



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



Topraksız tarımda farklı substrat miktarı ve besin çözeltisi uygulamalarının domateste beslenme ve verim kriterlerine etkisi

Güney Akınoğlu, Ahmet Korkmaz *

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

Özet

Bu çalışmanın amacı, 1:1 torf:perlit karışımından elde edilen üç farklı miktardaki katı ortam kültürüne (SA:600 g az, SO:1030 g orta ve SF:1490 g fazla) günlük uygulanan dört farklı besin çözeltisinin (75, 125, 175 ve 225 ml/gün) domates bitkisinde meyve, sap verimi, meyve büyüklüğü, sayısı ve yaprak ile meyvede kalsiyum ve bor kapsamlarına etkilerini belirlemektir. Substrat miktarı azaldıkça verim ve ortalama meyve ağırlığı azalmıştır. Besin çözeltisi miktarı arttıkça ortalama meyve ağırlığı hariç, verim ve bitkinin gelişimi önemli derecede artmıştır. En yüksek verim 1030 g substrat miktarında 175 ml besin çözeltisiyle elde edilmiştir. Günlük optimum besin çözeltisi miktarı saksıdaki substrat miktarına bağlı olarak değişmiştir. Meyvede Ca kapsamı substrat miktarı azaldıkça önemli derecede azalmış; fakat besin çözeltisi miktarı arttıkça artış göstermiştir. Substrat miktarının ve günlük besin çözeltisi hacminin yaprakta Ca kapsamına etkileri önemsiz bulunmuştur. Meyvede bor kapsamı substrat miktarı azaldıkça azalmış, günlük besin çözeltisi miktarı arttıkça azalmıştır. Domates meyvesinde bor kapsamı 600 g substrat ortamında genellikle düşük bulunmuştur. Günlük besin çözeltisi miktarı yaprakta bor kapsamını önemli derecede etkilememekle birlikte substrat miktarının yaprakta bor kapsamı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Domates yaprağının bor kapsamı 600 g substrat ortamında yetiştirilen bitkilerde düşük bulunmuştur. Bununla birlikte domates yapraklarında kalsiyum ve bor yeterli seviyede bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Katı ortam, domates, substrat miktarı, günlük besin çözeltisi miktarı, verim, kalsiyum, bor.

The effect of different substrate amount and nutrient solution applications on nutrition and yield criteria of tomato plant in soilless culture

Abstract

The objective of this study was to determine the effects of four different doses (75, 125, 175 and 225 ml/day) of daily nutrient solution application into three different amount of substrat media (SA:600 g low, SO:030 g medium and SF:1490 g high) obtained from 1:1 peat:perlite mixture on fruit and steam yield, fruit size and number, calcium and boron contents in leaf and fruit of tomato plant. As the amount of substrate decreased, fuit yield and mean weight of the fruit decreased. As the doses of nutrient solution increased, fruit yield and growth of the plant, except mean fruit weight, significantly increased. The highest yield was obtained with 175 ml/day of nutrient solution in 1030 g of substrate amount. Optimum volume of daily nutrient solution varied depending on the substrate amount in the pot. As the substrate amount decreased, the content of Ca in tomato fruit decreased significantly, but it increased with increasing amount of nutrient solution. The effects of dose of nutrient solution and substrat amount on Ca content in the leaves were not significant. While the content of boron in fruit decreased with decreasing the substrate amount and increasing daily nutrient solution amount. The boron content in the fruit was generally found low at 600 g of substrate media. While the effect of daily nutrient solution doses on the boron content of leaves was insignificant, the effect of substrate amount on the boron content in the leaves was found significant. The boron content in the tomato leaves grown 600 g substrate media was generally low. Also, the calcium and boron content in tomato leaves was found sufficient.

Keywords: Solid media, tomato, substrate amount, daily nutrient solution amount, yield, calcium, boron.

© 2016 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

* Sorumlu yazar:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139 Atakum, Samsun

Tel.: 0(362) 312 19 19

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: akorkmaz@omu.edu.tr

Giriş

Avrupa Birliği, taze domatese ilişkin kalite standartlarının uygulanmasında üniform büyüklüğe, tada ve aromaya, antioksidan içeriğine, olgunluğa ve görseelliğe önem vermektedir. Standartta dikkate alınan bu özellikler tür ve çeşidin genetik özelliklerine ve bitkinin beslenme statüsüne bağlıdır. Katı ortam kültüründe kullanılan maddeler özellikle torf ve perlit olup diğerleri alternatif bitki yetiştirme ortamlarıdır. Substrat içerisinde tuz birikim hızının substrat hacmine, uygulanan besin çözeltilisi hacmine ve uygulama sayısına bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. Ayrıca kök bölgesi hacminin azalması, su stresini arttırarak, transpirasyon hızını azaltarak çiçek burnu çürüklüğünün sebebi olduğu belirtilmektedir. Ortam hacmi; su, besin maddesi alımı ve oksijen sağlanması yönünden önemli olduğu kadar, ortam sıcaklığının gece-gündüz değişimi üzerinde de etkilidir. Substrat miktarı azaldıkça kök miktarının azaldığı, su ve besin alım hızının azaldığı, buna rağmen kök gelişimindeki azalmanın vejetatif gelişmeyi sınırlandırdığı; fakat meyvelenmeyi etkilemediği belirtilmektedir. Ayrıca kök gelişimindeki azalmanın meyve sayısından ziyade meyve verim miktarını daha fazla etkilediği belirtilmiştir ([Weerakkody ve ark., 2007](#)). Özellikle transpirasyon kökler tarafından Ca alımını etkilemektedir. Substrat hacminde azalma transpirasyon hızını azaltarak, bitkide Ca eksikliğine dolayısıyla domates meyvesinde çiçek burnu çürüklüğüne neden olmaktadır. Düşük ortam hacminde (2000 cm³) gelişen bitkilerin yapraklarında kalsiyum kapsamının, fazla miktardaki ortam hacminde (6000 cm³) yetişen bitkilere göre %40 azalma göstermiştir. Toplam taze domates verimi 6000 cm³ kum ortamında yetişen bitkilerde 2000 ve 4000 cm³ kum ortamlarında yetişen bitkilerinkine göre sırasıyla %30 ve %18 daha fazla bulunmuştur. Araştırmacılar küçük kök bölgesi hacmine sahip ortamlarda bitkilerin yapraklarında stomaların kısmen ya da tamamen kapalı durumda bulunması sebebiyle strese girdiğini belirtmiştir ([İsmail ve Dalia, 1995](#)). Damla sulama ile birlikte gübreleme yönteminin yüksek EC'ye yol açma olasılığı düşük olsa da, yapılabilecek uygulama hataları, özellikle hedeflenen toprak hacminin azlığı nedeniyle yüksek tuzluluk sorununa yol açabilmektedir ([Sönmez ve Kaplan, 2004](#); [Özdemir, 1998](#)). [Nesmith ve Duval \(1998\)](#), substrat derinliğinin ve miktarının artması halinde yaprakta fosfor ve potasyum konsantrasyonunun arttığını, terleme hızının arttığını, bunun sonucu olarak bitki başına çiçek burnu çürüklüğu görülen meyve sayısının azaldığını ve meyve büyüklüğünün arttığını bildirmişlerdir. Substrat sisteminde pH değerleri gelişme mevsimi süresince kısmen az hacim, kısmen özellikle düşük tampon kapasitesine sahip olduğu zaman çok değiştiği belirtilmiştir. pH'daki değişimler inert substratlarda çok fazla; organik substratlarda çok stabildir ([Sonneveld, 2002](#)). Gelişme ortamı olarak substrat kullanımında rizosferde tuzlanmayı engellemek için uygulanan besin çözeltilisinin %30'unun drene olmasını sağlayacak şekilde uygulama yapılması gerektiği bildirilmiştir.

Katı ortam kültürü torbalarda da yapılabilir. Yapılan çalışmalar yatay torbaların daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Yatay torbaların uzunluğu 80-120 cm arasında değişebilir. Torbalar tek veya çift sıralı dikime olanak verecek tarzda hazırlanır, genelde torbaların çift sıralı dikime uygun olması tercih edilir. Torbalarda bitki başına olmak üzere domatesten en az 7 L substrat kullanılması önerilir ([Gül, 2008](#)). [Tüzel ve ark. \(2001\)](#) substrat hacminin meyvenin besin kapsamını, su alımını, yaprak alanı indeksini etkilediğini de bildirmişlerdir. Araştırmacılar 4 litrelik saksılarda yetiştirilen domates meyve veriminin 8 litrelik saksılara göre düşük olmakla birlikte C vitamin içeriğinin yüksek olduğunu da bildirmişlerdir. Ortam hacmindeki azalmanın kök gelişimini sınırlandırdığı ve sonuçta domates bitkisinde hem morfolojik hem de fizyolojik bazı işlemlerin zarar görmesine neden olduğu da bildirilmiştir ([Peterson ve ark., 1991](#)).

Domatesin kök bölgesinde kalsiyum seviyesinin düşük olması vejetatif gelişmeyi nadiren kısıtlayıcı bir faktördür ([del Amor ve Marcelis, 2006](#)). Buna rağmen domatesin kalsiyum beslenmesi özel bir dikkat gerektirir. Çünkü bu besin fizyolojik bir bozukluk olan çiçek burnu çürüklüğu oluşumu ile yakından ilgilidir. Bu çiçek burnu çürüklüğu meyvenin kalitesini ve pazarlanabilirliğini azaltır ([Ho ve ark., 1993](#); [Grattan ve Grieve, 1999](#)). Çiçek burnu çürüklüğu domates meyvesinin uç kısımlarındaki kalsiyumun lokal olarak noksan oluşundan meydana gelir ve bu alanlarda kalsiyum eksikliği dokunun yapısının bozulmasına neden olur ([Adams, 2002](#)). Çeşit dahil değişik faktörler, kök bölgesinde kalsiyum, amonyum, potasyum, magnezyum, tuz ve su stresi, oksijen yarıyışlılığı, havanın nispi rutubeti, havanın sıcaklığı bu çiçek burnu çürüklüğünün oluşumunu artırabilir ya da azaltabilir ([Saure 2001](#); [Navarro ve ark. 2005](#)). Çiçek burnu çürüklüğünün oluşumunda bir çok faktörün rolü olup bu fizyolojik bozukluğun meyvedeki kritik kalsiyum konsantrasyonuyla ilişkisi olduğuna dair tam bir bilgi mevcut değildir ([Ho ve White, 2005](#)). [Hao ve Papadopoulos \(2004\)](#)'e göre 3.75 mM kalsiyum içeren besin ortamında çiçek burnu çürüklüğu görülen meyve oluşumu kök bölgesinde magnezyum düzeyinin artmasıyla lineer bir şekilde artış göstermiştir. Bununla beraber 7.5 mM kalsiyum bulunan ortamda magnezyum konsantrasyonu ile çiçek burnu çürüklüğu

görülen meyve sayısı etkilenmemiştir. Aşırı terleme ve sıcaklık seviyeleri su alımını arttırır, ksilem yoluyla yapraklara kalsiyum taşınımı artış gösterir (Taylor ve ark. 2004). Yine de bu tür koşullar altında suyun meyvelere iletimi yapraklarla rekabetinden dolayı azalır. Böylece kalsiyumun meyveye taşınımı aynı zamanda kısıtlanır. Bundan dolayı meyvede çiçek burnu çürüklüğü oranında artış görülür (Adams, 2002). Diğer yandan serada havanın rutubetinde yükselme transpirasyonu azaltarak domates yapraklarında kalsiyum noksanlığına sebebiye verebilir. Bu da verim kaybına ve meyve kalitesinin azalmasına neden olabilir (Hamer, 2003).

Pazarlanabilir taze domates yetiştiriciliğinde bor noksanlığı verim ve meyve kalitesini azaltan yaygın bir problemdir (Davis ve ark., 2003). Smith ve Combrink (2004) tarafından bildirildiğı üzere kök bölgesindeki çok düşük bor düzeyleri domates yapraklarının kırılğan ve solgun yeşil görünüm almasına, çiçek bozukluğuna, meyvelerin sağlamlıktan yoksun olmasına ve meyvelerin depolanma süresince dayanıklılıklarının azalmasına sebep olmuştur. Araştırmacılar ayrıca kuvars kumu ortamında geliştirilen bitkilere verilen besin çözeltisinde 0.02 mg B/l seviyesinde yukarıda belirtilen simptomların görüldüğünü fakat 0.16 mg B/l düzeyinde domates gelişmesinin optimum olduğunu, 0.64 mg B/l'ye kadar bor düzeylerinin toksite simptomlarına sebep olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Smith ve Combrink (2005) yaptıkları çalışmada optimal düzeyin altında bor uygulanması durumunda meyve tutumunun özellikle döllenmenin azaldığını ifade etmişlerdir. Domateste B beslenmesi ile ilgili araştırmalarda bor ile tuzluluk ve ayrıca bor ile su stresi arasındaki interaksiyonlarda incelenmiştir. Ben-Gal ve Shani (2002; 2003) yaptıkları çalışmalarda bor noksanlığı ve tuz ya da su stresi koşulları altında domatesin gelişiminin baskılandığını, tuzlu ya da su stresi şartlarında bor uygulamalarına domatesin responsunun Liebig'in Minimum Yasası ile ifade edildiğini bildirmişlerdir. Diğer bir ifadeyle tuzluluk şartlarında ya da su stresi şartları altında bor uygulamalarının da arttırılması gerektiğı belirtilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi hacminin domates bitkisinde meyve, sap verimi, meyve büyüklüğü, sayısı ve yaprak ile meyvede kalsiyum ve bor kapsamalarına etkilerini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Deneme

Denemede, 1:1 torf-perlit karışımından 3 litrelik saksılara 1490 g (fazla substrat (SF)) ve 1030 g (orta substrat (SO)); 2 litrelik saksılara ise 600 g (az substrat (SA)) koyulmuştur. Farklı miktardaki her 3 ortama günlük bitki başına 75, 125, 175 ve 225 ml besin çözeltisi uygulanmıştır. Deneme 3×4 şeklinde faktöriyel deneme deseninde planlanmıştır. Denemede her muamele 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Denemede drenajı sağlamak için saksıların dipleri delinmiştir. Denemede Tybiff Aq domates çeşiti fideleri her saksıya 31/03/2014 tarihinde bir adet olacak şekilde dikilmiştir. Denemede sulamalar besin çözeltisi ve ilave sulama suyu kullanılarak yapılmıştır. Gerek besin çözeltisi hazırlanmasında gerekse sulamada kullanılan suyun pH'sı 7,68 olup EC değeri 0.42 dS/m'dir. Ayrıca bu sulama suyu 35,06 mg/l Ca, 11,08 mg/l Mg, 0,02 mg/l Zn içermektedir. Saksılar her gün tartılarak ortam miktarlarına bağlı olarak tarla kapasitesinde tutulmuştur. Ortam miktarı azaldıkça tarla kapasitesine getirmek için verilen su miktarı azalmıştır. Bitkinin daha sonra ileri dönemlerinde tartım yapılamadığı için çok az bir yıkanma (%10-20'lik bir yıkanma) olacak şekilde besin çözeltisi uygulamalarından sonra ilave olarak sulama yapılmıştır. Denemede dikimden meyve tutum başlangıcından kadar (39 gün) ve meyve tutum başlangıcından hasata kadar (45 gün) aşağıda verilen konsantrasyonlarda besin çözeltisi uygulanmıştır (Çizelge 1). Besin çözeltilerinin hazırlanmasında belirtilen kimyasal maddeler kullanılmıştır; Ca(NO₃)₂.4H₂O; NH₄NO₃; KNO₃; MgSO₄.7H₂O; KH₂PO₄; FeEDDHA; MnSO₄.H₂O; H₃BO₃; CuSO₄.5H₂O; ZnSO₄.7H₂O; (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O.

Deneme 20/06/2014 tarihinde hasat edilmiş bitki başına taze meyve ağırlıkları, meyve sayısı ve ortalama bir meyve ağırlığı muamele konularına bağlı olarak tespit edilmiştir. Muamele konularına bağlı olarak bitkinin gövde ve yaprakları ayrı ayrı 65°C'de kurutularak gövde+yaprak kuru madde miktarları belirlenmiştir. Taze meyve örnekleri de 65°C'de kurutulmuş ve ayrıca muamele konularına bağlı olarak bitki başına kuru madde miktarları tespit edilmiştir.

Analizler

Kurutulmuş sap ve meyve örnekleri çelik değirmende öğütüldükten sonra bu örneklerde Ca ve B Kacar ve İnal (2008)'a göre belirlenmiştir.

Çizelge 1. Domates bitkisine verilen besin çözeltilisinde element konsantrasyonu

Element	Konsantrasyon (mg/l)	
	Dikim-meyve tutum başlangıcı	Meyve tutum başlangıcı-hasat
N	242	242
P	31	54
K	234	263
Ca	160	160
Mg	48	48
Fe	2,5	2,5
Mn	0,5	0,5
B	0,5	0,5
Cu	0,02	0,02
Zn	0,05	0,05
Mo	0,01	0,01

İstatistiksel analizler

Elde edilen verilerin varyans analizleri 3x4 faktöriyel deneme desenine göre SPSS paket programı kullanılarak yapılmış ve LSD testi yapılarak muamele konularına ilişkin ortalamalar karşılaştırılmıştır (Yurtsever, 1982).

Bulgular ve Tartışma

Substrat ve besin çözeltilisi miktarlarının domates bitkisinde verime etkisi

Substrat ve besin çözeltilisi miktarının, domates bitkisinin meyve verimi, ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisine ilişkin değerler Çizelge 2'de; sap verimine, meyve sayısına ve kuru meyve verimine etkisine ilişkin değerler ise Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Substrat ve besin çözeltilisi miktarının, domates bitkisinin yaş meyve verimi, ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi

Besin çözeltilisi miktarı (ml/gün)	Yaş meyve verimi g /bitki				Ortalama meyve ağırlığı, g			
	Substrat Miktarı (g/saksı)				Substrat Miktarı (g/saksı)			
	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.
75	605e	670e	625e	633,3D	49,3c	53,0c	54,0c	52,1B
125	950d	1065c	970cd	995C	74,7a	54,0c	63,3b	64,0A
175	1205b	1373a	995cd	1191,B	64,7a	66,3a	57,3b	62,8A
225	1435a	1430a	913d	1259A	70,7a	69,6a	48,6c	62,9A
Ort.	1048B	1134A	875,8C		64,9A	60,65A	55,8B	
LSD _{0.05} A:54,12; LSD _{0.05} B:62,50					LSD _{0.05} A:4,58; LSD _{0.05} B:5,28			

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 3. Farklı substrat düzeylerinde besin çözeltilisi miktarının sap ve kuru meyve verimine etkisi

Besin çözeltilisi miktarı, ml/gün	Sap verimi, g/bitki				Kuru meyve verimi, g/bitki			
	Substrat Miktarı (g/saksı)				Substrat Miktarı (g/saksı)			
	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.
75	52,4 e	42,4 f	48,9 ef	47,9 D	21,7 d	25,5 d	26,6 d	24,6 C
125	64,3 cd	54,1 e	60,0 de	59,5 C	38,3 c	45,8 c	54,9 b	46,5 B
175	81,0 b	70,7 c	66,5 cd	72,7 B	60,0 b	51,5 b	60,0 b	57,2 A
225	89,4 a	97,8 a	88,0 b	91,7 A	74,5 a	58,1 b	54,2 b	62,2 A
Ortalama	71,8 A	66,2 B	65,9 B		48,7	45,2	48,9	
LSD _{0.05} A: 4,40; LSD _{0.05} B: 9,19; LSD _{0.05} AXB:8,79					LSD _{0.05} A: 5,30; LSD _{0.05} AXB:9,19			

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur.

Günlük besin çözeltilisi miktarının yaş meyve verimine, ortalama meyve ağırlığı, sap verimi, meyve sayısı ve kuru meyve verimine etkisi yetiştirme ortamında bulunan substrat miktarına bağlı olarak farklı bulunmuştur. 75 ml besin çözeltilisi uygulamasında taze domates verimi substrat miktarı ile önemli derecede etkilenmemiş olup birbirlerine yakın değerlerde bulunmuştur. 125 ml besin çözeltilisi uygulamasında taze domates verimi substrat miktarına bağlı olarak SO>SA=SF şeklinde sıralanmıştır. 175 ml besin çözeltilisi uygulamasında ise meyve verimi substrat miktarına bağlı olarak SO>SF>SA şeklinde sıralanmıştır. Açık bir şekilde görülmektedir ki 175 ml besin çözeltilisi uygulamasında substrat miktarı arttıkça meyve verimi önemli bir şekilde artmıştır. 225 ml besin çözeltilisi uygulamasında verim substrat miktarına bağlı olarak

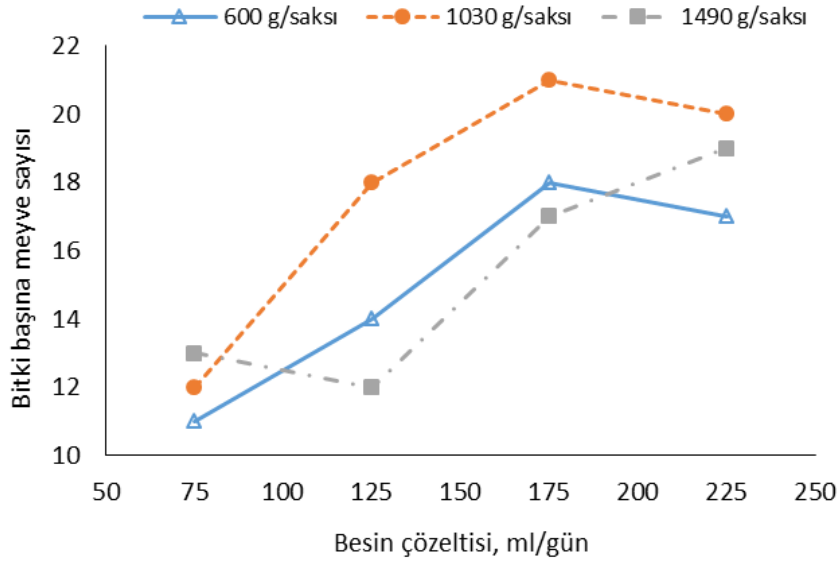
SO=SF>SA şeklinde sıralanmıştır. Günlük besin çözeltisi miktarı düşük tutulduğunda substrat miktarının verim üzerine çok etkili olmadığı, fakat yüksek tutulduğunda substrat miktarının da yüksek olması gerektiği anlaşılmıştır. Verim bakımından optimum besin çözeltisi miktarının 1030 g substrat miktarında (SO) 175 ml olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada 1490 g substrat miktarında (SF) verim bakımından günlük besin çözeltisi miktarının 225 ml ve üstü; 600 g substrat miktarında (SA) 125 ml bulunmuştur. [Raja Harun ve Muhammad \(1992\)](#), domates üretimde saksıdaki hindistan cevizi lifinin farklı hacimlerinin verimde önemli etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. [Prasad ve Maher \(1992\)](#), 1,25 L ile 14 L arasında değişen hacimlerde kaba peat ortamında domatesin benzer şekilde geliştiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar kayayünü hacminin domates verimine etkisinin yaklaşık 5 litreye kadar önemli olmadığını da bildirmişlerdir. 1030 ve 1490 g substrat ortamlarında besin çözeltisi miktarı arttıkça verim artmıştır. Buna karşın 600 g substrat ortamında günlük besin çözeltisi miktarı 125 ml'ye arttırıldığında verim artış göstermiş fakat besin çözeltisi miktarı 175 ve 225 ml'ye arttırıldığında verim azalmıştır.

Ortalama bir meyve ağırlığı günlük 75 ml besin çözeltisi uygulamasında substrat miktarına bağlı olarak SA=SO>SF şeklinde; 125 ml besin çözeltisi uygulamasında SF>SA>SO şeklinde; 175 ve 225 ml besin çözeltisi uygulamalarında SF=SO>SA şeklinde sıralanmıştır. En ağır meyve 75 g olup, 125 ml besin çözeltisinin 1490 substrat ortamına verilmesi halinde elde edilmiştir. Substrat miktarı azaldıkça 175 ve 225 ml besin çözeltisi uygulamalarında ortalama meyve ağırlığı azalmıştır. 600 g substrat ortamına günlük uygulanan besin çözeltisi miktarı 125 ml'ye arttırıldığında ortalama meyve ağırlığı artmış, fakat 175 ve 225 ml'ye arttırıldığında azalmıştır. 1490 g substrat ortamında ortalama meyve ağırlığı 125 ml besin çözeltisi uygulamasıyla artmış, fakat 175 ve 225 ml besin çözeltisi uygulamalarıyla azalma eğilimi göstermiştir. Buna karşın 1030 g substrat ortamında günlük uygulanan besin çözeltisi miktarı arttıkça ortalama meyve ağırlığı artış göstermiştir.

Ortalama meyve ağırlığına ilişkin en yüksek değer 1490 g substrat miktarında günlük 125 ml besin çözeltisi ile 1030 g substrat miktarında 225 ml besin çözeltisi ile 600 g substrat miktarında ise 125 ml besin çözeltisi uygulamasıyla elde edilmiştir. Sap verimi günlük 75 ml besin çözeltisi uygulamasında substrat miktarına bağlı olarak SF=SA>SO şeklinde; 125 ml besin çözeltisi uygulamasında SF>SA>SO şeklinde; 175 ml besin çözeltisi uygulamasında ise substrat miktarına bağlı olarak SF>SO>SA şeklinde sıralanmıştır. Substrat miktarı azaldıkça günlük 175 ml besin çözeltisi uygulanması halinde sap verimi önemli derecede azalmıştır. 225 ml besin çözeltisi uygulamasında ise sap verimi substrat miktarına bağlı olarak SO>SF=SA şeklinde sıralanmıştır. Substrat miktarı farklı 3 ortamda da besin çözeltisi miktarı arttıkça sap verimi artmıştır. En yüksek sap verimi 1030 g substrat ortamında günlük 225 ml besin çözeltisi uygulanması halinde elde edilmiştir.

Meyve sayısı günlük 75 ml besin çözeltisi uygulamasında substrat miktarına bağlı olarak SF>SO>SA şeklinde; 125 ml besin çözeltisi uygulamasında SO>SA>SF şeklinde; 175 ml besin çözeltisi uygulamasında SO>SA=SF şeklinde; 225 ml besin çözeltisi uygulamasında ise SO>SF>SA olarak sıralanmıştır. En fazla bitki başına 21 adet olup, 1030 g substrat ortamına günlük 175 ml besin çözeltisi uygulandığında elde edilmiştir. Meyve sayısı bakımından optimum substrat miktarının 1030 g olduğu görülmüştür. 600 ve 1030 g substrat ortamına günlük 175 ml'ye kadar besin çözeltisi arttırıldığında meyve sayısı artmış, 225 ml'de azalma eğilimi göstermiştir. 1490 g substrat ortamına günlük 125 ml besin çözeltisi uygulandığında meyve sayısında hafif bir azalma olmakla birlikte besin çözeltisi miktarı 175 ve 225 ml'ye arttırıldığında meyve sayısında artış gözlenmiştir (Şekil 1). En fazla sayıda meyve 1030 g substrat ortamında günlük 175 ml besin çözeltisi ile 1490 g substrat ortamında 225 ml besin çözeltisi ile 600 g substrat ortamında ise 175 ml besin çözeltisi ile elde edilmiştir.

Kuru meyve miktarı günlük 75 ml besin çözeltisi uygulamasında substrat miktarına bağlı olarak SA=SO>SF şeklinde; 125 ml besin çözeltisi uygulamasında SA>SO>SF şeklinde; 175 ml besin çözeltisi uygulamasında SA=SF>SO şeklinde; 225 ml besin çözeltisi uygulamasında ise SF>SO>SA şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 3). 125 ml besin çözeltisi uygulamasında kuru madde miktarı, substrat miktarı azaldıkça kuru meyve miktarı artış göstermiş, 225 ml besin çözeltisi uygulamasında ise substrat miktarı azaldıkça kuru meyve miktarı azalma göstermiştir. En yüksek kuru meyve 1490 g substrat ortamına 225 ml besin çözeltisi uygulaması halinde elde edilmiştir. 1030 ve 1490 g substrat ortamına günlük uygulanan besin çözeltisi miktarı arttıkça kuru meyve miktarı artış göstermiş, buna karşın 600 g substrat ortamına uygulanan besin çözeltisi miktarı 175 ml'ye kadar artış, 225 ml'de azalış göstermiştir. En yüksek kuru madde miktarı 600 g substrat ortamında günlük 175 ml besin çözeltisi uygulamasıyla; 1030 ve 1490 g substrat ortamlarında ise 225 ml besin çözeltisi ile elde edilmiştir.



Şekil 1. Farklı miktardaki substrat ortamlarında günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının bitki başına meyve sayısına etkisi

Substrat ve besin çözeltisi miktarlarının meyvede kalsiyum ve bor kapsamlarına etkileri

Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarlarının domates bitkisinin meyve ve yaprağında kalsiyum kapsamına etkisine ilişkin değerler Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarlarının domates bitkisinin meyve ve yaprağında kalsiyum kapsamına etkisi

Besin çözeltisi miktarı (ml/gün)	Meyvede Ca kapsamı, %				Yaprakta Ca kapsamı, %			
	Substrat Miktarı (g/saksı)				Substrat Miktarı (g/saksı)			
	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.
75	0,07	0,05	0,05	0,056C	4,58	4,80	4,37	4,58
125	0,07	0,07	0,05	0,063BC	4,18	4,45	4,50	4,37
175	0,08	0,07	0,05	0,066AB	4,52	4,63	4,63	4,59
225	0,08	0,08	0,06	0,073A	4,59	4,76	4,26	4,53
Ort.	0,075A	0,067B	0,052C		4,46	4,66	4,44	

LSD_{0.05}A:54,12; LSD_{0.05}B:62,50

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 4'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere substrat miktarı azaldıkça meyvede kalsiyum kapsamı önemli derecede azalarak 1490 g substrat ortamında yetiştirilen domates meyvesinde kalsiyum kapsamı % 0.075 iken, 600 g substrat ortamında yetiştirilen domates meyvesinde % 0.052'ye düşmüştür. Substrat miktarı düşük saksılarda yetiştirilen domates meyvesinde kalsiyum kapsamının düşük olması bu saksılarda su yetersizliğine bağlanmıştır. Kacar ve Katkat (2010) yetiştirme ortamında su yetersizliğinin bitkinin ksileminde kalsiyum iyon kapsamının azalmasına, sonuçta meyvelere yeterince kalsiyumun ulaşmamasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. İsmail ve Dalia, (1995) ve Nesmith ve Duval (1998) yaptıkları çalışmalarda substrat miktarı azaldıkça meyvede kalsiyum miktarının azaldığını belirtmişlerdir. Farklı miktarda substrat ortamına günlük artan hacimlerde besin çözeltisi uygulayarak yapılan çalışmada substrat miktarı ve besin çözeltisi hacmi yaprağın kalsiyum kapsamını önemli bir derecede etkilememiş, yetiştirilen domates yaprağının kalsiyum kapsamı %4.18- %4.80 arasında bulunmuştur. Yaprak analiz sonuçlarına göre yetiştirilen domates yapraklarında kalsiyum yüksek (> %2.0 Ca) bulunmuştur (Hocmuth ve ark., 2004). Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının domates bitkisi meyve ve yaprağında bor kapsamına etkisi ilişkin değerler Çizelge 5'te verilmiştir.

Günlük besin çözeltisi hacminin meyvede bor kapsamına etkisi substrat miktarına bağlı bulunmuştur. Günlük 75, 125 ve 175 ml besin çözeltisi uygulamalarında meyvede bor kapsamı substrat miktarına bağlı olarak SF>SO>SA şeklinde sıralanmış olup, bu besin çözeltisi dozlarında substrat miktarı azaldıkça meyvede bor kapsamı önemli derecede azalmıştır. 225 ml besin çözeltisi uygulamasında meyvede bor kapsamı substrat

miktarına bağlı olarak $SO>SA=SF$ şeklinde sıralanmıştır. 1490 g substrat ortamında besin çözeltisi miktarı arttıkça meyvede bor kapsamında azalma görülmüştür. Saksıda substrat miktarı 600 g olduğunda meyvede bor kapsamı bütün besin çözeltisi uygulamalarında genellikle düşük bulunmuştur. Domates meyvesinde en yüksek bor kapsamı 1490 g substrat ortamında günlük 75 ml besin çözeltisi ile elde edilirken 1030 g substrat ortamında 225 ml besin çözeltisi ile, 600 g substrat ortamında ise 125 ml besin çözeltisi ile elde edilmiştir. Yapılan çalışmada substrat miktarı azaldıkça meyvede bor kapsamı önemli derecede azalmıştır. Bu azalmanın substrat miktarı düşük saksılarda bitkinin su stresine çabuk girmesinden, bitkinin yeterince su alamamasından ve transpirasyonun azalmasından ileri geldiği düşünülmüştür. Borun alınması ve iletim borularından taşınması bitkinin su alımıyla yakından ilgili olduğu ve transpirasyona bağlı olarak borun ksilem iletim boruları içerisinde bitkide tepe noktalarına kadar taşındığı belirtilmiştir (Marschner, 1976). Besin çözeltisi miktarı arttıkça meyvede bor kapsamı önemli derecede azalmış, bu azalma günlük artan hacimlerde uygulanan besin çözeltisi ile verilen kalsiyum ve azotun artışından ileri geldiği düşünülmüştür (Çizelge 5).

Çizelge 5. Substrat ve günlük uygulanan besin çözeltisi miktarının domates bitkisi meyve ve yaprağında bor kapsamına etkisi

Besin çözeltisi miktarı (ml/gün)	Meyvede B kapsamı, %				Yaprakta B kapsamı, %			
	Substrat Miktarı(g/saksı)				Substrat Miktarı(g/saksı)			
	1490	1030	600	Ort.	1490	1030	600	Ort.
75	27,0 a	24,0 bcd	22,0 def	24,3 a	34 ab	32 bcd	26 f	30,66
125	26,0 ab	24,0 bcd	22,0 def	24,0 a	31 cde	35 a	29 ef	31,53
175	23,0 cde	21,0 efg	19,0 g	21,0 b	30 de	33 abc	30 de	31
225	19,0 g	25,0 abc	20,0 fg	21,3 b	31 cde	33 abc	33 abc	32,3
Ort.	23,7 A	23,5 A	20,7 B		31,5 B	33,2 A	29 C	
LSD _{0.05} A:1,49; LSD _{0.05} B:1,72; LSD _{0.05} AxB:2,97					LSD _{0.05} A:1,49; LSD _{0.05} AXB:2,99			

Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında 0.05 seviyesinde fark yoktur.

Genel olarak substrat miktarı 1490 g olduğunda yetiştirilen domates yaprağında bor kapsamı ortalama 31.5 ppm iken; 1030 g substrat ortamında yetiştirilen domates yaprağında 33.25 ppm'e artmış, fakat 600 g substrat ortamında yetiştirilen domates yaprağında 29.4 ppm'e düşmüştür. Genel olarak besin çözeltisinin yaprakta bor kapsamına etkisi önemsiz olmakla birlikte, günlük uygulanan farklı besin çözeltisi hacimlerinde substrat miktarına bağlı olarak domates yaprağının bor kapsamında değişim görülmüştür. günlük 75 ml besin çözeltisi uygulamasında yaprakta bor kapsamı substrat miktarına bağlı olarak $SF>SO>SA$ şeklinde sıralanmış olup, bu besin çözeltisi dozunda substrat miktarı azaldıkça yaprakta bor kapsamı azalmıştır. Günlük 125 ml besin çözeltisi uygulamasında yaprakta bor kapsamı substrat miktarına bağlı olarak $SO>SF>SA$ şeklinde; 175 ml besin çözeltisi uygulamasında $SO>SF=SA$ şeklinde; 225 ml besin çözeltisi uygulamasında ise $SA=SO>SF$ şeklinde sıralanmıştır. 600 g substrat ortamında günlük uygulanan besin çözeltisi hacmi arttıkça yaprakta bor kapsamı artmıştır. 1490 g substrat ortamında uygulanan besin çözeltisi miktarı arttıkça yaprakta bor kapsamının hafif bir azalma gösterdiği görülmüştür. Buna karşın 1030 g substrat ortamında yaprakta bor kapsamı 125 ml besin çözeltisi uygulamasında en yüksek değerine ulaşmış, daha fazla besin çözeltisi uygulamasında yaprakta bor kapsamında hafif bir azalma görülmüştür (Çizelge 5). Substrat ve besin çözeltisi miktarlarına bağlı olarak domates yaprağında bor kapsamı 26-35 ppm arasında bulunmuştur. Bitkilerin yaprakta bor kapsamı Hochmuth ve ark., (2004)'e göre yeterlidir (20-40 ppm arası B yeterli).

Sonuç

Bu çalışmada, 1:1 torf:perlit karışımından elde edilen üç farklı miktarlardaki katı ortam kültürlerine farklı dozlarda günlük uygulanan besin çözeltilerinin domates bitkisinde meyve, sap verimi, meyve büyüklüğü, sayısı ve yaprak ile meyvede kalsiyum ve bor kapsamına etkileri belirlenmiştir. Katı ortam kültür miktarı azaldıkça verim ve ortalama meyve ağırlığı azalmış, besin çözeltisi miktarı arttıkça meyve ağırlığı hariç, domates bitkisinin verimi ve gelişimi önemli derecede artmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek domates verimi en fazla ortam kültüründe (1030 g) 175 ml besin çözeltisi uygulamasında belirlenmiştir. Domates meyvesinin Ca kapsamı ortam miktarı azaldıkça önemli derecede azalmış; fakat besin çözeltisi dozu arttıkça artış göstermiştir. Domates meyvesinin bor kapsamı ortam miktarı azaldıkça azalmış, genellikle en düşük bor kapsamı en düşük ortam (600 g) miktarında belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Adams P, 2002. Nutritional control in hydroponics. In: Savvas D, Passam HC (Eds) *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*, Embryo Publications, Athens, Greece, pp 211-261.
- Ben-Gal A, Shani U, 2002. Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. *Plant and Soil* 247, 211-221.
- Ben-Gal A, Shani U, 2003. Water use and yield of tomatoes under limited water and excess boron. *Plant and Soil* 256, 179-186.
- Davis JM, Sanders DC, Nelson PV, Lengnick L, Sperry WJ, 2003. Boron improves growth, yield, quality, and nutrient content of tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128, 441-446.
- Del Amor FM, Marcelis LFM, 2006. Differential effect of transpiration and Ca supply on growth and Ca concentration of tomato plants. *Scientia Horticulturae* 111, 17-23
- Grattan SR, Grieve CM, 1999. Salinity –mineral relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae* 78, 127-157
- Gül A, 2008. Topraksız Tarım, Hasat yayıncılık, ISBN 978-975-8377-66-4.
- Hao X, Papadopoulos AP, 2004. Effect of calcium and magnesium on growth, fruit yield and quality in a fall greenhouse tomato crop grown on rockwool. *Canadian Journal of Plant Science* 83, 903-912
- Ho LC, Belda R, Brown M, Andrews J, Adams P, 1993. Uptake and transport of calcium and the possible causes of blossom-end rot in tomato. *Journal of Experimental Botany* 44, 509-518.
- Ho LC, White PJ, 2005. A cellular hypothesis for the induction of blossomend rot in tomato fruit. *Annals of Botany* 95, 571-581.
- Hochmuth GD, Maynard D, Vavrina C, Hanlon E, Simonne E, 2012. Plant tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida. University of Florida. (<http://edis.ifas.ufl>.)
- Ismail M R, Dalia S, 1995. Growth, physiological processes and yield of tomatoes grown in different root zone volumes using sand culture. *Pertanica Journal of Tropical Agricultural Science* 18(2):141-147.
- Kacar B, İnal A, 2008. Bitki analizleri, Nobel Yayın No:1241, Fen Bilimleri: 63. Nobel Yayıncılık, Ankara
- Kacar B, Katkat VA, 2010. Bitki Besleme. Nobel Yayın No:849, Fen Bilimleri: 30. Nobel Yayıncılık, 658 s., Ankara
- Marschner H, 1986. The Mineral Nutrition of Higher Plants. 1st Edn., Academic Press, New York, USA.
- Marschner H, 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants* (2nd Edn), Academic Press, London, UK, 889 pp.
- Navarro JM, Flores P, Carvajal M, Martinez V, 2005. Changes in quality and yield of tomato fruit with ammonium, bicarbonate and calcium fertilisation under saline conditions. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 80, 351-357.
- NeSmith DS, Duval JR, 1998. The effect of container size. *HortTechnology* 8: 564-567.
- Özdemir N, 1998. Toprak Fiziği. OMÜ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No:30, Samsun.
- Peterson TA, Reinsel MD, Krizek DJ, 1991. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv Better Bush plant response to root restriction *Journal of Experimental Botany* 42(243):1233-1240.
- Prasad M, Maher MJ, 1992. Chemical and Physical aspects of fractioned peat. *Acta Horticulture* 342: 257-264.
- Raja Harun, RM, Muhammad A, 1992. The use of coconut potting mix in the soilless cultivation of tomatoes. *Acta Horticulture* 292: 255-260.
- Saure MC, 2001. Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) - a calcium- or a stress-related disorder? *Scientia Horticulturae* 90, 193-208.
- Smit JN, Combrink NJJ, 2004. The effect of boron levels in nutrient solutions on fruit production and quality of greenhouse tomatoes. *South African Journal of Plant and Soil* 21, 188-191.
- Sonneveld C, 2002. Composition of nutrient solution. In: Savvas D, Passam HC (Eds) *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*, Embryo Publications, Athens, Greece, pp 179-210.
- Sönmez İ, Kaplan M, 2004. Demre Yöresi Seralarında Toprak ve Sulama Sularının Tuz İçeriğinin belirlenmesi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, cilt.17, ss.155-160.
- Taylor MD, Locascio SJ, Alligood MR, 2004. Blossom-end rot incidence of tomato as affected by irrigation quantity, calcium source, and reduced potassium. *HortScience* 39, 1110-1115.
- Tüzel İH, Tüzel Y, Gül A, Eltez ZR, 2001. Effects of EC level of the nutrient solution on yield and fruit quality of tomatoes. *Acta Horticulture* 559: 587-592.
- Weerakkody WAP, Mayakaduwa MAP, Weerapperuma KN, 2007. Effect of supply volume and weather based EC adjustments on the growth and yield of greenhouse tomato and bell pepper. *Acta Horticulturae* 742: 105-111.
- Yurtsever N, 1982. Tarla deneme tekniği. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No. 91, Rapor Yayın No. 47. Ankara.