madde (TSEM) bakımından daha düşük değere sahip meyveler elde edilmiştir. Bununla birlikte kanal suyu ile sulanan bitkilerde Mayıs ve Nisan aylarında elde edilen meyvelerde kontrol grubuna göre meyve eni, meyve boyu ve ağırlığında istatistik olarak önemli olmamakla birlikte azalmalar meydana gelmiştir. Ekmekçi ve ark. (2005)'in bildirdiğine göre, Yurtseven ve ark. (1996) yetiştirilen bitkinin veriminde görülecek azalmaların, çözeltinin konsantrasyonuna bağlı olduğu kadar, bitkinin tuza dayanımıyla da ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Tuza dayanımı fazla olan bitkiler yüksek tuzluluklarda bile verimde önemli azalmalar oluşturmazken, tuza dayanımı fazla olmayan bitkiler düşük tuzluluklarda bile önemli azalmalar gösterebileceğini belirtmişlerdir. Kanal suyu ve şebeke suyu ile sulanan bitkilerden elde edilen verim ile ilgili sonuçlar Çizelge 10'da verilmiştir. Çizelge 10'a göre kanal suyu ile sulanan bitkilerde kontrole göre istatistik olarak önemli olmamakla birlikte toplamda daha yüksek verim elde edilmiştir.

Çizelge 9. Kontrol ve kanal suyu ile sulanan bitkilerin meyve analiz sonuçları

Uygulama	Aylar	Minimum en (mm)	Maksimum en (mm)	Meyve boyu (mm)	Meyve ağırlığı (g)	TSEM (%)	Meyve eti sertliği (kg)
Kontrol	Nisan	25.55	29.45	33.76	13.46	6.92	1.64
	Mayıs	27.00	30.38	32.30	14.11	8.34	0.85
	Haziran	23.44	26.96	28.87	10.44	7.81	0.76
Ortalama		25.33	28.93	31.64	12.67	7.69	1.08
Kanalsuyu	Nisan	30.09	35.29	40.31	21.60	6.51	1.55
	Mayıs	26.07	30.23	31.81	14.13	7.40	0.94
	Haziran	22.88	27.23	27.87	10.00	8.04	0.67
Ortalama		26.34	30.91	33.33	15.24	7.32	1.05
		Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

Çizelge 10. Kanal suyu ve şebeke suyu ile sulanan bitkilerden elde edilen verim (gram/bitki)

Uygulama	Aylar			Toplam Verim
	Nisan	Mayıs	Haziran	
Kontrol	111,69	107,263	234,897	453,85
Kanal	114,38	179,967	218,96	513,31
P<0.05	Ö.D	Ö.D.	Ö.D	Ö.D

Ancak kanal suyu ile sulanan bitkilerde Haziran ayında bitki ölümleri meydana gelmiş olup, çalışmanın sonunda kanal suyu ile sulanan bitkilerin tamamı ölmüştür (Şekil 1 ve Şekil 2).



Şekil 1. Kontrol grubu bitkilerin aylara göre gelişimi



Şekil 2. Kanal suyu ile sulanan bitkilerin aylara göre gelişimi

Kanal suyu ile sulanan bu bitkilerin yetiştiği harç içerisinde yeterli miktarda su bulunmasına rağmen bitkiler fizyolojik kuraklık sonucu ölmüştür. Ayyıldız (1990)'a göre bitkiler fizyolojik kuraklık durumunda yüksek osmotik basınç nedeniyle topraktaki sudan yararlanamamaktadır. Bitkilerde fizyolojik kuraklığın meydana gelişinde tuzlu ortamların çoğunda büyük bir miktarda su bulunmaktadır, ancak bu ortamlarda su potansiyeli düşüktür. Düşük su potansiyelinin yanında Cl⁻ ya da SO₄²⁻ olmak üzere hücrede özellikle Na⁺, Cl⁻ ya da SO₄²⁻ gibi iyonlar zararlı konsantrasyonlarda birikince spesifik iyon toksitesi sorunu ortaya çıkmaktadır (Taiz ve Zeiger 2008). Turhan ve Eriş (2006) uzun süre tuz uygulaması sonucunda Camarosa çilek çeşidinin ve Chandler çeşidinde göre tuza daha dayanıklı olduğunu saptamışlardır. Camarosa çeşidinde Chandler çeşidinde göre tuz konsantrasyonuna bağlı stoma iletkenliği ve transpirasyonda görülen azalmanın daha az olmasını, tuza toleransta çeşitlerin sahip olduğu adaptasyon mekanizma farklılıklarından kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. Rubygem çeşidinin kanal suyunda artan tuza karşılık bitkilerde ölüm gerçekleşinceye kadar süreç içerisinde çiçeklenmeye ve meyve verimine devam etmesi tuza toleransa karşı gösterdiği adaptasyon mekanizması ile ilişkili olabilir.

SONUÇ

Nazilli Sağ Sahil Sulama kanalından Mart, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında alınan su örneklerinde pH, EC, buharlaştırma kalıntısı, erimiş madde miktarı, geçici sertlik, toplam sertlik, SAR, K⁺, Ca²⁺, Na⁺, Cl⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻, B değerlerinin aylara göre artış gösterdiği saptanmıştır. Kanal suyunun kalite sınıfı Nisan ayında C₂S₁ (II. Sınıf iyi su) iken, Mayıs ve Haziran aylarında artan EC değeri sonucu C₃S₁ sınıfına geçtiği saptanmıştır. Su kalitesi bakımından III. Sınıf

Su (kullanılabilir) sınıfına girmesine karşın kanal suyu çilek bitkisinde yapraklarda toksik etkiler oluşturmuştur ve sonuçta bitki ölümlerine yol açmıştır.

Sağ Sahil Sulama Birliği'nin kanal suyu Büyük Menderes Nehri'nden sağlandığı düşünüldüğünde bu kanaldan su alan üreticilere su kalitesi yüksek sulama suyunun sağlanması önem arz etmektedir. Bu nedenle bu nehrin geçtiği tüm yaşam alanlarının ve suladığı tarım arazilerinin sağlıklı olabilmesi için, kirliliğe neden olan etmenlerin ortadan kaldırılması, kentleşme ve sanayileşme süreci içerisinde ortaya çıkan atıkların arıtılmadan nehre verilmemesi ve tarımda kontrolsüz pestisid ve kimyasal gübre kullanımının önüne geçilmesi yönünde önlemler alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akın M, Akın G (2007) Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi 47:105-118.
- Akman Y, Ketencioğlu O, Kurt L, Düzenli S, Güney K, Kurt F (2004) Çevre Kirliliği (Çevre Biyolojisi). Palme Yayıncılık, Ankara.
- Aktas H, Abak K, Öztürk L, Cakmak İ (2006) Effect of Zinc Supply on Growth and Shoot Concentrations of Sodium and Potassium in Pepper Plants under Salinity Stress. Turkish Journal of Agriculture And Forestry 30:407-412.
- Anonim (2018a) Devlet Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Aydın.
- Anonim (2018b) Devlet Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü, www.mgm.gov.tr Erişim tarihi: 18.05.2018
- Ashraf M (2004) Some Important Physiological Selection Criteria for Salt Tolerant Plants. Flora 199:361-376.
- Aydın G, Seferoğlu S (1999) Aydın Yöresinde Kullanılan Bazı Sulama Sularının Bor Konsantrasyonlarının Bitki Beslemesi ve Toprak Kirliliği Açısından İncelenmesi. Proje No: TOGTAG-1767, Aydın.
- Ayyıldız M (1990) Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1196 Ankara.
- Bañón S, Miralles J, Ochoa J, Sánchez-Blanco MJ (2012) The Effect of Salinity and High Boron on Growth, Photosynthetic Activity and Mineral Contents of Two Ornamental Shrubs. Horticultural Science (Prague) 39:188-194.
- Burak S, Duranyıldız İ, Yetiş Ü (1997) Ulusal Çevre Eylem Planı: Su Kaynaklarının Yönetimi. Odak Noktası Kuruluş: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- Crohn DM, Bianchi ML (2008) Research Priorities for Coordinating Management of Food Safety and Water Quality. Journal of Environmental Quality 37:1411-1418.
- D'Anna F, Incalcaterra G, Moncada A, Miceli A (2003) Effect of Different Electrical Conductivity Levels on Strawberry Grown in Soilless Culture. Acta Horticultural 609:355-360.
- Daşgan HY, Koç S (2009) Evaluation of Salt Tolerance in Common Bean Genotypes by Ion Regulation and Searching for Screening Parameters. Journal of Food, Agriculture Environment 7:363-372.
- Delibacak S, Elmacı OL, Seçer M, Bodur, A (2002) Fertility Status, Trace Elements and Heavy Metal Pollution of

Agricultural Land Irrigated from the Gediz River. International Journal of Water 2:184-195.

- Ekmekçi E, Apan M, Kara T (2005) Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20:118-125.
- Grieve CM, Posca JA, Grattanb SR, Suareza DL, Smithb TE (2010) The Combined Effects of Salinity and Excess Boron on Mineral Ion. Relations in Broccoli. Scientia Horticulturae 125:179-187.
- Jawahar P, Ringler C (2009) Water Quality and Food Safety: A Review and Discussion of Risks. Water Policy 11:680-695.
- Kaçan E İ, Ülkü G (2013) Gümüşçay ve Çürüksu Çayları'nın Denizli Sınırları İçinde Büyük Menderes Nehri'ne Verdiği Kirlilik Yüklerinin Saptanması. Ekoloji 22:24-34
- Kacar B, Kamkat V, Öztürk Ş (2002) Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kadayıfçı A, Tüylü Gİ, Uçar Y (2004) Sulama Suyu Tuzluluğunun Soğan Bitkisinin Yumru Verimi, Bitki Su Tüketimi ve Toprak Profili Üzerine Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi 10:45-49.
- Kepenek K, Koyuncu F (2002) Studies on The Salt Tolerance of Some Strawberry Cultivars under Glasshouse. Acta Horticulturae, 57: 297-305.
- Keutgen A, Keutgen N (2003) Influence of NaCl Salinity Stress on Fruit Quality in Strawberry. Acta Horticulturae 609:155-157.
- Kurunç A, Çekiç C (2005) Response of Three Strawberry Cultivars (Fragaria × Ananassa Duch.) to Different Salinity Levels in Irrigation Water. Horticultural Science (Prague) 32:50-55.
- Mittler R (2002) Oxidative Stress, Antioxidants and Stress Tolerance Trends. Plants Science 7:405-410.
- Özbay O, Ziya M, Göksu L, Alp MT, Sungur MA (2013) Berdan Çayı (Tarsus - Mersin) Sedimentinde Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. Ekoloji 22:68-74.
- Öztürk S, Seferoğlu S (2010) Aydın'da Yoğun Sulu Tarım Yapılan Alanlardaki Yeraltısularının Kirlilik Durumu. I. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 1-4 Haziran 2010, Eskişehir 106-116.
- Saied AS, Keutgen AJ, Noga G (2005) The Influence of NaCl Salinity on Growth, Yield and Fruit Quality of Strawberry Cvs. 'Elsanta' and 'Korona'. Science Horticulturae 10: 289-303.
- Sekmen AH, Demiral T, Tosun N, Türküsay H, Türkan İ (2005) Tuz Stresi Uygulanan Domates Bitkilerinin Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Toplam Protein Miktarı Üzerine Bitki Aktivatörünün Etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 42:85-95.
- Süyüm K (2011) Karpuz Genetik Kaynaklarının Tuzluluk ve Kuraklığa Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Şahin Dönmez M, Ceylan M, Konuk M (2011) Dokuz Sele Çayı'na (Ulubey-Uşak) Bırakılan Sanayi Atıklarının Bazı Kültür Bitkilerinin Çimlenme ve Büyüme Üzerine Etkileri. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 4:157-163.
- Taiz L, Zeiger E (2008) Plant Physiology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. California.

- Thorne DW, Peterson HB (1954) Irrigated Soils. Their Fertility and Management. Blakiston Comp. Inc. Toronto.
- Tuncay Ö (1994). Su kalitesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 512.
- Turhan E, Eriş A (2006) Growth and Stomatal Behaviour of Two Strawberry Cultivars under Long-Term Salinity Stress. Turkish Journal of Agricultural and Forestry 31:55-61.
- Üzal Ö, Yıldız K (2014) Bazı Çilek (Fragaria x ananassa L.) Çeşitlerinin Tuz Stresine Tepkileri. YüzüncüYıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 24:159-167.
- Yakıt S, Tuna AL (2006) Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (Zea Mays L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'nın Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Muğla.
- Yaşar F (2003) Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin in vitro ve in vivo Olarak İncelenmesi. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Yıldırım S, Algan M, Alkaranlı TF (2004) "Yeraltı Sulamaları". I. Yeraltı Suları Ulusal Sempozyumu, 23-24 Aralık 2004, Konya, 3-8.
- Yılmaz H (2009) Çilek. Hasat Yayınları, İstanbul.
- Yurtseven E, Baran HY (2000) Sulama Suyu Tuzluluğu ve Su Miktarlarının Brokkolide (Brassica oleracea botrytis) Verim ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Turkish Journal of Agricultural and Forestry. 24:185-190.
- Zeng I, Poss J, Wilson C, Draz ASE, Grieve CM (2003) Evaluation of Salt Tolerance in Rice Genotypes by Physiological Characters. Euphytica, 129:281-292.