

## Farklı Çevre Koşulları ile Sulama Suyu Tuzluluğu İlişkilerinin Domatesin Büyüme, Gelişme, Verim ve Kalitesi Üzerindeki Etkileri

Ali Ünlükara<sup>1</sup> Bilal Cemek<sup>1</sup> Sedat Karadavut<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 60240, Tokat

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun

**Özet:** Domates seralarda en fazla yetiştirilen ürünler arasında en başlarda yer almaktadır. İnsan sağlığı açısından yararlı olan antioksidant bileşikleri, vitaminleri ve mineralleri önemli ölçüde içerdiği için domates pek çok ülkede günlük yemeklerin temel içeriğini oluşturmaktadır. Sera yetiştiriciliğinde gerek kalitesi düşük suların kullanımı gerekse topraksız tarım tekniğinde besin çözeltisinin çevrimi sonucu tuzluluk sorunları ortaya çıkmaktadır. Tuzluluk ise belirli bir düzeyden sonra verimde düşümlere neden olmakta ve iyi yönetilememesi durumunda sürdürülebilir tarımı engellemektedir. Yapılan çalışmalar farklı çevre şartlarında bitkilerin tuzluluğa karşı verdikleri tepkilerin de farklı olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada, daha az verim kaybıyla daha kaliteli ürün elde edebilmek için seralarda gerekli yönetim kararlarının alınmasına yardımcı olabilmek amacıyla farklı çevre şartları ve tuzlulukta yapılan araştırma sonuçları özetlenmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Domates, tuzluluk, sera çevre koşulları

## Influence on Yield and Development, Growth of Tomato Inreaction Different Greenhouse Environmental Conditions and Irrigation Water Salinity

**Abstract:** Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) is one of the most important horticultural crops in the greenhouse. In terms of human health, tomato fruit is a major component of daily meals in many countries and constitutes an important source of minerals, vitamins, and antioxidant compounds. Determination of interaction between different environment conditions and irrigation water applying indoor greenhouse is complex. In this study, We conclude this review by identifying environmental factories and irrigation water salinity management practices that could improve greenhouse fruit quality without yield reduction.

**Key Words:** Tomato, salinity, greenhouse environmental conditions

### 1. Giriş

Akdeniz gibi dünyanın yarı kurak bölgelerinde sulama için yeterli miktarda kaliteli su bulmak sorun olmaktadır. Bu durum aşırı oranlarda çözünebilir tuzlar içeren ve çoğunlukla klor bileşenli yer altı sularının kullanımına yol açmaktadır (Fernández-García et al., 2004). Türkiye’de Ege Bölgesinde yer altı suları %38.74 ve akarsular %29.34 oranında kullanılırken, Akdeniz Bölgesinde yer altı suları %26.63 ve akarsular %37.97 oranında kullanılmaktadır (Kendirli ve Çakmak, 2005). Dişli (1997) önemli seracılık alanlarından Antalya’nın Kale ilçesinde yaptığı çalışmada sulama amaçlı olarak kullanılan yer altı sularının EC değerlerinin çeşitli kuyular için Kasım ayında 0.85-4.1 dS m<sup>-1</sup> arasında, Haziran ayında ise 0.83-4.4 dS m<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu kullanım oranları ve tuzluluk düzeylerine göre Türkiye seracılık işletmelerinin çoğunluğunu içeren Akdeniz ve Ege Bölgesinde sulama amacıyla kullanılan yer altı sularının oranı, tuzluluğun önemli bir problem olduğunu ortaya koymaktadır.

Sönmez ve Kaplan (2004) Demre yöresindeki seralarda kullanılan toprak ve sulama sularının tuz içeriklerinin yetiştirme dönemindeki değişimini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada: Demre yöresinden seçilen 28 seradan; 19 Ekim 2001 (I. Dönem), 14 Şubat 2002 (II. Dönem) ve 20 Haziran 2002’de (III. Dönem) olmak üzere üç dönemde, 2 derinlikte toplam 168 toprak ve 84 sulama suyu örneği almışlardır. Alınan toprak ve sulama suyu örneklerinde EC analizleri sonucunda elde edilen bulgulara göre, Demre yöresi sera toprakları 0-20 cm ve 20-40 cm derinliklerde genellikle orta ve fazla tuzlu, sera sulama suyu örnekleri genellikle orta tuzlu (C2) ve fazla tuzlu (C3) sınıflarına girmektedir. Toprak örneklerinin tuz içeriklerinde dönemsel farklılıklar olmakla birlikte sera toprakları tuz bakımından sorunlu görünmektedir. Sera sulama sularının da büyük bir çoğunluğunun tuzluluk bakımından sorun teşkil edecek nitelikte olduğu belirlenmiştir.

Tuzluluk, sularda veya topraklarda varolan çözünmüş mineral tuzların konsantrasyonundan

ileri gelmektedir. Çözünmüş mineral tuzları, Na, Ca, Mg, ve K kanyonlarını ve Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub> ve NO<sub>3</sub> anyonlarını içine alan başlıca çözünebilir maddeleri kapsamaktadır. Son derece yüksek tuzluluktaki sularda B, Sr, Li, SiO<sub>2</sub>, Rb, F, Mo, Mn, Ba ve Al mineral maddeleri de tuzluluğa katkı sağlamaktadır (Tanji 1990).

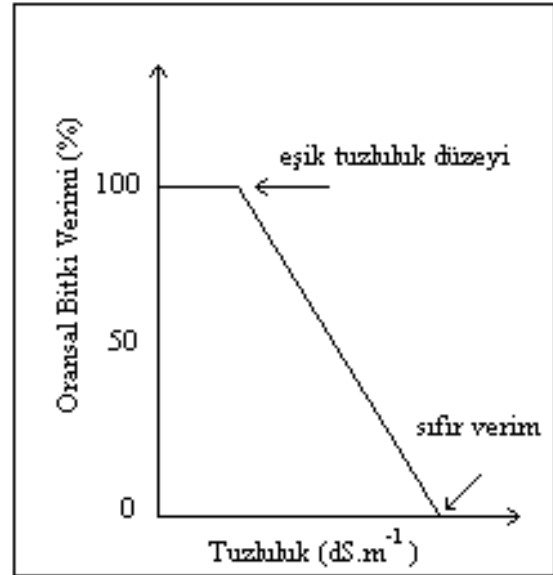
Toprak ve su tuzluluğu, toprak suyunun yararlılığını azaltır, çimlenme, gelişme ve verim düşüşüne neden olur (Tanji 1990). Şayet verimde kayba neden olacak bir konsantrasyona kadar bitki kök bölgesinde tuz birikiyorsa bir tuzluluk problemi mevcuttur. Sulanan alanlarda, bu tuzlar genelde toprak yüzeyine yakın tuzlu taban sularından veya uygulanan sudaki tuzlardan kaynaklanmaktadır. Bitkilerin tuzlu toprak çözeltisinden suyu artık alamadığı ve önemli bir zaman diliminde su stresine sonuçlanan bir düzeye kadar kök bölgesinde tuzlar biriktiğinde verim kayıpları meydana gelmektedir (Ayers ve Westcot 1989).

Öncelikle bitkinin yaşayabilmesi için gerekli biyokimyasal ayarlamalar yapması ve topraktan su alabilmesi için harcaması gerekli enerjiyi artırması nedeniyle aşırı tuzluluğun bitki gelişimini düşüreceğini ileri süren hipotez şu ana kadar yapılan gözlemlere en iyi uyumu sağlamaktadır. Bu enerji, bitki gelişimi ve verimi için sarf edilecek süreçlerden saptırılmaktadır (Rhoades 1990).

Araştırma sonuçları bir eşik düzeyi aşıncaya kadar toprak tuzluluğunun bitki verimini ölçülebilir şekilde azaltmadığını belirtmektedir. Eşiğin ötesinde, tuzluluk arttıkça verim yaklaşık olarak doğrusal şekilde düşmektedir. Maas ve Hoffman (1977) tarafından önerilen verim-tepki modelinde, tuz toleransını ifade etmek için eşik değeri ve eşik sonrası eğim şeklinde iki katsayı sağlanmalıdır. Eşik, verim düşüşünün olmadığı maksimum toprak tuzluluğunu belirtirken, eğim eşiğin ötesinde birim tuzluluk artışı için yüzde verim düşüşünü belirtmektedir (Şekil 1). Tuzluluğa karşı bitki verim-tepki modelinde toprağın saturasyon çamuru tuzluluğu (EC<sub>e</sub>) dikkate alınmaktadır (Hoffman *et al.* 1992). Söz konusu verim-tepki modelinde bitkilerin öncelikle toprak çözeltisi osmotik potansiyeline tepki verdiği varsayılmaktadır. Özel iyon veya elementlerin etkileri ayrıca dikkate alınmakta ve önem bakımından ikinci sırada gelmektedir (Tanji 1990).

Hava sıcaklığı, atmosfer nemi ve hava kirliliği gibi çeşitli iklimsel ve çevresel etmenler bitki tuz toleransını önemli şekilde etkilemektedir. Genelde çoğu bitkiler soğuk ve nemli şartlarda sıcak ve kuru şartlardan daha fazla tuz stresini tolere edebilirler. Yüksek atmosfer nemi tek başına bazı bitkilerin tuz toleransını artırma eğilimindedir, yüksek nemlilik genelde tuza toleranslı bitkilere göre tuza duyarlı bitkilere daha yararlı olmaktadır (Hoffman ve Rawlins 1971, Hoffman ve Jobses 1978, Tanji 1990).

Gün boyunca veya ilkbahar veya yazın uygulanan tuzluluk, gece boyunca veya sonbahar esnasında uygulanan tuzluluktan daha fazla verim düşüşüne neden olmaktadır (Van Ieperen 1996). Çünkü yazın daha yüksek sıcaklıklar, daha fazla aydınlanma ve daha düşük nispi nem daha fazla transpirasyona neden olarak bitki su potansiyelini düşürür. Yüksek transpirasyon yanında tuzluluk da bitki su potansiyelini düşürmektedir. Düşen bitki su potansiyeli meyveye olan su akışını azaltarak meyve gelişim hızını azaltmaktadır (Johnson *et al.*, 1992).



Şekil 1. Tuzluluğa karşı bitki verim-tepki modeli (Maas and Hoffman, 1977)

Bu çalışmada çeşitli iklimsel ve çevresel etmenlerin değişimine bağlı olarak domatesin tuzluluğa karşı verdiği tepkilerdeki değişimler incelenmiştir.

### 1.1. Domatesin Tuzluluğa Karşı Toleransı

Serada saksılarda yapılan bir çalışmada 0.25, 2.5, 5.0 ve 10 dS m<sup>-1</sup> düzeylerinde tuzlu sulama sularıyla domates yetiştirilmiş ve tuzluluğun artmasıyla birlikte verimde düşüşler belirlenmiştir. Tuzluluğun 0.25 dS m<sup>-1</sup> den 10 dS m<sup>-1</sup> ye yükseltilmesi bitki başına verimin 1830 gramdan 268 grama düşüşüne neden olmuştur (Yurtseven ve ark., 2005). Söz konusu çalışmada tuzlulukla birlikte verim düşüşlerinin 2.5 dS m<sup>-1</sup> sulama suyu tuzluluk düzeyinden itibaren görüldüğü belirtilmiştir. Hoffman et al. (1992) saturasyon çamuru tuzluluğuna yani toprak tuzluluğuna (Ece)'göre domates için eşik tuzluluk düzeyinin 2.5 dS m<sup>-1</sup>, eşik sonrası verim düşüşünün ise saturasyon çamuru tuzluluğunun birim artışı için %9.9 olduğunu saptamış ve domatesin tuzluluğa karşı orta derecede duyarlı bir bitki olduğunu belirtmiştir. Shalhevet ve Yaron (1973) suni olarak tuzlandırılmış saksılarda yetiştirilen endüstriyel domateslerin verimlerinde 2.0 dS m<sup>-1</sup> saturasyon çamuru tuzluluğundan sonra her 1.5 dS m<sup>-1</sup> artış için %10 düşüş olduğunu belirlemişlerdir.

Rhoades et al. (1992), tuz toleransı verilerinin her yerde tuzluluktan kaynaklanan verim kayıplarını doğru ve ölçülebilir şekilde sağlayamayacağını çünkü tuzluluğa karşı bitkinin gerçek tepkisinin iklim ve toprak şartları, tarımsal yönetim ve sulama yönetimi, bitki çeşidi ve gelişme dönemi gibi çeşitli şartlarla değişim göstereceğini bildirmişlerdir. Nitekim De Hayr et al (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, sulama suyu tuzluluğunun yıkama oranının 2.2 katına bölünmesiyle bulunan ortalama kök bölgesi

tuzluluğu ( $EC_{se} = \frac{EC_w}{2.2 \times LF}$ ) terimi ortaya atılmış ve bu terime göre domateste eşik tuzluluk düzeyinin kumlu topraklarda 3.5 dS m<sup>-1</sup>, tınlı topraklarda 2.0 dS m<sup>-1</sup> ve killi topraklarda 1.2 dS m<sup>-1</sup> olduğu saptanmıştır.

### 2. Işık ve Tuzluluğun Bitki Parametrelerine Etkisi

Işık; insan gözünün duyarlılığına dayanan ve elektromanyetik spektrum içerisinde yaklaşık 380–720 nm dalga boyları arasındaki görünür ışınım enerjisi olup, bitki gelişmesinde etkili fizyolojik işlemlerin gerçekleşebilmesi için en önemli çevre faktörüdür Işınım ise bir

ortam veya maddeden, elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar yayılması veya dağılmasıdır (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).

Işık yapraklarda klorofil oluşumu, fotosentezin yapılması, sürgün, yaprak, çiçek ve meyvelerin normal şekil, irilik ve kalınlıkta oluşabilmeleri ve meyvelerde renk oluşumu üzerine doğrudan ve dolaylı olarak etkili olmaktadır. Bitkilerin ışığa olan gereksinimleri, bu enerjinin şiddetine, süresine ve kalitesine göre değişiklik gösterir. Bitkilerde fotosentez olayının oluşumu daha çok orta dalga boylu ışınlarla mümkün olmaktadır. Genellikle ışığın azalması ile birlikte bitkilerde kök ve gövde gelişiminde yavaşlama veya azalma meydana gelmektedir (Eriş, 1990).

Işığın bitki verimine etkisi üzerine yapılan çalışmalar sonucunda; domates bitkisinde yüksek ışık yoğunluğunun düşük ışık yoğunluğuna göre meyve sayısını %10 artırdığı belirtilmiştir. Yine yapılan çalışmalar sonucunda; domates bitkisinde artan ışık yoğunluğu ile birlikte salkım başına meyve sayısının ve meyve ağırlığının arttığı, patlıcan da ise yalnızca meyve sayısının arttığı belirtilmiştir (Uzun, 1999).

Sulama suyu tuzluluğunun, ışıkla birlikte bitki büyüme, gelişme, verim ve kalite üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar sonucunda, yüksek ışık ve düşük EC'li su uygulamasının; su ve mineral madde alımının yükselmesine yol açtığı, bunun da verimi iyileştirdiği fakat meyve kalitesini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Dorais et al, 2001). Yine domates bitkisinde gündüz uygulanan yüksek tuzlulukta (17 dS m<sup>-1</sup>) meyve büyüme oranı azalırken, gece uygulanan tuzluluk seviyelerinde meyve büyüme oranının hem düşük hem de yüksek tuzluluk düzeylerinde benzer özellik gösterdiği belirtilmiştir (Ehret ve Ho, 1986).

Genellikle gündüz tuzluluk etkisinin gece tuzluluk etkisinden daha önemli olduğu, yüksek oranda su ve besin maddesi alımının gündüz yapıldığı ve yüksek tuzluluğun her ikisini engellediği ispatlanmıştır (Ehret ve Ho, 1986). Domates bitkisinde ürün kaybı olmadan yaz veya sonbahar yetiştiriciliğinde daha kaliteli ürün elde etmek için topraksız yetiştiricilikte gündüz normal tuzluluk, gece ise yüksek tuzluluk kullanılması uygundur (Nederhoff, 1999).

Van Ieperen (1996), serada domates bitkisinde yaz ve sonbahar yetiştiriciliğinde, gündüz/gece farklı EC değerleri (1/9, 9/1, 5/5 ve 9/9 dS m<sup>-1</sup>) kullanarak gerçekleştirdiği çalışmada tüm konularda yazın yüksek ışık yoğunluğu altında (17.5 MJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>) elde edilen verimin, sonbaharda düşük ışık yoğunluğu altında (6 MJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>) elde edilen verimden yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 2). Yine aynı çalışmada gündüz/gece tuzlu su uygulamalarının meyve kalitesi üzerine etkileri araştırılmış; 9/9 dS m<sup>-1</sup> gündüz/gece uygulamasında diğer uygulamalara göre, kuru madde miktarının daha yüksek, meyve büyüklüğünün daha küçük ve çiçek dibi çürüklüğü (BER-Blossom End Rot) zararının daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Sonbaharda hasat edilen meyvelerdeki kuru madde oranı, gün boyunca düşük EC'li su (1/9) uygulamasında azalmış, yüksek EC'li su (9/1) uygulamasında artmıştır. Bu farklılık taze meyve ağırlığının gündüz artan tuzlulukla düşmesine karşılık meyve başına ortalama kuru ağırlığın değişmemesinden kaynaklanmıştır. Yaz yetiştiriciliğinde ise kuru madde miktarı, tuzluluk nedeniyle yine taze ve kuru meyve ağırlığı farklılığından etkilenmiş ancak bu etki

istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. BER her iki dönemde de gündüz yüksek EC'li su uygulamasında artmıştır.

Ortalama meyve kuru ağırlığında yazın 9/9 dS m<sup>-1</sup> uygulamasında diğer uygulamalara oranla azalma görülmüş olmasına karşılık sonbaharda aynı uygulamada bir farklılık görülmemiştir.

Tuzluluk uygulamaları genç domates bitkilerinin gelişimini etkilemiştir. EC nin 5/5 oranından 9/9 oranına yükseltilmesiyle; bitki taze ağırlığı %20-30, bitki kuru ağırlığı %15-20 ve yaprak alanı %20-30 azalmıştır. EC nin 1/9 ile 5/5 uygulama oranları karşılaştırıldığında; bitki taze ve kuru ağırlığı az oranda artarken, yaprak alanı etkilenmemiştir. EC nin 9/1 ile 5/5 uygulama oranları karşılaştırıldığında ise; bitki taze ağırlığı %8-19, bitki kuru ağırlığı %9-13 ve yaprak alanı %17-21 oranında azalmıştır.

Gece boyunca düşük tuzluluk, gündüz boyunca yüksek tuzluluk uygulamasının meyve kuru madde içeriğini geliştirdiği, besin solüsyonunun kompozisyonuna bağlı olarak gün boyunca düşük tuzluluğun meyve Ca içeriğini ve iletimini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir (Dorais ve ark., 2001).

Çizelge 2. Farklı EC Oranlarının Yaz ve Sonbahar Sezonunda Gündüz/Gece Uygulanmasının Domates Bitkisinde Verim ve Kalite Üzerine Etkisi (Van Ieperen, 1996)

Parametreler	Sezon	Gündüz/Gece EC (dS m <sup>-1</sup> )				Önemlilik
		9/1	1/9	5/5	9/9	
Verim (kg/bitki)	Yaz	2.76 b	3.90 c	3.19 b	2.07 a	0.01
	Sonbahar	1.09 b	1.15 b	1.05 b	0.85 a	0.01
Meyve sayısı (adet/bitki)	Yaz	46.6	55.3	49.1	48.6	Önemsiz
	Sonbahar	24.8	25.4	24.8	23.5	Önemsiz
Ort.meyve taze ağır. (g/meyve)	Yaz	57.7 b	70.5 c	65.0 c	42.7 a	0.02
	Sonbahar	43.9 b	45.2 b	42.2 b	36.2 a	0.02
Kuru madde (%)	Yaz	6.6 b	5.7 a	6.0 a	7.6 c	0.01
	Sonbahar	5.6 b	5.1 a	5.4 ab	6.5 c	0.05
BER'li meyveler (%)	Yaz	4.2 b	0.6 a	2.5 b	25.1 c	0.02
	Sonbahar	3.7 b	0.5 a	2.2 b	8.7 c	0.02

Bruggink et al. (1987), genç domates bitkilerinde gün boyunca düşük tuzluluk uygulamasının, yüksek tuzluluk uygulamasına oranla vejetatif gelişmeyi olumlu etkilediğini bildirmişlerdir.

### 3. Sıcaklık ve Tuzluluğun Bitki Parametrelerine Etkisi

Sıcaklık ile bitki gelişimi arasındaki ilişki çok karmaşıktır. Sıcaklık bitkilerin büyüme ve çoğalmalarına neden olan çeşitli metabolik işlemlerin reaksiyon hızlarını kontrol eden bir faktördür (Aldrich, 1984). Sıcaklık genelde bitki gelişme hızını belirlemede ve bunun sonucunda verim verebilmesi için bitkinin

ihtiyaç duyduğu toplam gelişme dönemi süresini etkilemektedir (Doorenbos et al., 1986).

Teorik ve deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar, yüksek sıcaklıkların genellikle bitki verimini azalttığını ortaya koymaktadır. Bunun sebebi, genellikle artan sıcaklıkların bitki büyüme süresini kısaltmasının yanında bitki büyüme hızını da artırması olarak kabul edilmektedir. Yüksek sıcaklıklar, bitkilerde yapraklanma hızını ve yaprak genişleme hızını artırmasının yanında yaprağın ömrünü kısaltmakta ve daha düşük sıcaklığa maruz kalan yapraklardan çok daha erken fotosentetik kapasiteyi düşürmektedir. Bu durumda bitkinin toplam olarak hayat süresi kısalacak ve daha düşük sıcaklıklardaki bitkiler daha uzun süre yeşil kalacak ve fotosentez yapacaktır. Böylece daha yüksek sıcaklıklar da yetiştirilen bitkiler verimde erkencilik sağlamakla birlikte ürün süresi kısa olacağından toplam verim azalmaktadır (Uzun, 1999).

Yüksek sıcaklığın bitki büyüme ve gelişmesine olan zararlı etkileri; bitki gövde direncinin azalması, yaprak alanının azalması, tohum döllenenmesinin kötüleşmesi, meyve tutumunun azalması, meyve boyutunun küçülmesi ve çiçeklenmesinin gecikmesi şeklinde özetlenebilir. Sıcaklığın bitkinin donma noktasından daha düşük olması, bitki hücrelerinde doğrudan fiziksel zararlara neden olabilir. Bitki hücrelerinin en yüksek ve en düşük sıcaklıklara karşı toleransı, bitki türlerine bağlı olarak değişir. Seralarda yetiştirilen bitkiler için sıcaklığın asıl etkisi, solunum işlemindedir. Sera ortamındaki hava sıcaklığının 10 °C artması, solunum hızını yaklaşık iki kat artırır. Işınım düzeyinin düşük olduğu koşullarda sıcaklığın bitki gelişimine etkisi, ışınım düzeyinin yüksek olduğu koşullardan daha fazladır (Öztürk ve Başçetinçelik, 2002).

Sulama suyu tuzluluğunun, sıcaklıkla birlikte bitki büyüme, gelişme, verim ve meyve kalitesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılan çalışmalarda, özellikle sıcaklık artışı ile birlikte tuzluluk etkisinin daha da arttığı belirlenmiştir. Çünkü tuzlulukla birlikte artan su ve besin maddesi alımı eksikliğine, sıcaklık artışıyla birlikte bitkilerde artan transpirasyon sonucu oluşan su eksikliği etkisi eklenmektedir. Ayrıca artan sıcaklıkla birlikte buharlaşmanın artması da bitki su tüketimini artırmakta ve

bitkilerin su alımını olumsuz yönde etkilemektedir.

Yüksek EC ve yüksek sıcaklık, ışığında etkisi göz önünde bulundurulmak koşuluyla bitki büyüme, gelişme ve verim üzerine etkisi olumsuz olmasına karşılık meyve kalitesini olumlu yönde etkilemiştir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki; gün boyunca veya ilkbahar ve yaz aylarında uygulanan tuzluluk, gece boyunca veya sonbahar esnasında uygulanan tuzluluktan daha fazla verim düşüşüne neden olmaktadır (Van Ieperen, 1996). Çünkü daha yüksek sıcaklıklar ve tuzluluk bitki su potansiyelini düşürmekte ve bu durum meyveye olan su akışını azaltarak meyve gelişim oranını azaltmaktadır (Johnson et al. 1992).

Yüksek sıcaklık-düşük tuzluluk uygulamasında verim düşüşüne daha çok ortalama meyve ağırlığındaki azalma neden olurken, yüksek sıcaklık-yüksek tuzluluk uygulamasında verim düşüşüne meyve sayısındaki azalma neden olmaktadır (Van Ieperen, 1996; Soria ve Cuarter, 1997).

Yine serada domates bitkisinde yapılan bir çalışmada gündüz yüksek sıcaklık (25 °C) düşük EC (2 dS m<sup>-1</sup>) uygulanan konulara göre gece düşük sıcaklık (19 °C) yüksek EC (8 dS m<sup>-1</sup>) uygulanan konularda (Çizelge 3-4), meyve kalite parametrelerinden; meyve kuru madde içeriği, şeker içeriği, asitlilik ve raf ömrü artmış olmasına karşılık ortalama meyve ağırlığı ve bu nedenle verim, bitki ağırlığı ve yaprak alanı azalmıştır (Nederhoff, 1999).

Ayrıca; meyve gelişiminin ilk başlarında ortaya çıkan, kahverengi doku oluşumuyla başlayan fizyolojik bir hastalık olan ve meyve kalitesini olumsuz etkileyen çiçek dibi çürüklüğü (BER - Blossom End Rot) oluşumu, gündüz düşük tuzluluk uygulamasıyla azalmıştır (Nederhoff, 1999).

Sera içi iklim şartlarında; farklı sera içi gece sıcaklıkları (12 °C, 15 °C, 18 °C, 21 °C) ve farklı kök bölgesi sıcaklıklarında (12 °C, 18 °C, 24 °C, 30 °C, 36 °C) domates bitkisinin besin maddesi alımı incelenmiş; yüksek gece sıcaklığı (21 °C), yapraklarda Ca ve Na birikimini teşvik ederken, P konsantrasyonunun azalmasına neden olmuştur. Kök bölgesi sıcaklığının 12 °C den 24 °C ye yükselmesi ise; yapraklarda P, K, Mg, Ca, Fe ve Mn içeriğini artırırken, Na içeriğini olumsuz etkilemiştir (Gosselin ve Trudel, 1983).

Çizelge 3. Farklı Sıcaklık ve Işık Değerlerinde Domates Bitkisi İçin Farklı EC Değerlerinin Meyve Üretimi ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi (Nederhoff, 1999)

Parametreler	Gündüz EC ( $dS m^{-1}$ ) Sıcaklık = 25 °C			Gece EC ( $dS m^{-1}$ ) Sıcaklık = 19 °C		
	2 dSm <sup>-1</sup>	8 dSm <sup>-1</sup>	Önemlilik	2 dSm <sup>-1</sup>	8 dSm <sup>-1</sup>	Önemlilik
Meyve verimi (g/bitki)	2150	830	0.05	1650	1330	0.10
Ort. meyve ağırlığı (g/meyve)	88	53	0.05	76	65	0.10
BER oranı (%)	2	33	0.05	12	23	0.05
Meyve kuru madde içeriği (%)	5.3	7.3	0.05	6	6	Önemsiz
Meyve toplam çözülebilir şeker (° Brix)	5.2	7.7	0.05	5.8	7.2	0.05
Meyve titre edilebilir asit (% c.a)	4.9	7.9	0.05	5.5	7.2	0.05
Meyve Ca içeriği (mg/g kuru)	1.7	1.1	Önemsiz	1.7	1.2	Önemsiz
Raf ömrü (Büzülme olmamış %)	58	94	0.10	67	84	Önemsiz

Çizelge 4. Farklı Sıcaklık ve Işık Değerlerinde Domates Bitkisi İçin Farklı EC Değerlerinin Vejetatif Gelişme Üzerine Etkisi (Nederhoff, 1999)

Parametreler	Gündüz EC ( $dS m^{-1}$ ) Sıcaklık = 25 °C			Gece EC ( $dS m^{-1}$ ) Sıcaklık = 19 °C		
	2 dSm <sup>-1</sup>	8 dSm <sup>-1</sup>	Önemlilik	2 dSm <sup>-1</sup>	8 dSm <sup>-1</sup>	Önemlilik
Yaş gövde ağırlığı	488	324	0.05	433	379	0.10
Yaş yaprakların ağırlığı	1183	753	0.05	1051	839	0.10
Yaprak alanı (m <sup>2</sup> /bitki)	2.01	1.10	0.05	1.69	1.42	Önemsiz

### 3. Bağlı Nem ve Tuzluluğun Bitki

#### Parametrelerine Etkisi

Sera içinde iklim faktörlerinin ayarlanmasında ve bitki gelişimi üzerinde bağlı nem büyük rol oynamaktadır. Normal bitki gelişimi için en uygun bağlı nem oranı genellikle %50–80 arasında değişir. Bağlı nem oranının %20 den düşük olması, özellikle güneş ışınımının yüksek olduğu koşullarda buharlaşma kayıplarını bitkilerin dengeleyebileceği değerlerden daha fazla artırdığından bitkilerin solmasına neden olur. Kontrollü ortamlarda bitkisel üretim için, en düşük bağlı nem oranı %60 olmalıdır. Bağlı nem oranının yüksek olması durumunda bitkide yapraklanma, hastalık ve zararlılara karşı

duyarlılık artar, ürün kalitesi azalır. Özellikle patojenik sporların bir çoğu, bağlı nemin %95 veya daha üst değerlerinde çoğalırlar.

Sera havasının bağlı nem oranı, bitki yaprak sıcaklığını etkilemektedir. Hava sıcaklığı 20 °C olduğunda, bağlı nem oranının %40–80 arasında olması yaprak sıcaklığı üzerinde çok az bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte, hava sıcaklığının 40 °C olması durumunda belirtilen sınırlar arasındaki bağlı nem oranının yaprak sıcaklığı üzerinde önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Havadaki bağlı nem oranı veya su buharı basıncı ile bitki büyümesi arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır. Doymuş açığı 0.2–1.0 kPa olması durumunda, bağlı nem bahçe bitkilerinin

fizyolojisi ve gelişmesinde çok az etkilidir. Düşük doyum açığı değerlerinde yapraklara olan Ca taşınımı ve kanopi transpirasyonu azalır. Buhar basıncının 1 kPa dan daha yüksek olması durumunda, büyümenin olumsuz olarak etkilendiği belirtilmiştir.

Sulama suyu tuzluluğunun, bağıl nem ile birlikte bitki büyüme, gelişme, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, yüksek EC değerlerinde yüksek bağıl nemin yaş meyve verimini artırdığı, kuru meyve veriminde ise önemli bir etkiye sahip olmadığı gözlenmiştir (Stanghellini ve Li, 2001). Yine domates bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada yüksek tuzlulukla birlikte yükseltelen sera içi bağıl neminin, meyve büyüklüğünü artırması sonucu meyve verimini iyileştirmesi yanında BER oranını azaltması

sayesinde meyve kalitesini de iyileştirdiği bildirilmiştir (Dorais et al. 2001).

Farklı tuzluluk düzeylerindeki suların düşük ve yüksek bağıl nem şartlarında domates bitkisinin vejetatif gelişimine etkisini belirlemek için yaz ve sonbahar mevsimlerinde yapılan bir çalışmada (Çizelge 5); sonbaharda, düşük ve yüksek bağıl nem şartlarında düşük ve yüksek EC uygulamaları yaprak sayısını etkilemezken, düşük bağıl nem–düşük EC uygulamasında yaprak alanı ve yaprak alanı indeksi en yüksek değeri almıştır. Yazın ise, en az yaprak sayısı düşük bağıl nem–yüksek EC uygulanmasından elde edilirken, düşük bağıl nem–düşük EC uygulanmasında en fazla yaprak alanı ve en yüksek yaprak alanı indeksi değerlerine ulaşılmıştır (Stanghellini ve Li, 2001).

Çizelge 5. Düşük ve Yüksek Bağıl Nemin Farklı EC Değerlerinde Domates Bitkisinde Vejetatif Gelişme Üzerine Etkisi (Stanghellini ve Li, 2001)

Parametreler	Sezon	Yüksek Bağıl Nem		Düşük Bağıl Nem		Önemlilik
		2.0 dS m <sup>-1</sup>	9.0 dS m <sup>-1</sup>	2.0 dS m <sup>-1</sup>	9.0 dS m <sup>-1</sup>	
Yaprak sayısı	Yaz	63.0 a	66.7 b	65.9 ab	70.3 c	0.05
Yaprak alanı		4.35 c	3.57 a	4.49 c	3.85 b	0.05
Yaprak alanı indeksi		2.59 b	2.15 a	2.61 b	2.18 a	0.05
Yaprak sayısı	Sonbahar	42.6	44.0	43.4	44.6	Önemsiz
Yaprak alanı		2.21 b	1.82 a	2.50 c	1.86 a	0.05
Yaprak alanı indeksi		2.27 b	1.95 a	2.40 b	1.97 a	0.05

Stanghellini et al., (2001) çeşitli sera içi bağıl nem şartlarında farklı EC değerlerinin (2, 6.5, 8, 9.5 dS m<sup>-1</sup>) etkisini araştırdıkları çalışmada, yüksek EC uygulamaları ile 2 dS m<sup>-1</sup> uygulaması karşılaştırıldığında, meyve taze verimi %12–18 azalırken, sera içi bağıl neminin düşük olması durumunda bu oran %20–28 arasında azaldığı belirlenmiştir. Yine aynı çalışmada; pazarlanabilir meyve üretimi ve meyve ağırlığı üzerine sulama suyu tuzluluğu ve bağıl nemin etkisi incelenmiş, yüksek bağıl nemde her birim (dS m<sup>-1</sup>) tuzluluk artışında pazarlanabilir meyve verimi %3.4, meyve ağırlığı ise %3.2 azalırken, düşük bağıl nemde pazarlanabilir meyve verimi %5.1 ve meyve ağırlığı ise %3.8 azalmıştır.

#### 4. Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve Tuzluluğun Bitki Parametrelerine Etkisi

Karbondioksit klorofil özümlemesine etkin bir şekilde katıldığından önemli bir çevre

faktördür. Fotosentez sürecinde yapraklardaki stomalardan bitkiye giren CO<sub>2</sub> bitki tarafından daha sonra kullanılmak üzere karbondioksitlere dönüştürülür. Seradaki hava sıcaklığının sabit olması durumunda, CO<sub>2</sub> miktarı fotosentetik etkinliği doğrudan etkiler. Işınım düzeyi ve diğer faktörlerin uygun olmaması nedeniyle fotosentez işleminin sınırlanması durumunda, bitkideki solunum hızının artması karbondioksit kaybına neden olur ve ürün kalitesi azalır.

Örtü altında bitki yetiştiriciliği açık alanlara göre farklılıklar göstermektedir. Seralar kapalı alanlar oldukları için, açık alanlara göre oldukça farklı iklim özellikleri taşımaktadırlar. Bu ortamda yetiştirilen bitkilerin iyi bir şekilde gelişebilmeleri için sıcaklık, hava nemi, ışık ve havanın karbondioksit idaresi birincil çevre koşulları arasındadır (Cemek ve Apan, 2001).

Bitkilerin CO<sub>2</sub> miktarının fazla olduğu ortamlarda uzun süre bırakılması durumunda, bitki adaptasyonu ve fotosentetik etkinliğin

kötüleşmesi nedeniyle CO<sub>2</sub> artırımının olumlu etkisi azalabilir. Domates yetiştiriciliğinde CO<sub>2</sub> artırımının fotosentez hızına olan olumlu etkisi, bitkilerin CO<sub>2</sub> miktarı yüksek olduğu ortamda uzun süre tutulması sonucunda azalmıştır (Besfort et al. 1990).

Sulama suyu tuzluluğunun CO<sub>2</sub> ile birlikte bitki büyüme, gelişme, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, yüksek CO<sub>2</sub> ve düşük EC uygulamasının, serada yetiştirilen domates bitkisinde, su ve ışık kullanım etkinliğini, fotosentez ve fotoassimilat birikimini artırmasına karşılık fazla su alımı nedeniyle meyve kalitesinin olumsuz yönde etkilendiği ve meyvelerde çatlamaya karşı hassaslığın arttığı bildirilmiştir. Yüksek CO<sub>2</sub> ve yüksek EC uygulanması durumunda ise; meyve kalitesi olumlu yönde etkilenecek, meyve renk indisi, toplam şeker, çözünebilir katılar ve olgunlaşmış meyvelerde pürüzsüzlük artmıştır. Böylece söz konusu araştırmada, tuza toleranslı bitkilerde CO<sub>2</sub> e verilen bu tepkiden yararlanarak, tuzluluktan kaynaklanan verim kayıpları olmaksızın yüksek kalitede meyve üretiminin mümkün olabileceği bildirilmiştir (Dorais et al. 2001).

Sonneveld ve Wells (1988), sera şartlarında 340 mbar CO<sub>2</sub> seviyesinde domates bitkisinde yaptıkları çalışmada, yüksek EC (5.9

dS m<sup>-1</sup>) uygulamasının düşük EC (2.6 dS m<sup>-1</sup>) uygulamasına oranla verimi %5-7 oranında azalttığını, kuru madde, raf ömrü ve asitliliği artırması yanında ve olgunlaşmada lekeliği azaltması nedeniyle kaliteyi olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

## 5. Sonuç

Gerek kalitesi düşük suların tarımda kullanılması zorunluluğunun giderek artıyor olması ve gerekse serada topraksız kültür yetiştiriciliğinde besin çözeltisinin çevrimi sonucu ortamın ve çözeltinin tuzlaşması sonucu tuzluluk zamanımızda kaçınılmaz bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Tuzlu şartlarda yetiştiricilik yapılabilmesi öncelikle tuzluluk yönetimine bağlı olmaktadır. Tuzluluğu yönetebilmek için ise çeşitli şartlarda tuzluluğun bitki gelişimi, verimi ve kalitesi üzerine olan etkilerinin bilinmesini gerektirmektedir.

Artan tuzlulukla birlikte bitki gelişiminin ve veriminin azaldığı bilinen bir gerçektir. Ancak farklı tuzluluk yönetim şekilleriyle birlikte tuzluluğun olumsuz etkileri hafifletilebilmekte, hatta meyve kalitesi artırılabilen ve böylelikle tuzluluk nedeniyle oluşan verim kayıpları kısmen de olsa dengelenebilmektedir.

## Kaynaklar

- Aldrich, R. A., 1984. Environmental Principles of Plant Growth Structures in: Environmental Control of Agricultural Buildings. The Avi Publicationing Company inc.
- Ayers, R.S. and Westcot, D.W., 1989. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rome.
- Besford, R.T., Ludwing, L.J. and Withers, A.C., 1990. The Greenhouse Effect: Acculimation of Tomato Plants Growing in High CO<sub>2</sub>, Photosynthesis and Ribulose-1, 5 Bis Phosphate Carbxylase Protein, Journal of Experimental Botany 41 ,pp. 925-931.
- Bruggink, G. T., Schouwink, H. E. and Coolen, E., 1987. Effects of Different Day and Night Osmotic Pressure of The Nutrient Solution on Growth, Water Potentials and Osmotic Potentials of Young Tomato Plants in Soilless Culture. Soilless Culture, 3, 9 – 19.
- Cemek, B. and Apan, M. 2001. CO<sub>2</sub> in Bitki Su Tüketimi Üzerine Etkisi. OMÜ Zir Fak. Dergisi, 200, 16(1):79:88.
- DeHayr, R., Diatloff, N. and Gordon, I., 1997. Irrigation water quality, salinity and soil structure stability. Resource Sciences Center, NRQ 97089, ISSN 1327-5364, The State of Queensland.
- Dişli, Y., 1997. Antalya İli Kale (Derme) İlçesi Yer altı Sulama Suyu Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üni. Fen Bilimleri Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Konya.
- Dorais, M., Papadopoulos, P. A. and Gosselin, A., 2001. Influence of Electric Conductivity Management on Greenhouse Tomato Yield and Fruit Quality. INRA, EDP Sciences Agronomie 21, 367 – 383.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H., 1986. Yield response to water, FAO Irrigation and Drainage Paper 33, Rome.
- Ehret, D. L., Ho, L. C., 1986. The Effect of Salinity on Dry Matter Partitioning and Fruit Growth in Nutrient Film Culture. J. Hortic. Sci. 61, 361 – 367.
- Eriş, A., 1990. Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. Uludağ Ü. Ziraat Fak. Ders Notları No: 11, II. Baskı, Bursa.
- Fernández-García, N., Martínez, V. and Carvajal, M., 2004. Effect of salinity on growth mineral composition and water relations of grafted tomato plants. J. Plant Nutr. Soil Sci., 167: 616-622.
- Gosselin, A. and Trudel, M. J., 1983. Interactions Between Air and Root Temperatures on Greenhouse Tomato: II. Mineral Composition of Plants. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 108, 905-909.



- Hoffman, G.J. and Rawlins, S.L., 1971. Growth and water potential of root crops as influenced by salinity and relative humidity. *Argon. J.* 63: 877-880.
- Hoffman, G.J. and Jobes, J.A., 1978. Growth and water relations of cereal crops as influenced by salinity and relative humidity. *Argon. J.* 70: 765-769.
- Hoffman, G.J., Howell, T.A. and Solomon, K.H., 1992. Management of Farm Irrigation Systems. ASAE Monograph number 9 published by ASAE.
- Johnson, R. W., Dixon, M. A. and Lee, D. R., 1992. Water Relations of The Tomato Fruit During Growth. *Plant Cell Environ.* 947 – 953.
- Kendirli, B. ve Çakmak, B., 2005. Sulanan arazilerde problemler ve çözüm önerileri. *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Dergisi Türk Tarım*, 164: 28-33.
- Maas, E.V. and Hoffman, G.J., 1977. Crop salt tolerance-current assesment. *J. Irrigation and Drainage Division.*, ASCE 103 (IR2): 115.
- Nederhoff, E., 1999. Effects of Different Day/Night Conductivities on Blossom – End Rot, Quality and Production of Greenhouse Tomatoes. *Acta. Hort.* 481, 495 – 502.
- Öztürk, H.H. and Başçetinçelik, A., 2002. seralarda Havalandırma. *Türkiye Ziraat odaları Birliği*, yayın No:227, Ankara.
- Rhoades, J.D., 1990. Diagnosis of Salinity Problems and Selection of Control Practices. In: Tanji, K.K. *Agricultural Salinity Assesment and Management*. Published by American Society of Civil Engineers, 619 pp, New York.
- Rhoades, J.D., Kandiah, A. and Mashali, A.M., 1992. The use of saline waters for crop production. *FAO Irrigation and Drainage Paper* 48, Rome.
- Shalhevet, J. and Yaron, B., 1973. Effect of soil and wate salinity on tomato quality. *Plant and Soil*, 39: 285-292.
- Sonneveld, C. and Welles, G., 1988. Yield and Quality of Rockwool – Grown Tomatoes as Affected by Variations in EC–Value and Climatic Conditions. *Plant and Soil* 111, 37–42.
- Soria, T. and Cuartero, J., 1997. Tomato Fruit Yield and Water Consumption With Salty Irrigation. *Acta. Hort.* 458, 215 – 219.
- Sönmez, İ. and Kaplan M., 2004. Demre Yöresi Seralarında Toprak Ve Sulama Sularının Tuz İçeriğinin Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 155–160.
- Stanghellini, C., Li, Y. L. and Challa, H., 2001. Effect of EC and Transpiration on Production of Greenhouse Tomato. *Sci. Hort.* 88, 11–29.
- Stanghellini, C. and Li, Y. L., 2001. Analysis of The Effect of EC and Potantial Transpiration on Vegetative Growth of Tomato. *Sci. Hort.* 89, 9–21.
- Tanji, K.K., 1990. *Agricultural Salinity Assesment and Management*. Published by American Society of Civil Engineers, 619 pp, New York.
- Uzun, S., 1999. Sıcaklık ve Işığın Bitki Büyüme, Gelişme ve Verimine Etkisi (III. Verim). *O.M.Ü. Ziraat Fak. Dergisi* 15 (1): 105–108, Samsun.
- Van Ieperen, W., 1996. Effects of different day and night salinity levels on vegetative growth, yield and quality of tomato. *J. Horti. Sci.* 107, 387-390.
- Yurtseven, E., Kesmez, G.D. and Ünlükara, A., 2005. The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (*Lycopersicon esculentum*). *Agricultural Water Management*, 78:128-135.