



Aşı Uygulaması ve Yetiştirme Ortamlarının Domatete (*Solanum lycopersicum*) Vejetatif Büyüme ile Kök Yapısı Üzerine Etkileri

Dilek Kandemir^{1*} , Sümeyye Güney² , Melike Balcı Gevez³ , Ahmet Balkaya³ 

ÖZET

Bu çalışma, farklı yetiştirme ortamlarının ve aşı uygulamasının domates bitkilerinin vejetatif büyüme ve kök mimarisi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada hem aşılı [Diva F₁/Jasmine F₁] hem de aşısız (Jasmine F₁) domates bitkilerinin performansları beş farklı kök yetiştirme ortamı (%100 torf, %100 perlit, %100 kum, %75 torf + %25 perlit ve %50 torf + %50 perlit) kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bitkilerin vejetatif büyüme performansları; bitki boyu, gövde çapı, gövde-yaprak ve kök kuru ağırlıkları gibi parametrelerle birlikte, kök uzunluğu, kök çapı, kök yüzey alanı ve kök hacmi gibi kök mimarisi özellikleri yönünden değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları, yetiştirme ortamlarının ve aşı durumunun vejetatif büyüme ve kök parametreleri üzerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde etkiler oluşturduğunu göstermiştir. En yüksek vejetatif büyüme ve kök mimarisi değerleri genellikle aşılı domates bitkilerinde ve torf içeriği yüksek ortamlardan elde edilmiştir. Özellikle %100 torf ortamında yetiştirilen aşılı bitkiler, bitki boyu, gövde çapı ve kuru madde birikimi açısından üstünlük göstermiştir. Sonuçlar, güçlü kök sistemine sahip aşılı domates bitkilerinin ve uygun yetiştirme ortamlarının domates bitkilerinde büyüme performansını artırabileceğini göstermektedir.

MAKALE GEÇMİŞİ

Geliş

02 Haziran 2025

Kabul

11 Temmuz 2025

ANAHTAR KELİMELER

Aşılı domates, yetiştirme ortamı, vejetatif büyüme, kök sistemi

Effects of Grafting and Growing Media on Vegetative Growth and Root Structure in Tomato (*Solanum lycopersicum*)

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of different growing media and grafting on vegetative growth and root architecture of tomato plants. In the study, the performances of both grafted [Diva F₁/Jasmine F₁] and non-grafted (Jasmine F₁) tomato plants were compared using five different root growing media (100% peat, 100% perlite, 100% sand, 75% peat + 25% perlite and 50% peat + 50% perlite). The performances of the plants were evaluated in terms of plant height, stem diameter, stem-leaf and root dry weights as well as root architecture characteristics such as root length, diameter, surface area and volume. The findings obtained from the study showed that growing media and grafting status had significant effects on growth and root parameters. The highest vegetative growth and root architecture values were generally obtained in grafted seedlings and in media with high peat content. Grafted tomato plants, especially those grown in 100% peat medium, showed superiority in terms of plant height, stem diameter and dry matter accumulation. The results show that grafted plants with strong root systems and suitable growing substrates can increase growth performance in grafted tomato plants.

ARTICLE HISTORY

Received

02 June 2025

Accepted

18 July 2025

KEY WORDS

Grafted tomato, growing medium, vegetative growth, root system

Giriş

Dünyada en çok yetiştirilen ve tüketilen sebze türlerinden olan domates (*Solanum lycopersicum*), birçok ülkede açık tarlada ve örtüaltında, topraklı ve topraksız tekniklerle üretimi yapılan, ticari açıdan en önemli sebze türlerinden birisidir [1, 2, 3]. Domates dünya sebze üretiminde ilk sırada yer almaktadır. Toplam üretim miktarı 192.317.973 tondur. Türkiye 13.300.000 ton ile bu üretimin yaklaşık %6.9'unu karşılamaktadır. Türkiye,

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun Meslek Yüksekokulu, Samsun / Turkey

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun / Turkey

³ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun/ Türkiye

*Corresponding Author: Dilek Kandemir, e-mail: mdilek@omu.edu.tr

dünya domates üretiminde Çin (70.119.693,64 ton) ve Hindistan (20.425.000 ton)'dan sonra 3. sırada yer almaktadır [4]. Bu durum Türkiye'nin domates üretiminde dünyada majör bir üretici olduğunu göstermektedir. Domates, Türkiye sebze tarımında da ilk sırayı almaktadır. Türkiye örtüaltı sebze üretim miktarı 7.978.823 tondur ve örtüaltında yetiştirilen sebze türleri içerisinde üretim miktarı yönünden %51 oranı ile (4.071.131 ton) en büyük payı domates almaktadır [5].

Domateste verim ve kalitenin yüksek olması ekonomik açıdan oldukça önemli iki özelliktir. Farklı yetiştirme dönemlerine uygun, verim ve kalite yönünden oldukça iyi niteliklere sahip hibrit domates çeşitlerinin sayısı her geçen gün artış göstermektedir. Verimli ve kaliteli hibrit domates çeşitlerinin kullanımı artmasına rağmen, özellikle seralarda yoğun ve monokültür üretimin neden olduğu toprak kaynaklı hastalıklar, zararlılar, tuzlu veya alkali toprak koşulları, toprak yorgunluğu ve geçirimsiz tabaka gibi problemler, istenilen verim ve kaliteye ulaşmayı engellemektedir. Bu sorunların kontrolünde aşılı fide kullanımı son yıllarda artış göstermiştir [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Aşılı fide kullanımı, özellikle hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık sağlamak, erkenciliği, verim ve kaliteyi arttırmak, düşük hava ve toprak sıcaklığına dayanıklılığı arttırmak amacıyla kullanılmaktadır [16, 17, 18, 19]. Ayrıca, bazı araştırmacılar biyotik ve abiyotik stres faktörleri dışında aşılı domates bitkilerinin aşısız domates bitkilerine göre daha yüksek verim değerleri ve daha iyi pazarlanabilir meyve üretimine sahip olduğunu belirtmişlerdir [7, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28]. Verim ile ilgili yapılan çalışmalarda aşılı bitkilerde meyve veriminin aşısız bitkilere göre %2,1 - %80,3 oranında değişkenlik gösterdiği farklı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir [29, 30, 31, 32, 28]. Aşılı bitkilerin aşısız bitkilere kıyasla performansı genellikle anacın kök sistemi özelliklerine bağlıdır [33, 34].

Kuvvetli kök sistemine sahip anaçların, topraktan su ile makro ve mikro besin elementlerini daha iyi aldıkları, bu sayede toprak kaynaklı patojenlere ve abiyotik stres koşullarına karşı daha iyi performans gösterdiği bildirilmiştir [35, 36, 37, 28]. Stres faktörleri olmasa bile aşılı bitkilerin güçlü kök yapısı sayesinde, daha iyi vejetatif büyüme performansı gösterdiği ve böylece aşısız bitkilere göre daha yüksek verim elde edildiği bilinmektedir [38, 10, 37, 39, 40]. Domateste yeterli vejetatif büyüme sonucunda verim artışı sağlandığı farklı araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir [41, 42].

Seralarda toprak kaynaklı sorunların giderilmesinde aşılı fide kullanımı dışında tercih edilen diğer bir yöntem de topraksız tarım teknikleriyle yetiştiricilik yapılmasıdır [43, 44, 45, 46, 47, 48]. Topraksız tarım teknikleri dünyanın değişik bölgelerinde ve özellikle seracılığın yaygın olduğu alanlarda birçok sebze türünün ve süs bitkilerinin yetiştiriciliğinde ticari anlamda yaygın olarak kullanılmaktadır [44, 46, 47, 48, 49]. Topraksız tarım teknikleri Türkiye'deki modern sera işletmelerinde de başarılı bir şekilde uygulanmakta ve yaygın olarak domates yetiştiriciliği yapılmaktadır [50, 51]. Türkiye'de topraksız tarım tekniklerinden ortam (substrat) kültürü, başlangıç yatırımının daha az olması ve kullanılan ortamların kök bölgesinin etrafında tampon görevi yapması nedenleriyle daha fazla tercih edilmektedir [52, 53, 54]. Topraksız tarım ile ilgili yürütülmüş birçok çalışma sonucunda, değişik ortamlarda yetiştirilen bitkilerin büyüme, gelişme ve veriminde farklılıklar olduğu kaydedilmiştir [55, 56, 57, 58, 59]. Katı ortam kültüründe yetiştirme ortamı olarak daha çok hindistan cevizi lifi, torf, perlit ve kayayünü kullanılmaktadır. Dünyadaki perlit rezervlerinin önemli bir kısmı (5,7 milyar ton) Türkiye'de bulunmaktadır [50, 60]. Yapılan birçok araştırma sonuçları perlitin yetiştirme ortamı olarak toprağa alternatif olarak kullanılabileceğini göstermiştir [61, 62, 63, 64]. Varış ve ark. (2001), ortamların serada marul ve domateste büyüme, kalite ve verim özelliklerine etkilerini belirledikleri çalışmada; farklı oranlarda perlit ve torf karışımından hazırlanan ortamların çoğunun, incelenen parametreler açısından üstünlük gösterdiklerini bildirmişlerdir [65].

Bu çalışmada, sıcaklık kontrollü sera koşullarında (25 °C ± 2 °C) aşılı ve aşısız domates fidelerinin beş farklı yetiştirme ortamındaki (%100 torf, %100 perlit, %100 kum, %75 torf + %25 perlit, %50 torf + %50 perlit) vejetatif büyüme performansları ile kök yapıları detaylı bir şekilde incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Deneme Alanında yapılmıştır. Araştırmanın, yetiştiricilik kısmı sebze çoğaltma serasında, bitki analizleri ise Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji laboratuvarında yürütülmüştür.

Özel bir fide firmasından aşılı ve aşısız (Jasmine F₁) domates fideleri temin edilmiştir. Domates fideleri, bitkilerin optimal büyüme koşullarının belirli bir seviyede tutulabildiği sıcaklık kontrollü sera (22 °C ± 2 °C) koşullarında, farklı kök bölgesi ortamlarında yetiştirilmiştir. Araştırmada %100 torf, %100 perlit, %100 kum, %75 torf + %25 perlit ve %50 torf + %50 perlit olmak üzere 5 farklı kök yetiştirme bölgesi ortamı kullanılmıştır. Hazırlanan ortamlar, 5 litrelik plastik saksılara doldurulmuştur. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak faktöryel olarak 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 4 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Sıcaklık kontrollü sera koşullarında yetiştirilen her bir kök yetiştirme ortamı için 12 aşılı ve 12 aşısız domates fidesi 17 Nisan 2024 tarihinde dikilmiştir.

Bitkilerin ihtiyaç duyduğu makro ve mikro elementleri için Algi Plus deniz yosunu gübresi (1 gr/ 5 lt dozda her saksıya 100 ml olacak şekilde) ve Hoagland besin çözeltisi (100 ml ± 50 ml) uygulanmıştır. Hoagland çözeltisi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Laboratuvarında hazırlanmıştır. Sulama sıklığı ve uygulanan besin çözeltisi miktarı bitkilerin büyüme süreçlerine göre domates bitkilerinin 40 günlük yetiştirme periyodu süresince belirli aralıklarla eşit miktarda verilmiştir. Tarımsal üretimde uygulanan kültürel işlemlerden koltuk (sürgün) alma budaması domates bitkilerinde uygulanmamıştır. Diğer kültürel işlemler tekniğine uygun olarak yapılmıştır [66].

Bu çalışmada, fide dikim tarihinden itibaren aşılı ve aşısız domates bitkilerinde 40. günde kantitatif büyüme analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlerde vejetatif büyüme ile kök sistemi mimarisini oluşturan özellikler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bitki büyüme parametreleri aşağıda verilmiştir.

a. Bitki boyu (cm): Bitki boyları kök boğazından büyüme ucuna kadar olan mesafenin metre ile ölçülmesiyle tespit edilmiştir.

b. Gövde çapı (mm): Toprak seviyesinin 1 cm üstünden, dijital kumpas ile ölçülmüştür.

c. Gövde ve yaprak kuru ağırlığı (g): Bitkiler ayrı ayrı kese kağıtlarına konularak etüvde 80°C sıcaklıkta 72 saat sürede kurutulmuştur. Kurutulan bitkiler hassas terazide (0,01 g) tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir.

d. Kök kuru ağırlığı (g): Kök sistemi mimarisini oluşturan özellikleri belirlemek için yapılan tarama işleminden sonra bitki kökleri ayrı ayrı kese kağıtlarına konularak etüve yerleştirilmiştir. Etüvde 80 °C sıcaklıkta 48 saat sürede kurumaya tamamlanan bitki köklerinin kuru ağırlıkları hassas terazi (0.01 g) ile tespit edilmiştir.

Kök sistemi mimarisini oluşturan özelliklerin incelenmesi amacıyla yetiştirme ortamından kök boğazından kesilip alınan bitki kökleri dikkatli bir şekilde yıkanmıştır. Kurulama kağıdı ile kurulan köklerde, ince uçlu pens yardımı ile A3 boyutundaki asetat kağıdının üzerinde detaylı bir şekilde ayırma işlemi yapılmıştır. Kök mimarilerinin incelenmesinde WinRhizo kök analiz programı kullanılmıştır. Tarama işlemi için ayrılan bitki kökleri cihazın tarayıcı kısmına yerleştirilmiş ve 400 dpi çözünürlükte üç boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır [40].

İncelenen kök sistemi mimarisi parametreleri:

a. Toplam kök uzunluğu (cm): Bütün bitkilerin kök uzunlukları tespit edilmiştir.

b. Ortalama kök çapı (mm): Bütün kök uzantıları ayrı ayrı incelenerek ortalama çapları hesaplanmıştır.

c. Kök yüzey alanı (cm²): Üç boyutlu olarak taraması yapılan tüm köklerin dış çeperlerinin yüzey alanı kök yüzey alanı olarak hesaplanmıştır.

d. Kök hacmi (cm³): Kantitatif olarak analiz edilen köklerde net kök hacmi değerleri WinRhizo programı yardımıyla ölçülmüştür.

e. Kök uzunluklarının oransal çap sınıf değerleri (%): Çaplarına göre kök uzunluk oranları üç grupta sınıflandırılmıştır. 1. grupta çapı 1 mm'den küçük olan köklerin uzunluk oranı, 2. grupta çapı 1-2 mm arasında olan köklerin uzunluk oranı ve 3. grupta çapı 2 mm'den büyük olan köklerin uzunluk oranı değerleri belirlenerek değerlendirme yapılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SAS JMP 5.01 istatistik programı kullanılarak varyans analizi ile değerlendirilmiş ve gruplar arasındaki anlamlı farklılıklar Student's t testi ile saptanmıştır.

Bulgular

Farklı yetiştirme ortamlarının aşılı ve aşısız domates bitkilerinin boyu üzerine etkisinin istatistiksel olarak çok önemli olduğu (P<0.01) bulunmuştur (Tablo 1). En yüksek bitki boyu değeri 67.7 cm ile %100 torf yetiştirme ortamında aşılı domates bitkilerinde ölçülmüştür. Bu değer, en düşük bitki boyunun kaydedildiği %100 perlit ortamındaki aşısız domates bitkilerinden %63.92 oranında daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ortamlar arasında en yüksek bitki boyu değerleri sırasıyla, %100 torf (67,1 cm), %50 torf + %50 perlit (59.8 cm), %75 torf + %25 perlit (59,0 cm), %100 kum (46.9 cm) ve %100 perlit (42.4 cm) ortamlarından elde edilmiştir. Domates bitkilerinin aşılı ve aşısız olma durumu bitki boyu değerlerini istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilememiştir.

Gövde çapı yönünden yapılan değerlendirmede, gövde çapı değerlerinin 7.7 mm ile 11.2 mm arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 1). En düşük gövde çapı, %100 perlit ortamında aşısız bitkilerde, en yüksek gövde çapı ise %100 torf ortamında aşılı domates bitkilerinde ölçülmüştür. Yetiştirme ortamları arasında yapılan karşılaştırmada en yüksek gövde çapı değeri %75 torf + %25 perlit ortamından, en düşük gövde çapı değeri ise %50 torf + %50 perlit ortamından elde edilmiştir. Aşılı domates bitkilerinde gövde çapı değerlerinin aşısız bitkilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1 Farklı yetiştirme ortamlarının aşılı ve aşısız domates bitkilerinde vejetatif büyüme parametreleri üzerine etkileri**Table 1** Effects of different growing media on vegetative growth parameters in grafted and non-grafted tomato plants

Ortamlar	Aşılı durumu	Bitki boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Gövde ve yaprak kuru ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)
%100 Torf	Aşılı	67.7 a	10.8 ab	29.7 a	2.8 bc
	Aşısız	66.4 ab	9.7 bd	26.0 bc	2.3 cd
%100 Perlit	Aşılı	43.5 ef	10.3 ac	16.2 e	3.0 ab
	Aşısız	41.3 f	7.7 e	10.4 f	1.6 e
%100 Kum	Aşılı	47.2 e	9.3 cd	22.4 d	3.4 a
	Aşısız	46.7 e	9.8 bd	15.6 e	1.7 e
%75 Torf + %25 Perlit	Aşılı	62.5 c	11.2 a	28.0 ab	2.9 b
	Aşısız	55.4 d	9.5 cd	24.5 cd	1.9 de
%50 Torf + %50 Perlit	Aşılı	63.0 bc	9.0 d	23.1 cd	2.3 cd
	Aşısız	56.6 d	7.8 e	17.7 e	1.6 e
Aşılı		55.4	10.1 a	22.7 a	2.9 a
Aşısız		54.7	8.9 b	20.0 b	1.8 b

Kullanılan yetiştirme ortamı ve bitkilerin aşılı/aşısız olma durumu, gövde-yaprak kuru ağırlığı üzerinde belirgin etkilere sahip olmuştur (Tablo 1). Analiz sonuçları, bu parametrede geniş bir değişim aralığının olduğunu ortaya koymuştur. En yüksek gövde-yaprak kuru ağırlığı 29.7 g ile %100 torf ortamında yetiştirilen aşılı bitkilerden ve en düşük kuru ağırlık değeri ise 10.4 g ile %100 perlit ortamında yetiştirilen aşısız bitkilerden elde edilmiştir. Ortamlardan %100 torf ortamı, %100 perlit ortamından yaklaşık üç kat daha fazla gövde-yaprak kuru ağırlığı göstermiştir. Bitki gövde-yaprak kuru ağırlık değerlerinin aşılı domates bitkilerinde daha yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo 1). Araştırma sonuçları kök kuru ağırlığı değerleri yönünden incelendiğinde en yüksek kök kuru ağırlığı %100 kum ortamında yetiştirilen aşılı domates bitkilerinde 3.4 g olarak belirlenmiştir. Kum yetiştirme ortamını sırasıyla %100 perlit (3.0 g), %75 torf + %25 perlit (2.9 g), ve %100 torf ortamlarındaki aşılı bitkiler (2.8 g) izlemiştir. En düşük kök kuru ağırlığı 1.6 g ile %50 torf + %50 perlit ve %100 perlit ortamında aşısız bitkilerde kaydedilmiştir. Ortamlar arasında en yüksek kök kuru ağırlığı değerleri sırasıyla %100 kum, %100 torf, %75 torf + %25 perlit, %100 perlit ve %50 torf + %50 perlit ortamlarından elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda aşılı bitkilerin kök kuru ağırlığı değerlerinin aşısız bitkilerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

Aşılı ve aşısız domates bitkilerinde, farklı yetiştirme ortamlarının kök uzunluğu, kök çapı, kök yüzey alanı ve kök hacmi üzerine etkileri istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0.01$) düzeyde etkili olduğu bulunmuştur (Tablo 2). Araştırma sonucunda incelenen kök özellikleri bakımından aşılı domates bitkilerinin aşısızlardan daha yüksek değerler gösterdiği tespit edilmiştir.

Kök uzunluğu yönünden %50 torf + %50 perlit ortamındaki aşılı bitkilerin kök uzunluğunun (1255.0 cm) istatistiksel olarak en yüksek değere, %100 kum ortamındaki aşısız bitkilerin ise en düşük değere (579.7 cm) sahip olduğu kaydedilmiştir. Yetiştirme ortamları arasında yapılan karşılaştırmada en yüksek kök uzunluğu değeri %100 torf ortamında (1232.0 cm) belirlenmiş, bu ortamı %100 perlit (1197.8 cm), %50 torf + %50 perlit (1179.4 cm) ortamları izlemiştir. En yüksek kök uzunluğunun belirlendiği bu ortamlardaki aşılı ve aşısız domates bitkileri aynı istatistiksel grupta yer almıştır. En düşük kök uzunluğu ise %100 kum ortamında 663.3 cm olarak ölçülmüştür. Aşılı ve aşısız domates bitkilerinin farklı yetiştirme ortamlarındaki kök çapı değerleri 2.1 mm ile 3.9 mm arasında değişim göstermiştir (Tablo 2). Araştırmada; %75 torf + %25 perlit ortamındaki aşılı bitkiler en yüksek, %50 torf + %50 perlit ortamındaki aşısız bitkiler en düşük kök çapı değeri

göstermiştir. Ortamlar arasında yapılan değerlendirmede en yüksek kök çapı değeri %75 torf + %25 perlit ve %100 kum ortamlarında kaydedilmiştir.

Araştırmada, domateste önemli bir kök parametresi olan kök yüzey alanı değerlendirildiğinde; en yüksek kök yüzey alanının kaydedildiği %100 torf ortamındaki aşılı domates bitkilerinin, en düşük kök yüzey alanı belirlenen %100 kum ortamındaki aşısız domatesten %75.15 oranında daha fazla kök yüzey alanına sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). Yetiştirme ortamları içerisinde yapılan karşılaştırmada en yüksek değer sırasıyla; %100 torf ortamında (1096.2 cm²) belirlenmiş, bu ortamı %75 torf + %25 perlit (1052.3 cm²) ve %100 perlit (991.4 cm²) ortamları izlemiştir.

Çalışmada en yüksek kök hacmi %75 torf + %25 perlit ortamında aşılı bitkilerde (103.4 cm³), en düşük ise %50 torf + %50 perlit (47.5 cm³) ve %100 kum ortamlarındaki (48.4 cm³) aşısız bitkilerde kaydedilmiştir. Farklı yetiştirme ortamlarının kök hacmine olan etkisi karşılaştırıldığında, en yüksek değer %75 torf + %25 perlit ortamında (88.3 cm³), en düşük değer ise %100 kum ortamında (51.6 cm³) kaydedilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2 Farklı yetiştirme ortamlarının aşılı ve aşısız domates bitkilerinde bazı kök mimarisi parametreleri üzerine etkileri

Table 2 Effects of different growing media on some root architecture parameters in grafted and non-grafted tomato plants

Ortamlar	Aşı durumu	Kök uzunluk (cm)	Kök çapı (mm)	Kök yüzey alanı (cm ²)	Kök hacmi (cm ³)
%100 Torf	Aşılı	1242.5 a	2.7 bc	1141.6 a	72.4 b
	Aşısız	1221.5 a	2.5 cd	1050.8 a	68.9 b
%100 Perlit	Aşılı	1234.0 a	2.7 bc	1100.1 a	74.5 b
	Aşısız	1161.6 a	2.5 cd	882.7 bc	49.7 cd
%100 Kum	Aşılı	746.9 b	3.2 b	1134.1 a	54.8 c
	Aşısız	579.7 c	3.1 b	651.8 d	48.4 d
%75 Torf + %25 Perlit	Aşılı	1208.3 a	3.9 a	1065.2 a	103.4 a
	Aşısız	866.2 b	2.8 bc	1039.3 a	73.2 b
%50 Torf + %50 Perlit	Aşılı	1255.0 a	2.9 bc	1006.5 ab	73.9 b
	Aşısız	1103.9 a	2.1 d	860.1 c	47.5 d
Aşılı		1118.7 a	3.0 a	1089.5 a	73.8 a
Aşısız		1005.2 b	2.7 b	896.9 b	59.5 b

Farklı yetiştirme ortamlarının aşılı ve aşısız domates bitkilerinde kök çapı 1 mm'den küçük olan köklerin uzunluk oranına, kök çapı 1 mm - 2 mm arasında olan köklerin uzunluk oranına ve kök çapı 2 mm'den yüksek olan köklerin uzunluk oranına etkileri önemli (P<0.01) düzeyde anlamlı bulunmuştur (Tablo 3).

Ortamların ve aşı durumunun, çapı 1 mm'den daha küçük köklerin uzunluk oranına etkisi değerlendirildiğinde, en yüksek değer %100 perlit ortamında aşılı bitkilerde (%94.3), en düşük değeri ise %100 perlit ortamındaki aşısız bitkilerde (%71.8) belirlenmiştir (Tablo 3). Yetiştirme ortamlarının etkisi incelendiğinde en yüksek değer %100 perlit (%86.7) ile %100 torf ve en düşük değer ise %100 kum (%77.8) ortamında kaydedilmiştir. Aşılı bitkilerin çapı 1 mm'den daha küçük köklerin uzunluk oranının aşısız bitkilerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

Kök çapı 1 mm - 2 mm arasında olan köklerin uzunluk oranı en yüksek % 14.9 ile %100 perlit ve %100 kum ortamlarında aşısız bitkilerde ve en düşük ise %5.7 oranı ile %100 kum ortamındaki aşılı bitkilerde kaydedilmiştir (Tablo 3). Farklı yetiştirme ortamlarının ve aşı durumunun istatistiksel olarak önemli etkisi olmamıştır.

Tablo 3 Domates bitkilerine ait kök uzunluklarının ortalama çap skalasına göre oransal dağılımı (%)
Table 3 Proportional distribution of root lengths of tomato plants according to average diameter scale (%)

Ortamlar	Aşılı durumu	Kök çapı 1 mm'den küçük olan köklerin uzunluk oranı (%) (Ç<1 mm)	Kök çapı 1 mm-2 mm arasında olan köklerin uzunluk oranı (%) (1 mm≥Ç≤2 mm)	Kök çapı 2 mm'den büyük olan köklerin uzunluk oranı (%) (Ç>2 mm)
%100 Torf	Aşılı	87.5 ac	86.0 a	11.3 ac
	Aşısız	84.5 ac		8.8 ac
%100 Perlit	Aşılı	94.3 a	86.7 a	12.9 ac
	Aşısız	79.0 cd		14.9 a
%100 Kum	Aşılı	83.7 ad	77.8 b	5.7 c
	Aşısız	71.8 d		14.9 a
%75 Torf + %25 Perlit	Aşılı	91.4 ab	83.5 ab	6.7 bc
	Aşısız	75.6 cd		14.3 ab
%50 Torf + %50 Perlit	Aşılı	82.1 bd	80.0 ab	13.1 ac
	Aşısız	77.9 cd		12.7 ac
	Aşılı	87.2 a		10.0
	Aşısız	78.4 b		13.1

Çalışmada kök çapı 2 mm'den büyük olan köklerin uzunluk oranı %0.0-13.3 arasında değişim göstermiştir. En yüksek değerin %13.3 oranı ile %100 perlit ortamındaki aşısız domates bitkilerinde olduğu ve %100 kum ortamındaki aşılı bitkilerde çapı 2 mm'den yüksek kök oluşmadığı belirtilmiştir. Kullanılan yetiştirme ortamlarının çapı 2mm'den büyük köklerin uzunluk oranına istatistiksel olarak önemli etkisinin olmadığı ancak aşılı bitkilerin aşısız bitkilerden yaklaşık üç kat daha yüksek orana sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tartışma

Domates, dünya genelinde hem ekonomik değeri hem de besin içeriği açısından en yaygın yetiştirilen sebzelerden biridir. Özellikle uygun bir kök yetiştirme ortamı koşullarında optimum yetiştiricilik koşullarının sağlanması verimli bir üretim süreci için kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, farklı yetiştirme ortamlarının ve aşılı uygulamasının domates bitkilerinin vejetatif büyüme ve kök mimarisi özellikleri üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Yetiştirme ortamlarının domates yetiştiriciliğinde bitki boyuna etkisi açısından yapılan karşılaştırmada; %100 perlit ve %100 kum ortamlarında en düşük bitki boyu değerleri tespit edilmiştir. Perlit, su tutma kapasitesi yüksek bir materyaldir; ancak suyu tutarken bitki köklerinin hava ile teması sınırlanabilir. Bitki kökleri için oksijenin yeterli miktarda bulunmaması, kök gelişimini ve dolayısıyla bitki büyümesini olumsuz yönde etkilemiş olabilir [67]. Kum, düşük su tutma kapasitesine sahip bir materyaldir, bu da suyun ve suda erimiş halde bulunan besin elementlerinin hızla drenaj olmasına ve bitki köklerinin sudan ve besin elementlerinden yeterince faydalanamamasına yol açar. Bu çalışmaya benzer bir yaklaşım olarak Yılmaz ve Kınay (2016) adlı araştırmacılar da Goji Beri (*Lycium barbarum* L.) fidesi üretimine farklı ortamların etkilerinin incelendiği çalışmada yalın kum ve yalın perlit ortamının yeterince su ve besin maddesi sağlayamamasından dolayı fide büyümesine elverişli olmadıklarını bildirmişlerdir [68].

Bitki gövde çapı parametresi; mekanik dayanıklılık, su ve besin iletimi kapasitesi gibi birçok fizyolojik özelliği doğrudan etkileyen önemli bir büyüme parametresidir. Araştırmada en yüksek gövde çapı %100 torf ortamında yetiştirilen aşılı bitkilerde; en düşük gövde çapı, %100 perlit ortamındaki aşısız bitkilerde ölçülmüştür. Şahin ve ark. (1998), domates bitkilerinde farklı yetiştirme ortamlarının verim, kalite ve bitki gelişmesine olan etkilerini inceledikleri çalışmada en kalın gövde çapını % 100 torf ortamında elde etmişlerdir [69]. Bu çalışmada, aşılı bitkilerin gövde çapı aşısız bitkilerden daha yüksek bulunmuştur. Bletsos ve ark. (2003),

aşılama ile bitki büyümesinde artış olduğunu ve bu durumun gövde çapına olumlu yönde yansıdığını belirtmişlerdir [70].

Kullanılan yetiştirme ortamı ve bitkilerin aşılı/aşısız durumunun, gövde ve yaprak kuru ağırlığı üzerinde belirgin etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle %100 torf ortamında yetiştirilen aşılı bitkilerin en yüksek gövde ve yaprak kuru ağırlığına ulaşmıştır. Bu durum, torfun diğer ortamlara göre bitki besin elementlerini içermesi, yüksek su tutma kapasitesi ve de hava iletimine katkı sağlayan yapısıyla açıklanabilir. Literatürde, torf bazlı ortamların fide gelişimi üzerindeki olumlu etkileri rapor edilmiştir [71]. Araştırma bulguları, torf ortamının domateste bitki büyümesi ve kuru madde üretimi üzerindeki olumlu etkilerini destekler nitelikte olduğu bulunmuştur.

Kılınc ve Karipçin (2019), tarafından farklı kök yetiştirme ortamlarının karpuzun kök yapısına etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, en yüksek bitki kuru ağırlığı %100 torf ortamında tespit edilmiştir [72]. Aşılı ve aşısız domates bitkileri karşılaştırıldığında, aşılı bitkilerin gövde-yaprak kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kök uzunluğu gibi parametrelerde daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, aşılamanın domates fidelerinde su ve besin alım kapasitesini artırarak büyümeyi teşvik ettiği yönündeki çalışmalarla uyum göstermektedir [73, 74, 75, 76, 77, 78]. Ayrıca, aşılı bitkilerde kök sisteminin daha iyi gelişim göstermesi, stres koşullarına dayanıklılığın da artabileceğine işaret etmektedir.

Bitki kök mimarisini oluşturan kök özellikleri, bitkinin besin ve su alım kapasitesini doğrudan etkileyen faktörler olup, bitkisel üretim süreçlerinde verimlilik, dayanıklılık ve büyüme performansı açısından kritik bir öneme sahiptir [79]. Çalışmada incelenen kök özellikleri yönünden aşılı bitkiler genel olarak aşısızlara kıyasla daha yüksek performans göstermiştir. Aşılı bitkilerin daha kuvvetli kök sistemlerine sahip olduğu ve aşısızlara göre daha iyi performans gösterdiği farklı araştırmacılar tarafından da ortaya konulmuştur [80, 39, 40, 28]. Bilimsel çalışmalarda, kök kuru ağırlığı parametresi, bitki gelişiminin önemli bir göstergesi olarak sıkça kullanılan bir ölçüttür. Araştırma sonuçları kullanılan yetiştirme ortamlarına bağlı olarak pek değişkenlik göstermemiştir, ancak aşılı bitkilerde aşısızlara göre yaklaşık iki kat daha fazla kök kuru ağırlığı değerleri belirlenmiştir.

Kök mimarisi yönünden yapılan analizlerde farklı ortamlarda yetiştirilen aşılı ve aşısız domates bitkilerinin kök uzunlukları karşılaştırılmış ve hem aşılı hem de aşısız bitkilerde %100 torf, %100 perlit ve %50 torf + %50 perlit ortamları üstün özellik göstermiştir. Bu ortamların kök gelişimi açısından yeterli hava boşluğu ve nemle birlikte besin elementi tutma kapasitesi sunduğunu göstermektedir. Bu iki özelliğin birlikte etkisi, köklerin daha derine gelişmesini teşvik etmiş olabilir. Buna karşılık, en düşük kök uzunluğu %100 kum ortamında yetiştirilen aşısız bitkilerde ölçülmüştür. Kumun düşük su tutma özelliği kök gelişimini sınırlandırarak kök uzamasını engellemiş olabilir.

Araştırmada kök çapı yönünden yapılan değerlendirmenin sonuçlarına göre; kök uzunluğu arttıkça kök çapı azalmıştır. Benzer şekilde kök çapı ve kök uzunluğu arasında negatif bir ilişkinin olduğu farklı sebze türlerinde yapılan çalışmalarda da tespit edilmiştir [40, 28].

Çalışmada en yüksek kök yüzey alanı %100 torf ortamındaki aşılı bitkilerde bulunmuştur. Torfun organik madde bakımından zengin, yüksek su tutma kapasitesine sahip, gözenekli ve hafif bir materyal olması köklerin ortamda daha rahat yayılmasına, daha fazla lateral (yan) kök oluşmasına ve böylece toplam kök yüzey alanının artmasına olanak tanımıştır. En düşük kök yüzey alanı değerinin %100 kum ortamında yetiştirilen aşısız domates bitkilerinde belirlenmesi, kumun düşük su ve besin elementi tutma kapasitesi ile aşısız bitkilerin sınırlı kök gelişim potansiyeliyle ilişkilendirilebilir. Kum hızlı drenaj sağlayan bir materyal olduğundan, su ve besin maddelerinin kök bölgesinde tutulmasını zorlaştırır. Bu ortamda kökler yeterince yayılamaz ve yeni lateral köklerin oluşumu sınırlı kalır, bu da kök yüzey alanının azalmasına yol açar [45].

Domates bitkilerinde kök çap değerlerine göre kök uzunluğu oranları incelenmiş ve 1 mm'den küçük çaplı köklerin toplam uzunluk içindeki oranının, kullanılan tüm ortamlarda aşılı domateste aşısız domates bitkilerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aşılamanın bitki kök sisteminin gelişimini güçlendirdiği ve ince çaplı lateral kök oluşumunu artırarak kök yüzey alanında anlamlı bir artış sağladığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, Sarıbaş ve ark. (2019), Karaağaç ve ark. (2020), Bayındır ve Kandemir (2023), tarafından patlıcan, biber ve domateste yürütülen araştırma sonuçları ile örtüşmektedir [40, 81, 28]. İnce çaplı köklerin fazlalığı, özellikle su kıtlığı veya besin kısıtı gibi stres koşullarında daha belirgin avantajlar sağlamakta, bu da aşılı bitkilerin stres toleransını artıran temel yapılardan biri olarak değerlendirilmektedir. Kanal ve ark. (2021), tarafından biberde yapılan çalışmada da, 1 mm çap altı köklerin oransal uzunluğunun yüksek olduğu genotiplerin, daha güçlü kök sistemine ve daha iyi bitki performansına sahip olduğu bildirilmiştir [82].

Pereira-Dias ve ark. (2018), biberde 1 mm'den küçük köklerin besin alım etkinliğinin, daha kalın köklere göre 4-5 kat daha fazla olduğunu bildirmiştir [83]. Araştırma sonucunda domateste kök çapı 1 mm'den küçük kök uzunluk oranı en yüksek %100 perlit ve %100 torf ortamlarında kaydedilmiştir. Sonuç olarak çalışmadan elde edilen tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde; kök yetiştirme ortamları ve aşılı durumunun bitki boyu, gövde çapı, kuru madde birikimi ve kök mimarisi gibi parametreler üzerinde önemli düzeyde etkiler oluşturduğu saptanmıştır. Özellikle torf içeriği yüksek yetiştirme ortamları, bitki boyu, gövde çapı, kuru madde birikimi ve kök morfolojisi özellikleri yönünden üstün performans sergilemiştir. Aşılı domates bitkileri, aşısız bitkilere göre genel olarak daha yüksek büyüme gücü ve daha gelişmiş kök mimarisi özellikleri olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma bulguları domateste, aşılamanın yalnızca hastalık ve stres toleransı açısından değil, aynı zamanda kök gelişimi ve vejetatif büyüme gibi verimle doğrudan ilişkili parametreler üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, uygun yetiştirme ortamı seçimi, özellikle torf ve perlit karışımları, bitki gelişimini destekleyici ortam koşulları sağlayarak, domateste aşılama uygulamasının olumlu etkilerini daha da güçlendirebilir. Sonuç olarak, yüksek verim ve kaliteli bir ürün için hem aşılı domates fide kullanımının hem de fiziksel ve kimyasal özellikleri optimize edilmiş kök yetiştirme ortamlarının bir arada kullanılması önerilmektedir. Bu yaklaşım, sürdürülebilir ticari domates üretimi açısından önemli kazanımlar sağlayabilir.

Abbreviations / Kısaltmalar

cm: Centimeter/Santimetre, mm: Millimeter/Milimetre, °C: Centigrade degrees/Santigrat derece, *S. lycopersicum*: *Solanum lycopersicum*

Acknowledgments / Teşekkürler

Bu çalışma kapsamında, Hoagland çözeltisinin hazırlanmasında sağladığı katkılardan dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nden Dr. Güney Akınoğlu'na teşekkür ederiz. Within the scope of this study, we would like to express our gratitude to Dr. Güney Akınoğlu from the Department of Soil Science and Plant Nutrition at Ondokuz Mayıs University for his contributions to the preparation of the Hoagland solution.

Funding / Fon desteği

We gratefully acknowledge the support of the Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University. Desteklerinden dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesine teşekkürlerimizi sunarız.

Data Availability statement / Veri Kullanılabilirliği bildiri

The author confirms that the data supporting this study are cited in the article. Yazar, bu çalışmayı destekleyen verilere makalede atıfta bulunulduğunu onaylamaktadır.

Compliance with ethical standards / Etik standartlara uyum

Conflict of interest / Çıkar çatışması
The author declare no conflict of interest.
Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Ethical standards / Etik standartlar

The study is proper with ethical standards.
Çalışma etik standartlara uygundur.

Authors' contributions / Yazar katkıları

The authors declare that they have contributed equally to the article.
Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Kaynaklar

1. Adow, M. M., Investigation Regarding the Effectiveness of Nitrogen Sources and Concentration on Plant Characteristics in Tomato (*Lycopersicon Esculentum*). Masters thesis, Faculty of Biosciences and Medical Engineering. 2013, Universiti Teknologi Malaysia: Malezya.
2. Padmanabhan, P., A. Cheema, and G. Paliyath, Solanaceous fruits including tomato, eggplant, and peppers. Encyclopedia of Food and Health, 2016. p. 24–32. Doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00696-6>
3. Kunwar, B., Resource use efficiency of tomato production under plastic house in Pokhara metropolitan city, Nepalese Journal of Agricultural Sciences, 2024. 26:(5) : p. 945-956. Doi: 10.22034/JAST.26.5.945

4. FAO, 2023. Uluslararası Gıda ve Tarım Örgütü İstatistikleri. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 25.04.2025).
5. TÜİK, 2023. Bitkisel Üretim İstatistikleri <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. (Erişim tarihi: 03.02.2025).
6. Chung, H. D., S. J. Youn, and Y. J. Choi, Effects of rootstocks on yield, quality and components of tomato fruits. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*, 1997. 38: p. 603-607.
7. Barrett, D. M., et al., Qualitative and nutritional differences in processing tomatoes grown under commercial organic and conventional production systems. *Journal of Food Science*, 2007. 72(9): p. 441-451. Doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00500.x
8. Rivard, C. L. and F. J. Louws, Grafting to manage soilborne diseases in heirloom tomato production. *HortScience*, 2008. 43(7): p. 2104-2111. Doi: 10.21273/HORTSCI.43.7.2104
9. Venema, J. H., et al., Grafting tomato (*Solanum lycopersicum*) onto the rootstock of a high-altitude accession of *Solanum habrochaites* improves suboptimal-temperature tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 2008. 63(1):3 p. 359-367. Doi: 10.1016/j.envexpbot.2007.12.015
10. Schwarz, D., et al., Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*, 2010. 127(2): p. 162-171. Doi: 10.1016/j.scienta.2010.09.016
11. Rao, E. S., et al., Relationship between survival and yield related traits in *Solanum pimpinellifolium* under salt stress. *Euphytica*, 2013. 190(2): p. 215-228. Doi: 10.1007/s10681-012-0801-2
12. Albacete, A., et al., Rootstock-mediated Variation in Tomato Vegetative Growth under Drought, Salinity and Soil Impedance Stresses. In I International Symposium on Vegetable Grafting, Acta Horticulture 1086, B. Zhilong, H. Yuan and M.A. Nawaz, Editors. 2014, p. 141-146. ISBN: 9789462610811
13. Cantero-Navarro, E., et al., Improving agronomic water use efficiency in tomato by rootstock-mediated hormonal regulation of leaf biomass. *Plant Science*, 2016. 251: p. 90-100. Doi: 10.1016/j.plantsci.2016.03.001
14. Kyriacou, M. C., et al., Vegetable grafting: The implications of a growing agronomic imperative for vegetable fruit quality and nutritive value. *Frontiers in Plant Science*, 2017. p. 8:741. Doi: 10.3389/fpls.2017.00741
15. Albormoz, F., et al., Nitrate transport rate in the xylem of tomato plants grafted onto avigorous rootstock. *Agronomy*, 2020. 10(2): p. 182. Doi: 10.3390/agronomy10020182
16. Vural, H., D. Eşiyok, ve İ. Duman, Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). 2000, İzmir, Türkiye: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. ISBN: 975 – 97190 – 0 – 2.
17. Şalk, A., L. Arın, ve M. Deveci, Özel Sebze Yetiştiriciliği. 2008, Tekirdağ, Türkiye: Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, ISBN: 978 – 9944 – 0786 – 0 – 3.
18. Jose Diez, M. and F. Nuez, Vegetables. 2008, NewYork, USA: Springer, p. 249 – 323. ISBN: 978 – 0 – 387 – 74108 – 6.
19. Shi, J., et al., Low-temperature conditioning enhances chilling tolerance and reduces damage in cold-stored eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 2018. 141: p. 33-38. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.03.007>
20. Lee, J. M., et al., Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, 2010. 127(2): p. 93-105. Doi: 10.1016/j.scienta.2010.08.003
21. Rivard, C. L., et al., An economic analysis of two grafted tomato transplant production systems in the United States. *HortTechnology*, 2010. 20(4): p. 794-803. Doi: 10.21273/HORTTECH.20.4.794
22. Rouphael, Y., et al., Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae*, 2010. 127(2): p. 172-179. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.001>
23. Savvas, D., et al., Effects of three commercial rootstocks on mineral nutrition, fruit yield, and quality of salinized tomato. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2011. 174(1): p. 154-162. Doi: <https://doi.org/10.1002/jpln.201000099>
24. Djidonou, D., et al., Yield, water-, and nitrogen-use efficiency in field-grown, grafted tomatoes. *HortScience*, 2013. 48(4): p. 485-492. Doi: 10.21273/HORTSCI.48.4.485
25. Rysin, O. and F. J. Louws, Decision tool for growers to evaluate economic impact of grafting technology adoption: An application to open-field conventional tomato production. *HortTechnology*, 2015. 25(1): p. 132-138. Doi: 10.21273/HORTTECH.25.1.132
26. Djidonou, D., et al., Nutritional quality of field-grown tomato fruit as affected by grafting with interspecific hybrid rootstocks. *HortScience*, 2016. 51: p. 1618-1624. Doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI11275-16>
27. Abu Glion, H., et al., Effects of rootstock/scion combination and two irrigation water qualities on cherry tomato yield and postharvest fruit quality. *Horticulturae*, 2019. 5(2): p. 35. Doi: <https://doi.org/10.3390/horticulturae5020035>
28. Bayındır, S. and D. Kandemir, Root system architecture of interspecific rootstocks and its relationship with yield components in grafted tomato. *Gesunde Pflanzen*, 2023. 75(2): p. 329-341. Doi: 10.1007/s10343-022-00704-4
29. Yarşi, G. ve S. Rad, Cam serada aşılı fide kullanımının Faselis F1 patlıcan çeşidinde verim, meyve kalitesi ve bitki büyümesine etkisi. *Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2004. Mersin, 3(1): p.16-22.
30. Estan, M.T., et al., Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. *Journal of Experimental Botany*, 2005. 56: p.703–712. Doi: <https://doi.org/10.1093/jxb/eri027>
31. Bie, Z., et al., Introduction of Vegetable Grafting. In *Vegetable Grafting, Principles and Practices*, Colla, G., F. P. Alfocea and D. Schwarz, Editors. 2017, p. 1–21. Doi: 10.1079/9781780648972.0001
32. Fu, S., et al., Comprehensive evaluation of low temperature and salt tolerance in grafted and rootstock seedlings combined with yield and quality of grafted tomato. *Horticulturae*, 2022. 8(7): p. 595. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070595>
33. Balliu, A., et al., Grafting effects on tomato growth rate, yield and fruit quality under saline irrigation water. *International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management: Greensys Italy*, 2007. 801(801): p. 1161–11166. Doi: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.801.141>
34. Yücel, Ş., et al., Aşılı Fide Üretiminde Kullanılan Anaçlar. *Sebzelerde Fide Yetiştiriciliği-2*. 2022, Ankara, Publisher: Gece Kitaplığı-Fidebirlik. ISBN: 978-625-430-538-2
35. Cohen, R., et al., Phytopathological evaluation of exotic watermelon germplasm as a basis for rootstock breeding. *Scientia Horticulturae*, 2014. 165: p. 203–1210. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.11.007>

36. Balkaya, A., et al., Bahçe Bitkileri Tohumluğu Üretimi ve Kullanımında Değişimler ve Yeni Arayışlar Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi. 2015: Ankara- Türkiye. p. 985-1010.
37. Nawaz, M.A., et al., Grafting: a technique to modify ion accumulation in horticultural crops. *Frontiers in Plant Science*, 2016. 7: p. 457. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01457>
38. Lee, J. M., Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience*, 1994. 29(4): p. 235-239. Doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.29.4.235>
39. Suchoff, D. H., C. C. Gunter, and F. J. Louws, Comparative analysis of root system morphology in tomato rootstocks. *HortTechnology*, 2017. 27(3): p. 319-324. Doi: [10.21273/HORTTECH03654-17](https://doi.org/10.21273/HORTTECH03654-17)
40. Sarıbaşı, H.Ş., et al., Yerli patlıcan anaçlarının (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*) köklenme potansiyeli ve fenotipik kök mimarisi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 2019. 2(3): p. 137-145.
41. Uzun, S. ve Y. Demir, Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verime etkileri (II. Gelişme). *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1996. 11 (3): p. 201-212.
42. Uzun, S., Y. Demir, ve F. Özkaraman, Bitkilerde ısı kesimi ve kuru madde üretimine etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1998. 13(2): p. 133-154.
43. Olympios, C. M., and R. Choukr-Allah, Overview of soilless culture: advantages, constraints, and perspectives. *Protected cultivation in the Mediterranean region*, 1999. 31: p. 307-324.
44. Nichols, M.A., Strawberry tip runners. *Practical Hydroponics and Greenhouses*, 2002. 64: p. 34-50.
45. Sevgican, A. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım) Genişletilmiş 2. basım Cilt II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 526, 2003. Ege Üniversitesi. Basımevi, İzmir.
46. Gül, A., *Topraksız Tarım*. 2008, İstanbul, Türkiye: Hasad Yayıncılık. ISBN: 978-975-8377-83-1.
47. Pardossi, A., et al., Efficient use of inputs in protected horticulture. *Department of Biological Agriculture*, 2011. University of Pisa, p. 260, Italy.
48. Güneş, A., et al., Topraksız Yetiştiricilik Sisteminde Bitki Besleme Yöntemi. *Bitki Besleme. Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi:2* Karaman, M. Rüşü, Ed. 2012, p.1066.
49. Özkaplan, M. ve A. Balkaya, Işık ve sıcaklığın topraksız tarım koşullarında salkım domatesin meyve kalitesine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 2019. 34(3): p. 227-238. Doi: <https://doi.org/10.7161/omuanajas.551680>
50. Tüzel, Y., G.B. Öztekin, and E. Tan, Use of different growing media and nutrition in organic seedling production. *Acta Horticulturae*, 2015. 1107: p. 165-175. Doi: [10.17660/ActaHortic.2015.1107.22](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1107.22)
51. Özkaplan, M. ve A. Balkaya, Topraksız tarımda domates yetiştiriciliğinde bitki gelişme parametreleri ile sıcaklık ve ışık arasındaki ilişkilerin modellenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 2020. 33(2): p. 181-187. Doi: [10.29136/mediterranean.687082](https://doi.org/10.29136/mediterranean.687082)
52. Tüzel Y. and A. Gül, Soilless culture in Turkey. *Proc. of the First Meeting of the FAO Thematic WG of Soilless Culture*. A. Abou-Hadid and E. Maloupa, Editors. *Halkidiki*, 1999. Greece, p. 98-110.
53. Balkaya, A., D. Kandemir, ve Ş. Sarıbaşı, Türkiye sebze fidesi üretimindeki son gelişmeler. *TÜRKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 2015. 4(13): p. 4-8.
54. Balkaya, A., et al., Bahçe Bitkilerinde Tohum Üretimi, Mevcut Durum ve Gelecek, Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi. 2020: Ankara- Türkiye. Cilt II, p: 339-370.
55. Eroğul, D. ve A. Gül, Baş Salata Yetiştiriciliğinde Topraksız Ortam Olarak Zeolit ve Perlitin Karşılaştırılması, in *Bahçe Bitkileri Bölümü*. 2002, Ege Üniversitesi: İzmir.
56. Toprak, E. ve A. Gül, Topraksız tarımda kullanılan ortam domates verimi ve kalitesini etkiliyor mu? *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2013. 6 (2): p. 41-47. ISSN: 1308-3945
57. Bhat, N., M. Albaho, and S. Majda, Growing substrate composition influences growth, productivity and quality of organic vegetables. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 2014. 1(1): p. 6-12. Doi: [10.36347/sjavs.2014.v01i01.002](https://doi.org/10.36347/sjavs.2014.v01i01.002)
58. Kılıç, P., Topraksız Domates Yetiştiriciliğinde Kullanılan Farklı Ortamların Verim, Kalite Ve Bitki Besin Elementi Tüketimi Üzerine Etkileri, in *Bahçe Bitkileri Bölümü*. 2014, Süleyman Demirel Üniversitesi: Isparta.
59. Özkaplan, M., Serada Topraksız Salkım Domates Yetiştiriciliğinde Büyüme, Gelişme ve Verim Üzerine Işık ve Sıcaklığın Kantitatif Etkilerinin Modellenmesi, in *Bahçe Bitkileri Bölümü*. 2018, Ondokuz Mayıs Üniversitesi: Samsun.
60. Anonim, Kalkınma Bakanlığı Madencilik Politikaları Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2020. Ankara, <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/MadencilikPolitikalarıOzellihhtisasKomisyonuRaporu.pdf>
61. Baş, T. ve A. Sevgican, Torba Kültüründe Toprağa Alternatif Bir Agregat: Perlit. *Türkiye I. Tarım Perlit Sempozyumu*, 1992. İzmir, p.122-127.
62. Öztürk, M., Pomza ve Perlit İçerikli Hafif Betonun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, in *Fen Bilimleri Enstitüsü*. 2012, Namık Kemal Üniversitesi: Hatay.
63. Elmas, A., Çinkonun Perlit ve Kitosan Modifiye Perlit ile Adsorpsiyonu ve Adsorpsiyon Özelliklerinin Karşılaştırılması, in *Kimya Mühendisliği Bölümü*. 2014, İstanbul Teknik Üniversitesi: İstanbul.
64. Şapcı, N. ve H. Ceylan, Perlit agregalarının farklı sıcaklıklarda genleştirilmesi üzerine teknik bir analiz. *Teknik Bilimler Dergisi*, 2021. 11(2): p. 32-40. Doi: <https://doi.org/10.35354/tbed.878187>
65. Varış, S., A. Gül, ve L. Arın, The effects of different growing media on the growth, yield and quality in cos lettuce and tomato grown in a cold glasshouse. *Trakya University, School of Natural Sciences*, 2001. p. 323. Doi: <https://doi.org/10.33462/jotaf.332857>
66. Karaköy, T., Sebze Yetiştiriciliği. Bölüm:1 Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Yetiştiriciliği, Baktetur, G. Ed. 2023, İksadyayımevi, Ankara. ISBN: 978-625-6404-83-0
67. Çirkin, İ. ve Y. Yükselen Aksoy, Pomza, Perlit ve Cam Elyaf Katkılarının Yüksek Sıcaklık Altında Kum-Kaolin Karışımlarının Kayma Dayanımı Davranışına Etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2022. 24(71): p. 657-663. Doi: <https://doi.org/10.21205/deufmd.2022247128>
68. Yılmaz, G. ve A. Kınay, Goji Beri (*Lycium barbarum* L.) fidesi üretimine farklı ortamların etkileri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 2016. 33(1): p. 111-115. Doi: <https://doi.org/10.13002/jafag845>

69. Şahin, Ü., et al., Sera koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bitkisinde farklı yetiştirme ortamlarının verim, kalite ve bitki gelişmesine olan etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 1988. 22(1): p. 71-79.
70. Bletsos, F.A., C. Thanassoulopoulos, and D. Roupakias, Effect of grafting on growth, yield, and verticillium wilt of eggplant. Hortscience, 2003. 38(2): p. 183-186. Doi: 10.21273/HORTSCI.38.2.183
71. Sağlam, M. T., K. Bellitürk, ve A. Kutlu, Piyasada saksı toprağı adı altında satılan çeşitli torf örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin karşılaştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2009. 6(2): p 25-31.
72. Kılınç, M. H. ve M. Z. Karipçin, Kök ortamlarının karpuz kök yapılarına etkileri. Ejons International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences, 2019. 3(10): p. 52-60. ISSN 2602-4136
73. Kurata, K., Cultivation of grafted vegetables II. development of grafting robots in japan. Hortscience, 1994. 29: p. 240-244. Doi:10.21273/HORTSCI.29.4.240
74. Rivero, M., J. M. Ruiz, and L. Romero, Role of grafting in horticultural plants under stres conditions food. Agriculture and Environment, 2003. 1: p. 70-74. Doi: <https://doi.org/10.15835/buasmvcn-hort:001217>
75. Ruiz, J. M., A. Belakbir, and L. Romero, Foliar level of phosphorus as its bioindicators in cucumis melon grafted plants a possible effect of rootstock. Journal of Plant Physiology, 1996. 149: p. 400-404. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(96\)80140-4](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(96)80140-4)
76. Ruiz, J. M., et al., Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants a model of evaluate the influence of rootstock genotype. Scientia Horticulturae, 1997. 71: p. 227-234. Doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238\(97\)00106-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238(97)00106-4)
77. Ece, A. ve D. Çimen, Domateste (*Lycopersicon lycopersicum* L.) aşılı ve aşısız fide kullanımı ve çift gövde uygulamasının verim ve kalite özelliklerine etkisi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2013. 6 (1): p. 123-127.
78. Caymaz, M., Bazı Domates Çeşitlerinde Aşılı ve Aşısız Fide Kullanımının Hastalık Çıkışı Üzerine Etkisi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı. 2022, Selçuk Üniversitesi: Konya.
79. Atasoy, S., G. T. Şahin, ve A. Balkaya, Lahanagil sebze türlerinin kök sistemi mimarileri yönünden karşılaştırılması. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 2023. 6(2): p. 193-207. Doi: <https://doi.org/10.38001/ijlsb.1291203>
80. Bertucci, M. B., et al., Comparison of root system morphology of cucurbit rootstocks for use in watermelon grafting. HortTechnology, 2018. 28(5): p. 629-636. Doi: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04098-18>
81. Karaağaç, O., et al., Biber anaç ıslahı türler arası melez programında yer alan *Capsicum* spp. türlerinin kök yapılarının incelenmesi ve köklenme özellikleri yönünden karşılaştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 2020. 30(2): p. 266-279. Doi: 10.29133/yyutbd.713437
82. Kanal, A., A. Balkaya ve O. Karaağaç, *Capsicum baccatum* türüne ait biber genotiplerinin fenotipik kök özellikleri yönünden seleksiyonu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2021. 26(1): p. 19-33.
83. Pereira-Dias L, et al., Different root morphological responses to phosphorus supplies in grafted pepper. Bulletin Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture, 2018. 75(1): p. 59-61. Doi: <https://doi.org/10.15835/buasmvcn-hort:001217>