



Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt 2 - Sayı 3: 137-145 / Temmuz 2019

(Volume 2 - Issue 3: 137-145 / July 2019)

YERLİ PATLICAN ANAÇLARININ (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*) KÖKLENME POTANSİYELİ VE FENOTİPİK KÖK MİMARİSİ

Şeyma SARIBAŞ*¹, Ahmet BALKAYA¹, Dilek KANDEMİR², Onur KARAAĞAÇ³

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, 55100, Samsun, Türkiye

³Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, 05000, Amasya, Türkiye

Gönderi: 05 Mart 2019; **Kabul:** 16 Nisan 2019; **Yayınlanma:** 01 Temmuz 2019

(Received: March 05, 2019; **Accepted:** April 16, 2019; **Published:** July 01, 2019)

Özet

Aşılı sebze üretiminde anaç performansını etkileyen önemli faktörlerden birisi de anaçların kök yapısı ve stres koşulları altında topraktaki kök gelişim kabiliyetidir. Bu çalışmada, anaç ıslah programı kapsamında geliştirilen türler arası patlıcan anaç adaylarının (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*) kök mimarileri ve kök kalitesini oluşturan unsurların belirlenmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen anaç adaylarının klasik testlemeler sonucunda, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* ve *Verticillium* (*Verticillium dahliae* Kleb.) solgunluk hastalıkları ile kök-ur nematoduna (*Meloidogyne incognita*) dayanıklı oldukları belirlenmiştir. Patlıcan anaç adaylarının açık arazide ve kontrollü sera şartlarında (25 °C ± 1) köklenme düzeyleri araştırılmıştır. Denemede, 8 adet hibrit patlıcan anaç adayıyla 3 adet ticari hibrit anaç çeşidi (Hawk, Köksal, AGR-703) kullanılmıştır. Bitkiler, açık arazi koşullarında ve kontrollü sera şartlarında 50 gün süreyle yetiştirilmiştir. Patlıcan anaçlarının fenotipik kök mimarilerinin incelenmesi ve köklenme düzeylerinin ayrıntılı olarak belirlenmesi amacıyla WinRhizo kök analiz programı (Regent Instrument Inc. Canada) kullanılmıştır. WinRhizo programı ile yapılan kök analizi sonucunda, kök mimarilerini ortaya koyan kök parametreleri (toplam kök uzunluğu (cm), kök yüzey alanı (cm²), kök hacmi (cm³), kök kuru ağırlığı (g), ortalama kök çapı (mm), belirlenmiştir. Ayrıca; patlıcan anaçlarının köklerine ait uç, çatallanma ve kesişme sayısı değerleri de tespit edilmiştir. Toplam kök uzunluğu (cm) değerleri, 1299 cm (RS-8) ile 4322 cm (RS-6) arasında değişim göstermiştir. RS-6 anacının kök kalitesi yönünden hem sera ve hem de açık arazi koşullarında en yüksek performansı gösterdiği saptanmıştır. Anaçların köklerine ait uç sayıları bakımından değerlendirme yapıldığında; RS-6 ve RS-1 anaçları sırasıyla 22538 adet ve 21111 adet en yüksek uç sayısı değerlerine ulaşmıştır. En düşük uç sayısı değeri ise RS-7 (10269 adet) anacında belirlenmiştir. Genel olarak RS-6 ve RS-1 anaçlarının; kök ucu, kök dallanma sayısı ve kesişen kök sayıları yönünden, kontrol anaç çeşitlerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu bulunmuştur. Araştırma sonucunda; hem serada ve hem de açıkta birçok kök parametresi yönünden patlıcan anaç adaylarının ticari anaçlara göre daha iyi bir köklenme yapısına ve ticari anaç olarak kullanılabilme potansiyeline sahip oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Genetik kaynaklar, Anaç ıslahı, Aşılı patlıcan fidesi, Kök mimarisi


The Phenotypic Root Architectures and Rooting Potential of Local Eggplant Rootstocks
(*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*)


Abstract: One of the important factors affecting rootstock performance in grafted vegetable production is root structure and ability of development under stress conditions. In this study; it is aimed to examine the root architecture of Turkish eggplant rootstock candidates (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*) which are developed from the hybrid rootstock breeding program. The developed rootstock candidates were found resistant to *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae*) and *Verticillium* (*Verticillium dahliae* Kleb.) wilt diseases and nematode (*Meloidogyne incognita*). Rooting levels of developed rootstock candidates were investigated in open field and controlled greenhouse (25 °C ± 1) conditions. In the experiment, 8 hybrid rootstock variety candidates and 3 commercial hybrid rootstock varieties (Hawk, Köksal, AGR-703) were used. The plants were grown for 50 days under open field and controlled greenhouse conditions. WinRhizo root analysis program (Regent Instrument Inc. Canada) was used to determine the root phenotypic architecture and rooting levels of eggplant rootstocks in detail. As a result of the root analysis with the WinRhizo program, the root parameters revealing the root architectures (total root length (cm), root surface area (cm²), root volume (cm³), root dry weight (g), average root diameter (mm) and number of tips, forks and crossing) have been examined. Total root length (cm) values ranged from 1299 cm (RS-8) to 4322 cm (RS-6). RS-6 rootstock has the highest performance in terms of root quality both in greenhouse and in open field conditions. When the rootstocks are evaluated in terms of tips; RS-6 and RS-1 rootstocks reached to highest number 22538 and 21111 respectively. The lowest number of tips was determined in RS-7 (10269) rootstock. In general, the number of root tips, forks and crossings of RS-6 and RS1 rootstocks were found to be higher than the control rootstock varieties. As a result, it has been determined that eggplant rootstock variety candidates have a better rooting structure in terms of many root parameters than the commercial rootstocks both in greenhouse and field conditions. It has been also determined that these rootstock variety candidates have potency to use as commercial rootstock.


Keywords: Genetic resources, Rootstock breeding, Grafted eggplant seedling, Root architecture


*Corresponding author: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

E mail: seyma.saribas@omu.edu.tr (Ş. SARIBAŞ)

Şeyma SARIBAŞ  <https://orcid.org/0000-0001-7290-2749>

Ahmet BALKAYA  <https://orcid.org/0000-0001-9114-615X>

Dilek KANDEMİR  <https://orcid.org/0000-0002-3097-3394>

Onur KARAAĞAÇ  <https://orcid.org/0000-0002-8794-2556>

Cite as: Sarıbaş Ş, Balkaya A, Kandemir D, Karaağaç O. 2019. The phenotypic root architectures and rooting potential of local eggplant rootstocks (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*). BSJ Agri, 2(3): 137-145.

1. Giriş

Patlıcan ülkemizde açıkta yazlık sebze olarak, örtüaltında ise kış ve bahar aylarında yetiştirilen önemli bir sebze türüdür. Türkiye, 884.000 ton patlıcan üretimi ile Dünya'da 4. sırada yer almaktadır (FAO, 2017). Ülkemiz, önemli bir patlıcan üretim potansiyeline sahip olmasına rağmen, verim unsurları yönünden (3.4 t/da, 17. sıra) istenilen düzeyde değildir. Son yıllarda patlıcan yetiştiriciliğinde; hibrit çeşitlerin kullanımı ile birlikte, hem dekara verim değeri ve hem de toplam üretim miktarlarında belirgin düzeylerde artışlar sağlanmıştır. Ancak, ülkemizde gerek açıkta ve gerekse örtüaltı patlıcan yetiştiriciliğinde toprak kökenli hastalıklar ve nematodlar ekonomik anlamda önemli düzeylerde verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Kandemir ve ark., 2016). Patlıcan çeşitlerinin birçoğunda, *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluğu gibi toprak kaynaklı hastalıklar ile özellikle kök-ur nematoduna dayanıklılık özellikleri bulunmamaktadır. Bu nedenle, yetiştiricilikte aşılı patlıcan fidesi kullanımı daha büyük bir önem taşımaktadır (Balkaya ve ark., 2015; Koral ve Türktaş, 2018).

Solanaceae familyasında ilk aşılı fide uygulaması, patlıcanda 1950'li yıllarda ve domateste ise 1960'lı

yıllarda başlamıştır (Bletsos ve Olympios, 2008). Patlıcanda ilk aşılı çalışmasında anaç olarak, *Solanum aethiopicum* türü kullanılmıştır (Oda, 1999). Patlıcanda anaç kullanımının başlıca amaçları; toprak kökenli etmenlere (*Fusarium* solgunluğu, *Verticillium* solgunluğu, bakteriyel solgunluk, kök-ur nematodu) dayanıklılığın sağlanması ile güçlü bir kök sistemi ve besin maddelerinin alınabilirliğinin artırılması (King ve ark., 2010; Bie ve ark., 2017) olarak özetlenebilir. Yarşi ve Rad (2004), Vigomax F₁ anaç üzerine Faselis F₁ patlıcan çeşidini aşlamışlar ve aşılı bitkilerin, kontrole göre % 77 oranında verim artışı sağladığını tespit etmişlerdir. Gisbert ve ark. (2011) ise patlıcanda anaç kullanımı ile aşılı patlıcan yetiştiriciliğinde dekara verim değerinin % 28 oranında artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Aşılı patlıcan yetiştiriciliğinde meyvede arzu edilen yüksek kalite ve erkenciliğin sağlanması için doğru anaç-kalem seçimi ve kültürel bakım işlemlerinin en uygun düzeyde gerçekleştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır (Kandemir ve ark., 2016). Patlıcanda, aşılı uygulamasının meyve boyutlarını artırdığı saptanmıştır (Passam ve ark., 2005). Aşılı patlıcan fidelerinin sera ve tarla şartlarında verim ve kalite üzerine etkileri konusunda yapılan diğer bir araştırmada (Khah ve ark. 2011), aşılı bitkilerden hasat

edilen patlıcan meyvelerinde daha az çekirdek oluşumunun meydana geldiği bildirilmiştir.

Ülkemizde aşılı patlıcan üretimine, 2000'li yıllarının başında başlanmış ve hızlı bir artışla aşılı patlıcan fidesi üretimi 2015 yılında 13 milyon adete yükselmiştir (Yetişir, 2017). Yurt içinde üretim izinli ya da standart tohumluk kaydına alınmış toplam 15 adet patlıcan anaç çeşidi bulunmaktadır (TTSM, 2019). Her ne kadar bu anaçların bazılarının çeşit isimleri, Türkçe olarak kayıt ettirilmiş ise de tümü yurt dışında geliştirilmiş ithal çeşitlerdir. Ülkemizde henüz yerli çeşit ıslah programları geliştirilmiş ticari patlıcan anaç çeşitleri bulunmamaktadır. Ülkemizin yerel patlıcan genetik kaynaklarını kullanarak aşılı patlıcan fidesi üretimi için yerli patlıcan anaçlarının geliştirilmesine yönelik ilk yerli anaç ıslahı programı, 2014 yılında başlamıştır. Bu ıslah programı sonunda ülkemizde ilk yerli patlıcan anaç adayları geliştirilmiştir (Balkaya ve ark. 2018). Patlıcanda aşılı fide üretimi için anaç geliştirme ve ıslahına yönelik olarak üniversite, araştırma enstitüleri ve özel sektör işbirliğiyle yürütülecek olan anaç ıslahı çalışmalarının ülkemizde daha fazla artırılmasına ihtiyaç vardır.

Günümüzde patlıcan için kullanılan anaçlardan birisi *S. lycopersicum* × *S. habrochaites* türler arası melezidir. Bu anaç grubu daha çok domateste kullanılmakta ve patlıcanla da aşılabilirdiği için Avrupada ve ülkemizde fide üreticileri tarafından tercih edilmektedir. Ancak bu anaçların kullanımında; domates × patlıcan uyuşumunun orta düzeyde olması, patlıcana özel domates anacı ıslah çalışmalarının yetersizliği (Gisbert ve ark., 2011) ve ortaya çıkan bazı olumsuz meyve kalite özellikleri (Leonardi ve ark., 2017) gibi sorunlar bulunmaktadır. Diğer bir anaç olan *Solanum torvum*'un ise adaptasyon kabiliyeti domates anaçlarına göre daha iyi olsa da tohumlarının yeterli ve homojen çimlenememe sorunu henüz çözülememiştir (Daunay, 2008; Balkaya ve ark., 2018). Ayrıca hipokotilinin kısa olması, aşılama güçlüğüne neden olmakta ve kullanılan kaleme bağlı olarak patlıcanda aşı uyuşmazlığı problemleri yaşanmaktadır (Khah, 2005).

Solanum melongena'ya filogenetik olarak yakın olan *S. aethiopicum* Gilo, Shum veya Kumba grupları ile *Solanum macrocarpon* L. türleri de, aşılı patlıcan fidesi üretiminde için anaç olarak kullanılmakta olan diğer önemli *Solanum* türleridir (Kandemir ve ark. 2016). Belirtilen bu türlerin tohumlarında çimlenme problemi görülmemektedir. Ayrıca yapılan çalışmalarda, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* ile *Ralstonia solanacearum*'a (Gisbert ve ark., 2011) ve kök-ur nematoduna (Cappelli ve ark., 1995) karşı dayanıklı oldukları bildirilmiştir. Ayrıca *S. melongena* ile türler arası melezlenebilme kabiliyeti de oldukça yüksektir (Ano ve ark., 1991; Gisbert ve ark., 2011). *S. aethiopicum* ve türler arası melezlerinin, son yıllarda patlıcan anaç ıslah programlarındaki önemi ve kullanım düzeyleri artmaya başlamıştır (Kandemir ve ark., 2016).

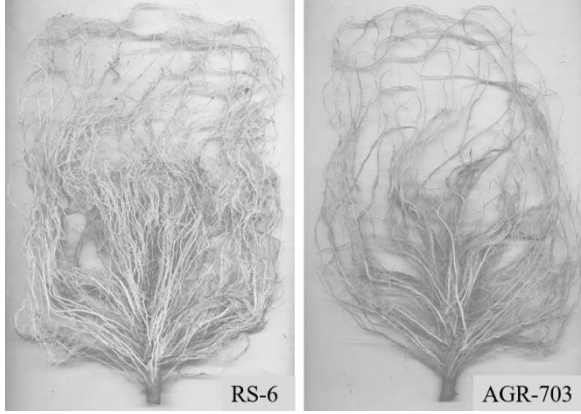
Patlıcanda anaç performansını etkileyen en önemli kriterlerden birisi kök yapısı ve stres koşulları altında

topraktaki köklenme düzeyidir. Güçlü bir kök yapısı, su ve bitki besin maddesi alımını ve hastalık ve zararlı etmenlerine karşı dayanıklılığı artırarak ürün verimliliğini olumlu düzeyde etkilemektedir (Balkaya, 2014). Poligenik varyasyona sahip (Schiefeibein ve Benfey, 1991) kök yapılarının, anaç ıslah programlarında daha iyi incelenmesi ve buna göre seleksiyonun yapılması gerekmektedir (Koevoets ve ark., 2016). Ancak doğası gereği toprak altında bulunan kökün yapısının incelenmesi oldukça zordur. Bu nedenle, kökün fenotipik özellikleri esas alınarak yapılan anaç seleksiyon çalışmalarının sayısı oldukça azdır (Schwarz ve ark., 2010). Son yıllarda gelişen dijital görüntüleme sistemlerini kullanarak kök yapıları hakkında detaylı incelemeler yapılabilmektedir (Paez-Garcia ve ark., 2015). Bu çalışma ile ülkemizde Üniversite ve Özel sektör (Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Gento Tohumculuk) işbirliğiyle gerçekleştirilen patlıcan anaç ıslahı programı sonucunda geliştirilen ilk yerli türler arası melez patlıcan anaçlarının anaçlık köklenme potansiyeli ve kök mimarisini oluşturan unsurların ayrıntılı olarak ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma, 2016 yılı ilkbahar döneminde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama sitesinde yer alan "Sebze Çoğaltma Serasında" ve "Uygulama Deneme Arazisinde" yürütülmüştür. Araştırmada 0832.STZ.2014 no'lu SAN-TEZ (TÜBİTAK-TEYDEB 112D039) projesi kapsamında geliştirilmiş olan hastalık (*F. oxysporum* f. sp. *melongenae*, *V. dahlia*) ve kök-ur nematoduna (*M. incognita*) dayanıklılık yönünden öne çıkan, aşı tutma oranı yüksek olan ve ayrıca patlıcan yetiştiriciliğinde verim ve kalite özelliklerine etkisi bakımından üstün özelliklere sahip 8 adet türler arası melez (*Solanum melongena* × *Solanum aethiopicum*) patlıcan anacı kullanılmıştır (Balkaya ve ark., 2018). Çalışmada kontrol çeşit olarak, ülkemizde aşılı patlıcan fidesi üretiminde yaygın olarak kullanılan AGR-703 F₁, Köksal F₁ ve Hawk F₁ ticari patlıcan anaçları yer almıştır. Anaçlara ait tohumlar, Gento Tohumculuk Tarım Sanayi ve Tic. Ltd. Şti. firmasına ait Kayaburnu fidelikte torf:perlit (2:1, v:v) karışımının bulunduğu viyollere 10.04.2016 tarihinde ekilmiştir. Ekim sonrası örtü toprağı olarak vermikülit kullanılmıştır. Fide yetiştirme periyodu içerisinde fidenin ihtiyaç duyduğu makro ve mikro elementler düzenli olarak verilmiştir. Firmadan temin edilen dört gerçek yapraklı fideler; serada ve açıkta tarla koşullarında, içerisinde steril torf:perlit (2:1, v:v) karışımının bulunduğu 7 lt'lik plastik saksılara, tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde 09.05.2016 tarihinde dikilmişlerdir. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre faktöriyel olarak kurulmuştur. Patlıcan fideleri sıcaklık kontrollü sera bölmesinde (25 °C±1) ve açıkta tarla koşullarında 50 gün süreyle yetiştirilmiştir.

Patlıcan anaçlarında kök mimarisinin incelenmesi ve köklenme potansiyelinin belirlenmesi amacıyla WinRhizo kök analiz programı (ver. 2013, Regent Instruments, QC, Canada) kullanılmıştır. Çalışmada, 50 günün sonunda yetiştirme ortamından alınan bitki kökleri dikkatli bir şekilde yıkanmış ve kağıt havlu ile kurutulmuştur. Daha sonra kökler, A3 boyutundaki asetat üzerine yerleştirilerek cihaz tarafından detaylı olarak algılanacak şekilde ayırma işlemi yapılmıştır. Tarama (scan) işlemine hazır hale getirilmiş olan kökler, cihazın scanner (Epson Expression 10000XL, Epson America Inc., Long Beach, CA, USA) kısmına konularak üç boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. RS-6 anaç adayı ve AGR-703 anaç çeşitlerinin köklerine ait 3 boyutlu tarama görüntüleri.

Patlıcan anaçlarında kök yapısı ve köklenme düzeylerini ayrıntılı olarak ortaya koyan aşağıdaki parametreler WinRhizo programı ile incelenmiştir:

- a. Toplam kök uzunluğu (cm):** Kılcal formda bulunan saçak kökler dahil olmak üzere tüm çap sınıflarındaki köklerin toplam uzunlukları belirlenmiştir.
- b. Kök yüzey alanı (cm²):** Taraması üç boyutlu olarak yapılan tüm köklerin dış çeperlerinin yüzey alanı hesaplanmıştır.
- c. Kök hacmi (cm³):** Program yardımıyla net kök hacmi tespit edilmiştir.
- d. Ortalama kök çapı (mm):** Tüm kök uzantıları bireysel olarak incelenerek bunların ortalama çapları hesaplanmıştır.
- e. Kökte uç (tip) sayısı (adet):** Bütün kök dallanmalarının sonlandığı ve toplam kök sayısını ifade eden uç miktarı sayıları belirlenmiştir.
- f. Kökte dallanma (fork) sayısı (adet):** Ana kök ve birincil lateral köklerden çıkan çok sayıda yan dalların miktarı dijital olarak elde edilmiştir.
- g. Kök kesişme (crossing) sayısı (adet):** Tüm lateral köklerin oluşumu ve uzaması sonucunda birbiri üzerine gelerek kesiştiği noktaların sayısı belirlenmiştir.
- h. Kök uzunluklarının oransal çap sınıf değerleri (%):** Tüm kökler çaplarına göre saçak (1 mm >), orta (1 mm ≤ ç ≤ 2 mm) ve kalın (2 mm <) kök olarak sınıflandırılmış ve buna göre her sınıftaki toplam kök uzunluğu değerleri yüzde olarak belirlenmiştir.

1. Kök kuru ağırlıkları (g): Taraması tamamlanan bitki kökleri, 80 °C'de 72 saat süreyle etüvde kurutulmuştur. Daha sonra hassas terazide (0.001 g) tartılarak kök kuru ağırlıkları (g) belirlenmiştir.

Elde edilen verilere, öncelikle varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Daha sonra % olarak elde edilen değerlere, varyans analizi yapılmadan önce arcsin transformasyonu uygulanmıştır. Ortam (sera ve açık tarla), anaç ve ortam x anaç uygulamaları yönünden istatistiksel olarak önemli bulunan parametrelerde Tukey testine göre gruplandırmalar yapılmıştır. Ayrıca korelasyon analizi yapılarak kök mimarisini oluşturan özellikleri arasındaki istatistiksel ilişki durumları ayrıntılı olarak incelenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada patlıcan anaçlarında incelenen kök mimarisi parametreleri (toplam uzunluk, hacim, yüzey alanı, ortalama çap, çap sınıf değerleri ve kuru madde ağırlığı) yönünden yapılan varyans analizinde, anaçlar arasında belirtilen unsurlar yönünden önemli düzeyde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Ancak, anaç x çevre interaksyonlarında ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık bulunmamıştır.

Patlıcan anaçlarında toplam kök uzunluğu (cm) değerleri, 1299 cm (RS-8) ile 4322 cm (RS-6) arasında değişim göstermiştir. Düşük fosfor yada su kısıntısı gibi stres koşullarında, köklerin toprağın derinlerine inerek su ve bitki besin maddesi alınımının sağlanması yönünden toplam kök uzunluğunun fazla olması istenmektedir (Lambers ve ark., 2006; Comas ve ark., 2013). Çalışmada; RS-1, RS-2, RS-5 ve RS-6 patlıcan anaç adaylarının toplam kök uzunluğu değerleri; kontrol olarak kullanılan ticari anaç çeşitlerin ortalama değerinden (3129 cm) daha yüksek olarak belirlenmiştir. Özellikle RS-6 anaçının kök uzama kapasitesi, hem sera ve hem de açıkta arazi koşullarında en yüksek performansı sergilemiştir. RS-3, RS-7 ve RS-8 anaçlarının ise diğer anaçlara göre daha az kök uzunluğuna sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).

Anaçların kök uzunluğu değerleri, yetiştirme ortamından istatistiksel olarak etkilenmemiştir. Oztekin ve ark. (2009) domates anaçlarında yaptıkları çalışmada, ortam hacminin kök kapasitesini etkilemediğini bildirmişlerdir. Patlıcan anaç köklerinin; toplam kök uzunlukları içerisinde, 1 mm'den daha küçük çaplı kök uzunluklarının oranı önemli bir seleksiyon parametresidir. Çalışmada patlıcan anaçlarına ait kök uzunluklarının ortalama çap skalasına göre oransal dağılımları incelendiğinde; çapı 1 mm'den az olan kök oranı değerlerinin %64-82 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Anaçlar arasındaki bu değişimin istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu (P<0.01) belirlenmiştir. Yetiştirme ortamları arasında ise belirgin farklılık tespit edilmemiştir. Kontrol olarak kullanılan anaçlarda, bu oran ortalama % 66 değerinde bulunmuştur. Saçak kök oranı; incelenen tüm anaç adaylarında, kontrol çeşitlerini geride bırakmıştır. Bu oran, sırasıyla en yüksek RS-6 (% 82), RS-3 (% 76), RS-7 (% 74) ve RS-1 (% 74) genotiplerinde

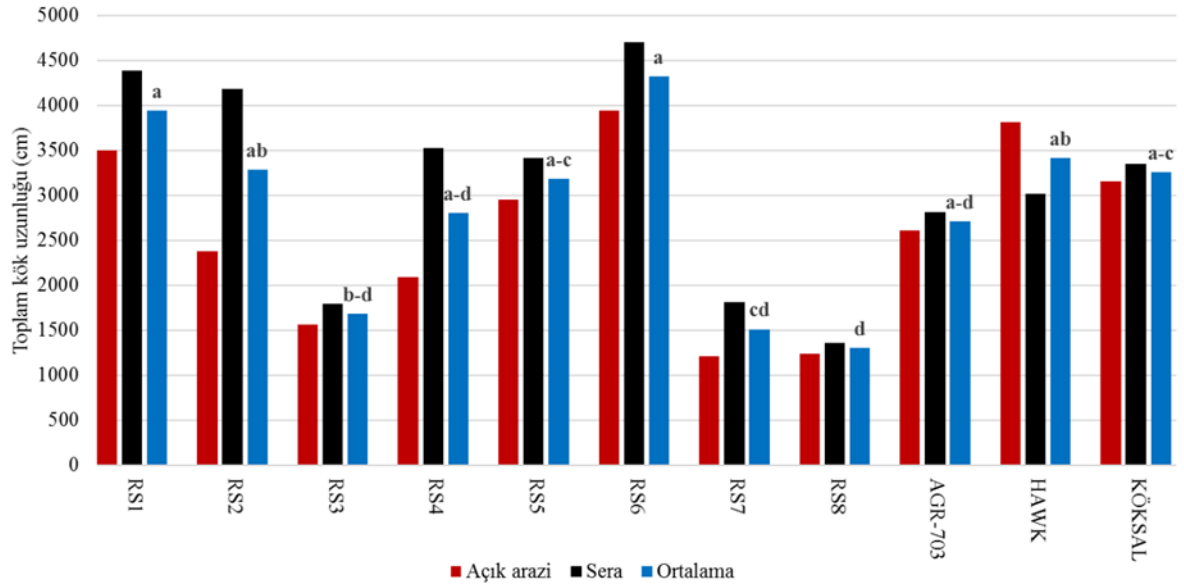
bulunmuş ve belirtilen anaçlar aynı istatistiksel grup içerisinde yer almışlardır (Tablo 1).

Tablo 1. Patlıcan anaçlarına ait kök uzunluklarının ortalama çap skalasına göre oransal dağılımı (%).

Genotipler	Ç>1 mm	U 1 mm≤ Ç ≤2 mm	Ç>2 mm
RS1	74 a-c	13 cd	13 a
RS2	72 b-d	15 a-c	13 aD
RS3	76 ab	12 d	11 ab
RS4	70 b-d	15 a-c	15 a
RS5	71 b-d	15 a-c	15 a
RS6	82 a	12 d	6 b
RS7	74 a-c	14 b-d	12 ab
RS8	72 b-d	13 cd	14 a
AGR-703	67 b-d	16 ab	16 a
HAWK	68 cd	15 a-c	17 a
KÖKSAL	64 d	18 a	18 a
Arazi	72	15	13
Sera	73	14	14
Anaç	**	**	**
Ortam	ÖD	ÖD	ÖD
A × O	ÖD	ÖD	ÖD

** : p<0.01; ÖD: Önemli değil

Özellikle RS-6 anacının kontrol çeşitlerin ortalamasına göre % 24 daha fazla saçak kök oluşturma kapasitesine sahip olduğu saptanmıştır. Domates ve karpuz anaçları üzerine yapılan çalışmalarda; bu oranların sırasıyla %87-96 ve %79-87 arasında değiştiği bildirilmiştir (Suchoff ve ark., 2017; Bertucci ve ark., 2018). Kök çapı 1 mm'den büyük olan sınıf değerlerinde ise en yüksek değerler kontrol çeşitlerinde hesaplanmıştır. RS-6 anacı, 1-2 mm aralığındaki kök çapı oranının (% 12) ve çapı 2 mm'den büyük kök oranının (% 6) oldukça düşük olması nedeniyle diğer anaçlara göre daha fazla ön plana çıkmıştır. Bu anaç adayı, kontrol çeşitlerin oluşturduğu kazık kökün sadece yarısını oluşturmuştur. Pereira-Dias ve ark. (2018), aşılı biberde 1 mm'den küçük çaplı köklerdeki besin alınımının 1 mm'den büyük köklere göre 4-5 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 2. Açık arazi ve serada yetiştirilen patlıcan anaçlarına ait toplam kök uzunluğu (cm) değerlerinin değişimi (p<0.01).

Köklerin yüzey alanlarının fazla olması, köklerin alım kapasitesini artırıcı diğer önemli bir faktördür. Anaç parametresinden % 1 seviyesinde, ortam parametresinden ise % 5 seviyesinde etkilenmiştir. Bu değer, 1197 cm² (RS-8) - 1611 cm² (Hawk) arasında değişim göstermiştir (Tablo 2). Anaçlara ait veriler arasında belirgin farklılıklar bulunsa da istatistiksel gruplandırmada sadece RS-8 anacı diğer anaçlardan ayrılmıştır. Anaçlar; serada 3124 cm² ve açık arazide ise 2587 cm² ortalama kök yüzey alanına sahip olmuştur. Kakita ve ark. (2015), domateste ve Bertucci ve ark. (2018) ise karpuzda yaptıkları çalışmalarda anaçların kök yüzey alanının daha yüksek olduğunu ve bu artış oranının

kullanılan anaca göre değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmada, anaçların kök hacminin istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık gösterdiği (p<0.01) tespit edilmiştir. Kök hacmi bakımından RS-8 anacı, 96.8 cm³ değeri ile en yüksek değeri almıştır (Tablo 2). Ancak bu anaç adayının kök uzunluğu değerinin, düşük ve kök çapı değerinin ise yüksek olduğu bulunmuştur. RS-8 anacında kök hacminin yüksek olma nedeni, kalın ve kısa kök miktarının yüksek olması olarak açıklanabilir. Kök mimarisi parametreleri yönünden en yüksek değerlere sahip olan RS-6 anacı, kök hacmi yönünden 40.5 cm³ ile en düşük değeri almıştır. Bunun nedeni; ortalama kök

çapının düşük ve 1 mm'den küçük çaplı, birim hacimleri az olan kök oranlarının yüksek olmasından kaynaklanabilir. Bitki kuru ağırlık değerleri ise hem anaç hem ortam parametrelerinden istatistiksel olarak % 1 seviyesinde etkilenmiştir. Çalışmada; kuru ağırlık

değerleri, 10.03 g ile 15.13 g arasında değişiklik göstermiştir. Araştırma sonucunda en yüksek kuru ağırlık değerleri sırasıyla RS-6 (15.13 g), RS-1 (14.30 g) ve RS-5 (14.13 g) anaçlarında belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Patlıcan anaçlarının köklerine ait yüzey alanı, kök hacmi ve kuru ağırlık değerleri

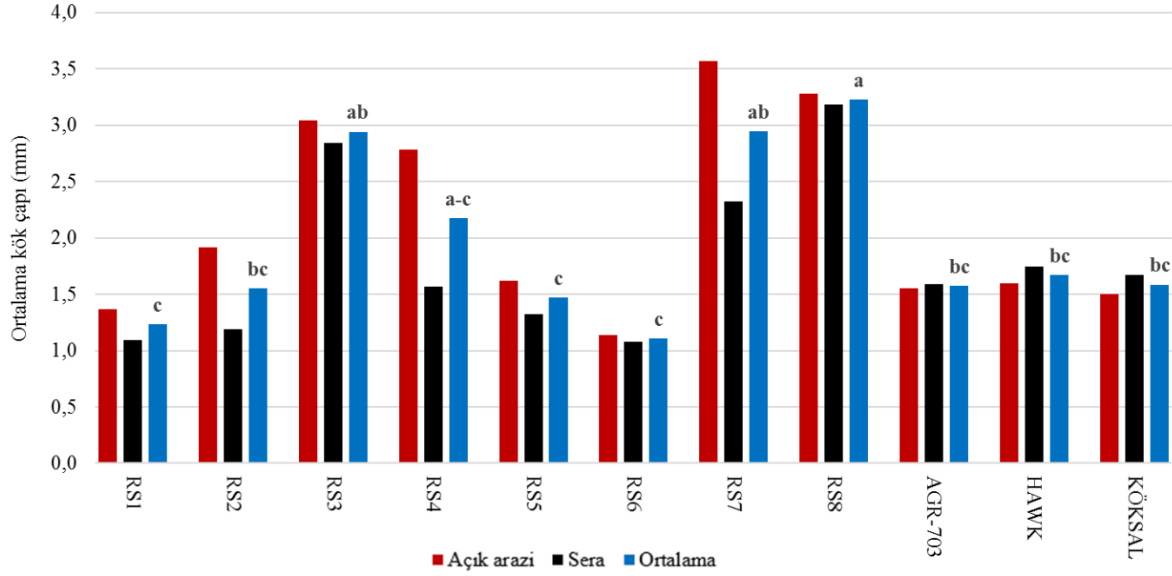
Anaçlar		Yüzey alanı (cm ²)		Kök Hacmi (cm ³)		Kuru ağırlık (g)	
RS1	A	1459	1469 ^{ab}	49.8	45.5 ^b	13.37	14.30 ^{ab}
	S	1478		41.1		15.23	
RS2	A	1300	1423 ^{ab}	60.7	53.2 ^b	11.57	12.70 ^{a-c}
	S	1546		45.6		13.83	
RS3	A	1141	1356 ^{ab}	78.7	94.8 ^a	11.30	11.45 ^{bc}
	S	1571		110.9		11.60	
RS4	A	1299	1403 ^{ab}	79.9	68.5 ^{ab}	13.25	12.91 ^{a-c}
	S	1508		57.0		12.57	
RS5	A	1432	1419 ^{ab}	58.1	52.8 ^b	13.77	14.13 ^{ab}
	S	1405		47.5		14.50	
RS6	A	1350	1465 ^{ab}	38.5	40.5 ^b	13.97	15.13 ^a
	S	1580		42.4		16.30	
RS7	A	1333	1295 ^{ab}	119.1	96.1 ^a	9.93	10.03 ^c
	S	1257		73.0		10.13	
RS8	A	1092	1197 ^b	88.4	96.8 ^a	11.93	12.83 ^{a-c}
	S	1303		105.2		13.73	
AGR-703	A	1249	1325 ^{ab}	49.0	52.3 ^b	11.50	12.10 ^{a-c}
	S	1402		55.7		12.70	
HAWK	A	1587	1611 ^a	64.3	68.0 ^b	10.83	12.25 ^{a-c}
	S	1634		71.6		13.67	
KÖKSAL	A	1460	1571 ^a	54.6	62.3 ^b	11.83	12.55 ^{a-c}
	S	1682		70.0		13.27	
Arazi		2587 ^B		64.7		12.11 ^B	
Sera		3124 ^A		65.5		13.41 ^A	
Anaç		**		**		**	
Ortam		*		ÖD		**	
A × O		ÖD		ÖD		ÖD	

Ortalama kök çapı değeri, saçak kök eğiliminin diğer bir önemli belirticidir. Ortalama kök çapının düşük değerlerde olması kökün absorpsiyon yeteneğini pozitif yönde etkilemektedir. Bu kriter, yetiştirme ortamından istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmemiştir. Buna rağmen açık arazideki incelenen köklerin, ortalama 0.3 mm daha fazla kalın olduğu bulunmuştur. Bu değerler, 1.1 mm - 3.2 mm arasında dağılım göstermiştir. RS-6 (1.1 mm), RS-1 (1.2 mm) ve RS-5 (1.5 mm) patlıcan anaç adayları, ticari çeşitlerden (1.6 mm) daha düşük ortalama kök kalınlığına sahip oldukları belirlenmiştir (Şekil 3). Farklı araştırmacılar tarafından yapılan diğer çalışmalarda bu değerler; domates anaçlarında 0.28-0.37 mm (Suchoff ve ark., 2017) ve karpuz anaçlarında ise 0.09-0.16 mm (Bertucci ve ark., 2018) olarak tespit edilmiştir. Değerlerin söz konusu çalışmalara göre yüksek çıkması, bitkilerin kök yapılarının daha geç dönemde incelenmesinden kaynaklanabilir. Ulas ve ark. (2018), patlıcanın ortalama kök çapının; domates, karpuz ve kabaktan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu

literatür, araştırma sonuçlarını doğrulamaktadır. Köklerde oluşan uç sayısı, dallanma ve kesişme yoğunlukları arttıkça bitki besin alım kapasitelerinde önemli düzeyde artışlar olmaktadır (Craine, 2006). Anaçların köklerine ait uç sayıları, hem anaç hem ortam parametrelerinden % 1 düzeyinde etkilenmiştir. Anaç x ortam interaksyonları ise önemsiz düzeyde bulunmuştur. Çalışmada; RS-6 ve RS-1 anaçları sırasıyla 22538 adet ve 21111 adet en yüksek uç sayısı değerlerine ulaşarak istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük uç sayısı değeri ise RS-7 (10269 adet) anaçına aittir (Tablo 3). Anaçlarda kök dal sayısı bakımından değerlendirme yapıldığında; anaçların çok önemli (p<0.01) ve ortamın (P<0.05) etkilerinin ise önemli düzeyde olduğu bulunmuştur. En yüksek dallanma sayısı; RS-6 (57226 adet) ve en düşük dal sayısı RS-8 ise (29661 adet) anaçında belirlenmiştir (Tablo 3). Köklerde oluşan kesişim sayısı bakımından; anaçların (p<0.01) ve ortamın (P<0.05) kesişme sayısına önemli etkisinin olduğu bulunmuştur. En yüksek kök kesişim değerleri sırasıyla

RS-6 (6775 adet) ve RS-1 (6714 adet) anaçlarına ait olup istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır (Tablo 3). En düşük kesişme sayısının ise RS-7 (3750 adet) anaçına ait olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak RS-6 ve RS-1 anaçlarının köklerinin; uç sayısı, dallanma ve kesişim sayıları yönünden kontrol anaç çeşitlerinden daha yüksek

olduğu bulunmuştur. Ayrıca anaç köklerindeki uç sayısı, dallanma ve kesişim sayıları diğer parametrelere göre yetiştirme ortamından daha fazla düzeyde etkilenmiştir. Bu kriterler; açık arazide, sera ortamına göre % 15-25 oranında azalış göstermiştir.



Şekil 3. Açık arazi ve serada yetiştirilen patlıcan anaçlarına ait ortalama kök çapı (mm) değerlerinin değişimi (P<0.01)

Tablo 3. Patlıcan anaçlarında köklere ait uç, dallanma ve kesişme sayısı değerleri

Anaçlar	Uç (adet)	Dallanma (adet)	Kesişme (adet)
RS1	A 19325 S 22897	21111 ^a 54435	56725 ^{ab} 6847
RS2	A 11117 S 19141	15129 ^{ab} 39194	51901 ^{ab} 6581
RS3	A 8888 S 12497	10692 ^b 33789	39534 ^{a-c} 4057
RS4	A 9304 S 16890	13097 ^b 41010	47866 ^{a-c} 4294
RS5	A 13349 S 17140	15245 ^{ab} 47282	48093 ^{a-c} 6469
RS6	A 22126 S 22949	22538 ^a 50416	57226 ^a 4526
RS7	A 9271 S 11266	10269 ^b 32565	34853 ^{bc} 8071
RS8	A 8058 S 9265	8662 ^b 30449	29661 ^c 3388
AGR-703	A 10435 S 12518	11476 ^b 45367	47476 ^{a-c} 4113
HAWK	A 17357 S 12141	14749 ^{ab} 53126	50602 ^{a-c} 3404
KÖKSAL	A 9017 S 12807	10912 ^b 54695	54094 ^{ab} 3076
Arazi	12568 ^B	43739 ^B	4559 ^B
Sera	15410 ^A	50449 ^A	5681 ^A
Anaç	**	**	**
Ortam	**	*	*
A × O	ÖD	ÖD	ÖD

Çalışmada incelenen anaçların fenotipik kök özellikleri arasında korelasyon analizi yapılmıştır. Toplam kök uzunluğu ile yüzey alanı arasında önemli ve pozitif yönde bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4). Ancak toplam kök uzunluğu ile ortalama kök çapı ve hacmi arasında negatif yönde bir ilişki bulunmuştur ($p<0.01$). Kök uzunluğu artıp, kök çapı azaldıkça; kök çeperleri artmakta buna rağmen, kök hacim değerleri düşüş göstermektedir. Bu sonuçlar, anaç seleksiyon çalışmalarında kök hacminden ziyade kök uzunluğu ve kök yüzey alanı değerlerinin daha önemli unsurlar olduğunu göstermektedir. Anaç köklerindeki uç sayısı, dallanma ve kesişim sayıları; hem kendi aralarında ve

hem de toplam kök uzunluğu ile pozitif yönde korelasyon göstermiştir. Ancak, ortalama kök çapı ve kök hacmi ile negatif bir ilişkinin olduğu bulunmuştur. Ayrıca, kök uzunluklarının çap sınıfı değerleri ile diğer parametreler arasında belirgin bir ilişki tespit edilmemiştir. Çalışmada, anaçların kök kuru ağırlıkları ile diğer kök özellikleri arasında ise istatistiksel olarak kayda değer bir korelasyon ilişkisi kurulamamıştır. Bu nedenle, anaç ıslah çalışmalarında kök kuru ağırlığından ziyade kök yüzey alanı, toplam kök uzunluğu, saçak kök oranı ve kök sayılarının irdelenmesinin daha iyi olacağı ortaya çıkmıştır.

Tablo 4. Patlıcan anaçlarına ait köklenme parametreleri arasındaki korelasyon ilişkisi

	Yüzey alanı	Ort. çap	Hacim	Uç	Çatal	Kesişim	1> U	U: 1-2	2>U	Kuru ağı.
Uzunluk	0.55**	-0.87**	-0.76**	0.87**	0.90**	0.74**	-0.21	0.27	0.15	0.34
Yüzey alanı		-0.35	-0.02	0.33	0.73**	0.42	-0.46	0.30	0.47	0.17
Ort. çap			0.93**	-0.69**	-0.78**	-0.64**	0.40	-0.40	-0.35	-0.38
Hacim				-0.64**	-0.59**	-0.55**	0.23	-0.31	-0.16	-0.34
Uç					0.69**	0.68**	0.18	-0.16	-0.17	0.36
Çatal						0.82**	-0.36	0.39	0.30	0.29
Kesişim							-0.08	0.11	0.06	0.31
1> U								-0.81**	-0.96**	-0.15
U: 1-2									0.62**	0.01
2>U										0.21

** : $p<0.01$

Araştırma sonucunda tüm kök unsurları birlikte değerlendirildiğinde; toplam kök uzunluğu, yüzey alanı, kök çapı, dallanma ve kök uç sayıları yönünden en yüksek değerlere RS-6 anaç adayları ulaşmıştır. Ayrıca kök mimarisi inceleme sonuçlarına göre RS-6 anacının ticari anaç çeşitleri geride bırakarak ön plana çıktığı belirlenmiştir. Aşı başarı oranı ve biyotik stres dayanımı da oldukça iyi olan bu anaç, kök kalitesi ve köklenme unsurları yönünden en yüksek performansı göstermiştir. RS-6 türler arası melez anaç adayının, farklı lokasyonlarda ve farklı patlıcan çeşitleriyle yapılan verim ve kalite denemeleri sonucunda tescil aşamasına getirilerek, ilk yerli anacın aşılı patlıcan fidesi üretiminde kullanımına yönelik çalışmalarda son aşamaya gelinmiştir.

Teşekkür ve Bilgilendirme

Bu çalışma, SANTEZ / TEYDEB (Proje No: 0832.STZ.2014) tarafından desteklenen projeden elde edilen verilerle hazırlandığı için, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığına ve TÜbitak'a maddi desteklerinden dolayı teşekkür ederiz. Ayrıca çalışmanın arazi kısmındaki yardımlarından ötürü, Gento Tohumculuk Tarım Sanayi ve Tic. Ltd. Şti. çalışanlarına da teşekkür ederiz.

Bu çalışma, Şeyma SARIBAŞ'ın "Aşılı patlıcan üretiminde genetik kaynakların anaç ıslah programında değerlendirilmesi ve yerli hibrit anaçların geliştirilmesi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

Çıkar İlişkisi

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını

beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Ano G, Hebert Y, Prior P, Messiaen CM. 1991. A new source of resistance to bacterial wilt of eggplants obtained from a cross: *Solanum aethiopicum* L x *Solanum melongena* L. *Agronomie*, 11: 555-560.
- Balkaya A. 2014. Aşılı sebze üretiminde kullanılan anaçlar. TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Der, 3 (106): 4-7.
- Balkaya A, Kandemir D, Sarıbaş Ş. 2015. Türkiye sebze fidesi üretimindeki son gelişmeler. TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Derg, 4(13): 4-8.
- Balkaya A, Sarıbaş HŞ, Erper İ, Kandemir D, Seçim A. 2018. Aşılı patlıcan üretiminde genetik kaynakların anaç ıslah programında değerlendirilmesi ve yerli hibrit anaçların geliştirilmesi. SAN-TEZ Proje No: 0832.STZ.2014.
- Bertucci MB, Suchoff DH, Jennings KM, Monks DW, Gunter CC, Schultheis JR, Louws FJ. 2018. Comparison of root system morphology of cucurbit rootstocks for use in watermelon grafting. *Hort Technol*, 28(5): 629-636.
- Bie Z, Nawaz MA, Huang Y, Lee JM, Colla G. 2017. Introduction of vegetable grafting. *Vegetable Grafting: Principles and Practices*. Wallingford, UK: CABI Publishing, 1-21.
- Bletsos FA, Olympios CM. 2008. Rootstocks and grafting of tomatoes, peppers and eggplants for soil-borne disease resistance, improved yield and quality. *Europ J Plant Sci Biotech*, 2: 62-73.
- Cappelli C, Stravato VM, Buonauro R. 1995. Fusarium wilt of melon, observations in the period '84/'94. *Colture Protette* 24: 9-71.
- Comas L, Becker S, Cruz VMV, Byrne PF, Dierig DA. 2013. Root traits contributing to plant productivity under drought. *Frontiers Plant Sci*, 4: 442.

- Craine JM. 2006. Competition for nutrients and optimal root allocation. *Plant and Soil*, 285: 171-185.
- Daunay MC. 2008. Eggplant. In *Vegetables II* (pp. 163-220). Springer, New York, NY.
- FAO. 2017. Food and agriculture organization of the united nations classifications and standards.
- Gisbert C, Prohens J, Raigón MD, Stommel JR, Nuez F. 2011. Eggplant relatives as sources of variation for developing new rootstocks: Effects of grafting on eggplant yield and fruit apparent quality and composition. *Scientia Horticulturae*, 128: 14-22.
- Kakita T, Abe A, Ikeda T. 2015. Differences in root growth and permeability in the grafted combinations of dutch tomato cultivars (Starbuck and Maxifort) and Japanese cultivars (Reiyo, Receive, and Magnet). *American J Plant Sci*, 6: 2640.
- Kandemir D, Saribaş HŞ, Balkaya A. 2016. Aşılı patlıcan üretiminde kullanılan anaçların verim ve kalite üzerine etkileri. *Tarım Gündem Derg*, 6(33): 24-28.
- Khah E.M. 2005. Effect of grafting on growth, performance and yield of aubergine (*Solanum melongena* L.) in the field and greenhouse. *J Food Agr Environ*, 3: 92-94.
- Khah E.M, Katsoulas N, Tchamitchian M, Kittas C. 2011. Effect of grafting on eggplant leaf gas exchanges under Mediterranean greenhouse conditions. *Inter J Plant Prod*, 5(2): 121-133.
- King S, Davis AR, Zhang X, Crosby K. 2010. Genetics, breeding and selection of rootstocks for Solanaceae and Cucurbitaceae. *Scientia Horticulturae*, 127(2): 106-111.
- Koevoets IT, Venema JH, Elzenga JT, Testerink C. 2016. Roots withstanding their environment: exploiting root system architecture responses to abiotic stress to improve crop tolerance. *Frontiers Plant Sci*, 1335: 1-19.
- Koral AÖ, Türkteş M. 2018. Patlıcanda Fusarium solgunluğuna dayanıklılık ve mücadele çalışmaları. *Çukurova J Agric Food Sci*, 33(1): 111-124.
- Lambers H, Shane MW, Cramer MD, Pearse SJ, Veneklaas EJ. 2006. Root structure and functioning for efficient acquisition of phosphorus: matching morphological and physiological traits. *Annals Botany*, 98: 693-713.
- Leonardi C, Kyriacou M, Gisbert C, Oztekin GB, Mourão I, Roupheal Y. 2017. Quality of grafted vegetables. *Vegetable Grafting: Principles and Practices*. Eds. G. Colla, F. Pérez-Alfocea and D. Schwarz. CAB International, Oxfordshire, UK, 216-244.
- Oda M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. *Food Fert Technol Centre Extension Bullet*, 480: 1-11.
- Oztekin GB, Giuffrida F, Tuzel Y, Leonardi C. 2009. Is the vigour of grafted tomato plants related to root characteristics. *J Food, Agri Environ*, 7: 364-368.
- Paez-Garcia A, Motes CM, Scheible WR, Chen R, Blancaflor EB, Monteros MJ. 2015. Root traits and phenotyping strategies for plant improvement. *Plants*, 4: 334-355.
- Passam HC, Stylianou M, Kotsiras A. 2005. Performance of eggplant grafted on tomato and eggplant rootstocks. *Europ J Hort Sci*, 70(3): 130-134.
- Pereira-Dias L, Lopez-Serrano L, Castell-Zeising V, Lopez-Galarza S, San Bautista A, Calatayud Á, Fita A. 2018. Different root morphological responses to phosphorus supplies in grafted pepper. *Bulletin UASVM Horticulture*, 75: 1.
- Schiefelbein JW, Benfey PN. 1991. The development of plant roots: new approaches to underground problems. *The Plant Cell*, 3: 1147.
- Schwarz D, Roupheal Y, Colla G, Venema JH. 2010. Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: thermal stress, water stress and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*, 127: 162-171.
- Suchoff DH, Gunter CC, Louws FJ. 2017. Comparative analysis of root system morphology in tomato rootstocks. *Hort Technol*, 27(3): 319-324.
- TTSM, 2019. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Menu/30/Kayit-Listeleri/>, (erişim tarihi: 13 Şubat 2019)
- Ulas F, Erdogdu S, Yücel Y, Ulas A, Yetisir H. 2018. Leaf physiological and root morphological responses of some fruit bearing vegetables as affected by different rates of nitrogen. *Uluslararası Tarım ve Doğa Bilimleri Derg*, 1: 19-24.
- Yarşi G, Rad S. 2004. Cam serada aşılı fide kullanımının Faselis F1 patlıcan çeşidinde verim, meyve kalitesi ve bitki büyümesine etkisi. *Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstit Derg*, 3: 16-22.
- Yetişir H. 2017. History and current status of grafted vegetables in Turkey. *Chron Horticult* 57: 13-18.