

Çayda Farklı Ortamlar ile Çelik Tiplerinin Fidan Kalitesi ve Köklenme Üzerine Etkisi

Meryem BOSTAN ^{1*}, Burcu GÖKSU KARAOĞLU ¹, Keziban YAZICI ¹

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Sorumlu Yazar/Corresponding Author
e-mail: mrymkzltprk@hotmail.com

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 04.09.2024
Kabul Tarihi/Accepted: 18.07.2025

Öz

Bu çalışmada, üç farklı çay (*Camellia sinensis*) çeşidinde farklı çelik tipleri, fidan kalitesi ve köklenme üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma, 2021-2023 yılları arasında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çay Araştırma ve Uygulama serasında yürütülmüştür. Çelik alınarak üretilen fidanlarda; kök sayısı, sürgün ve gövde uzunluğu, kök uzunluğu, gövde kalınlığı, köklenme oranı, fidan kalitesi, kök gelişimi ve kök ağırlığı gibi kriterler incelenmiştir. Çelik tipinin gövde kalınlığı üzerine etkileri incelendiğinde en kalın ölçüm iki gözlü odun çeliklerinden (4,77 mm) elde edilmiştir. Tek gözlü odun çeliklerinde ise ortalama 4,30 mm ölçüm yapılırken bunları, 3,99 mm tek gözlü yeşil çelik ve 3,70 mm ortalama ile iki gözlü yeşil çelikler takip etmiştir. Bu verilerden bazıları; Çelik tipinin köklenme oranı üzerine etkileri incelendiğinde en iyi köklenmenin iki gözlü odun (%76,20) ve tek gözlü odun çeliklerinde (%76,10) olduğu görülmektedir. Tek gözlü ve iki gözlü yeşil çeliklerin köklenme oranları ise sırası ile %74,39 ve %74,17 olarak bulunmuştur. Elde edilen verilere göre en iyi fidan gelişimi ve köklenme torf-vermikülit ortamında yetiştirilen ve iki göz bir yaprak olarak alınan çeliklerden elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çay, köklenme, çelik, torf, perlit, vermikülit

Effects of Different Growing Media and Cutting Types on Rooting and Seedling Quality in Tea

Abstract

This study aimed to investigate the effects of different cutting types on rooting performance and seedling quality in three tea (*Camellia sinensis*) cultivars. The experiment was conducted between 2021 and 2023 in the Tea Research and Application Greenhouse of the Faculty of Agriculture at Recep Tayyip Erdoğan University. Various morphological and physiological parameters were evaluated in seedlings propagated from cuttings, including the number of roots, shoot and stem length, root length, stem diameter, rooting percentage, seedling quality, root development, and root biomass. The analysis revealed that the cutting type significantly influenced stem diameter, with the highest average stem thickness (4.77 mm) observed in hardwood cuttings with two nodes. This was followed by single-node hardwood cuttings (4.30 mm), single-node green cuttings (3.99 mm), and two-node green cuttings (3.70 mm). Rooting percentage was also found to be highest in two-node (76.20%) and single-node (76.10%) hardwood cuttings. In contrast, single-node and two-node green cuttings exhibited slightly lower rooting rates of 74.39% and 74.17%, respectively. Overall, the most successful seedling development and root formation were achieved in a peat-vermiculite medium using cuttings with two nodes and one leaf. These findings suggest that cutting type and growth medium play a critical role in optimizing propagation efficiency and seedling quality in tea cultivation.

Keywords: Tea, rooting, cutting, peat, perlite, vermiculite

Cite as;

Bostan, M., Göksu Karaoğlu, B., Yazıcı, K. (2025). Çayda Farklı Ortamlar ile Çelik Tiplerinin Fidan Kalitesi ve Köklenme Üzerine Etkisi. *Recep Tayyip Erdogan University Journal of Science and Engineering*, 6(2), 580-598. Doi: 10.53501/rteufemud.1543239

1. Giriş

Çay bitkisi (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) tropik ve subtropik bölgelerde yetişen her dem yeşil ve ticari öneme sahip bir bitkidir. Yetiştiriciliğinin yapıldığı diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de üretici için önemli bir gelir kaynağı olan çay, aynı zamanda; eğimli ve dağlık bölgelerden oluşan engebeli arazilerin de ekonomiye kazandırılmasına fırsat veren ve ekonomide yeni katma değerler oluşturma potansiyeli yüksek, stratejik bir endüstri bitkisidir. Ülkemiz çay üretiminde dünyada 4. sırada yer almaktadır. Üretimde en yüksek pay %64,6’lık oran ile Rize iline aittir. Türkiye’de çay tarımı sadece Doğu Karadeniz Bölgesi’nde sınırlı bir alanda yapılmaktadır (TEPGE, 2023).

Ülkemizde çay bahçeleri tohum ile üretilmiş fidanlar ile tesis edilmiştir. Tohum ile yapılan fidan üretiminde genetik açılmalar meydana geldiğinden dolayı verim ve kalitede farklılıklar ve kayıplar görülmektedir. Çay üretimi yapan dünya ülkeleri genellikle klonal yöntemlerle çoğaltılan tek tip bahçeler tesis etmektedir. Verim ve kalitenin artırılmasına yönelik yapılacak çalışmalardan birisi de üstün özellik gösteren genotiplerle klonal üretim yönteminin kullanılmasıdır. Dünyada çelikle fidan üretimi yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ise hala tohumla fidan üretimi yapılmaktadır. Ülkemizde çelikle üretim konusunda hormon dozu, çelik alım zamanları, köklendirme ortamı, tam yapraklı ve yarım yapraklı çelik tipleri üzerine çalışmalar yapılmıştır (Zenginbal vd., 2014a; Zenginbal vd., 2014b; Yavaş, 2012). Ancak çeliklerin göz sayılarının ve köklendirme ortamlarının fidan kalitesi ve köklenme üzerine etkisinin birlikte araştırıldığı herhangi bir çalışmaya

rastlanmamıştır. Bu çalışmada farklı çay çeşitlerinden alınan yeşil çeliklerin (tek gözlü ve çift gözlü) ve odun çeliklerinin (tek gözlü ve çift gözlü) torf-vermikulit ve perlit ortamında köklenme olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, son yıllarda yenileme çalışmaları başlatılan Türkiye çay bahçeleri için uygun çelikle fidan üretim yönteminin belirlenmesi bakımından önem arz etmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Sahası ve Bitki Materyal,

Bu çalışma 2021-2023 yıllarında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Çay Araştırma ve Uygulama Serası’nda yürütülmüştür. Çalışmada bitkisel materyal olarak Atatürk Çay ve Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü tarafından selekte edilen Zihni Derin, Ali Rıza Erten çay (*Camellia sinensis* (L) O. Kuntze) çeşitleri ve Hayrat isimli klonlar kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Çeliklerin Hazırlanması ve Dikimi

Çelikler tek gözlü yeşil çelik, iki gözlü yeşil çelik, tek gözlü odun çeliği, iki gözlü odun çeliği şeklinde alınmıştır. Burada yeşil çelik olarak adlandırılan çay çeliği, çay sürgününün henüz kahverengileşmemiş uca yakın bölümünden alınan çeliktir. Odun çeliği olarak adlandırılan çelik tipi ise; çay sürgününün dip kısma yakın daha sertleşmiş ve kahverengileşmiş kısmından alınan çelik tipidir. Normalde çayda sürgünlerin orta kısmındaki gözlerden çelik alınırken, bu çalışmada; materyalin yetersiz olduğu durumlarda üst kısımlardaki gözlerin de verimliliğine bakılmak

istenmiştir. Köklendirme ortamı olarak, pH değeri 4,5 ve 5,5 arası olan torf+vermikülit (1:3 hacimsel) karışımı ile perlit ortamı kullanılmıştır. Zihni Derin, Ali Rıza Erten, Hayrat isimli klonlara ait olgunlaşmış, yarı esnek formda, bir yıllık sürgünler alınarak su dolu bir kovanın içine etiketlenerek koyulmuştur. Alınan sürgünlerin üzerinde hem odun hem de yeşil kısımlarının bulunmasına dikkat edilmiştir. Hastaliksız, gelişimi iyi olan sürgünler seçilmiştir. Yeşil

çelikler sürgünlerin yeşil aksamından alınırken, odun çelikleri sürgünlerin kahverengileşmiş kısımlarından alınmıştır. Tek gözlü olarak alınan çeliklerin 3-4 cm uzunlukta olmasına ve yaprak koltuğunda tomurcuk bulundurmasına dikkat edilmiştir. İki boğumlu olarak alınan çeliklerin ise 8-9 cm uzunlukta olmasına ve yaprak koltuklarında tomurcuk bulundurmasına özen gösterilmiştir (Şekil 1).

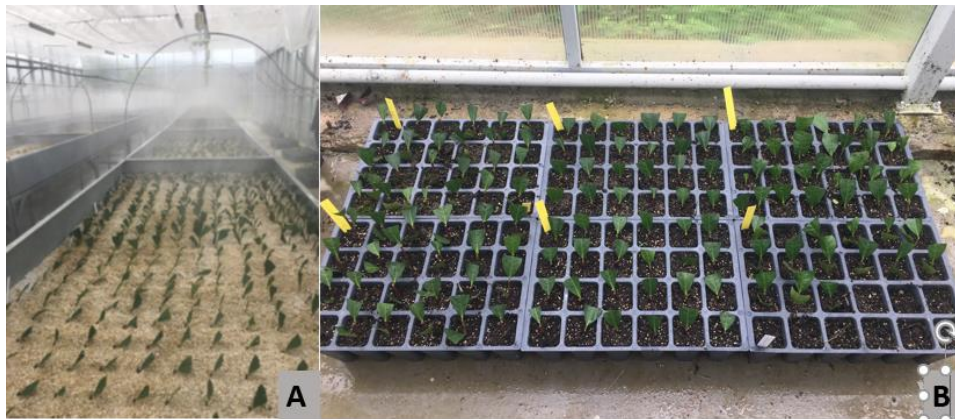


Şekil 1. Tek ve çift gözlü çay çelikleri. (A: Tek gözlü yeşil çelik, B: Çift gözlü yeşil çelik, C: Tek gözlü odun çelik, D: Çift gözlü odun çelik)

Figure 1. Single and double eyed tea cuttings. (A: Single eyed green steel, B: Double eyed green steel, C: Single eyed wood steel, D: Double eyed wood steel)

Hazırlanan çelikler 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 adet bitki olacak şekilde yukarıda belirtilen sera içerisindeki köklendirme ortamlarına Mart ayında dikilmiştir. Çeliklerin canlılıklarını kaybetmemesi amacı ile düzenli bir şekilde

sisleme sistemi ile sulanarak yaprakların nemli kalması sağlanmıştır. Gerek perlit gerekse torf+vermikülit ortamına dikilen çeliklere aynı sürede ve miktarda sulama yapılmıştır. Sulama dışında hiçbir uygulama yapılmamıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Çeliklerin dikildiği köklendirme ortamları. (A: Perlit, B: Torf-Vermikülit karışımı)

Figure 2. Rooting media where the cuttings are planted. (A: Perlite, B: Peat-Vermiculite mixture)

2.2.2. Yapılan Ölçüm ve Gözlemler

Çay çeliklerinde köklenme oranı (%), fidan kalitesi, fidan uzunluğu (cm), fidan kalınlığı (mm), kök gelişme düzeyi, kök ağırlığı (g), kök sayısı (adet), kök uzunluğu (cm) ve sürgün uzunluğu (cm) gibi kriterler incelenmiştir. Köklenme oranı (%), köklenen çelik sayısının toplam çelik sayısına oranı ile belirlenmiştir. Kök ağırlığı; her bir fidanın kökü koparılıp terazide tartılarak bulunmuştur. Gövde, sürgün ve kök uzunlukları cetvel ile gövde kalınlıkları kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Çelikte oluşan kökler sayılarak ise kök sayısı bulunmuştur. Fidan kalitesi değerlendirilirken çeliğin köklenme durumuna ve sürgün gelişimine bakılarak (0: Kötü, 1: Kök zayıf, 2: Sürgün zayıf, 3: Orta, 4: İyi, 5: Çok iyi), kök gelişme düzeyi ise köklenen çeliklerin gelişme durumu değerlendirilerek (0: Kök yok, 1: Zayıf, 2: Orta, 3: Kuvvetli, 4: Çok kuvvetli) saptanmıştır. Çalışmada elde edilen veriler, SPSS 20 paket programı yardımıyla tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre, varyans analizine tabi tutulmuş ve elde edilen ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak gruplandırılmıştır (Gomez ve Gomez, 1984).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Gövde Kalınlığı (mm)

Gövde kalınlığı üzerine farklı ortam ve çelik tiplerinin etkileri Tablo 1'de verilmiştir. İstatistiksel olarak ortam (O) ve çelik tipi (Ç) parametreleri ($P>0,001$); ortam x çelik tipi (OxÇ) interaksyonu ($P>0,01$); çeşit x çelik tipi (CxÇ)

interaksiyonlarının gövde kalınlığı üzerindeki etkileri ($P>0,05$) önemli bulunmuştur. Çeşit (C), ortam x çeşit (OxC) ve ortam x çeşit x çelik tipi (OxCxÇ) interaksiyonlarının ise önemsiz olduğu görülmüştür. Çelik tipinin gövde kalınlığı üzerine etkileri incelendiğinde en kalın çelikler iki gözlü odun çeliklerinden (4,77 mm) elde edilmiştir. Tek gözlü odun çeliklerinde ise ortalama 4,30 mm'lik çelik kalınlığı görülürken bunları, 3,99 mm tek gözlü yeşil çelik ve 3,70 mm ortalama ile iki gözlü yeşil çelikler takip etmiş ve ikisi benzerliklerinden ötürü aynı istatistiksel grupta yer almıştır.

Gövde kalınlığı üzerinde köklenme ortamının etkileri incelendiğinde ise en kalın gövde torf+vermikülit ortamında 4,40 mm olarak ölçülürken, perlit ortamında ise bu rakamın 3,99 mm olduğu belirlenmiştir. Gövde kalınlığı üzerinde çeşitlerin etkisi istatistiki açıdan önemsiz olarak bulunmuş ancak rakamsal değerleri ise sırasıyla Zihni Derin çay çeşidinde 4,24 mm, Ali Rıza Erten çay çeşidinde 4,17 mm ve Hayrat çay çeşidinde ise 4,16 mm olarak belirlenmiştir. Yapılan farklı araştırmalarda aynı türe ait çeşitlerde çelik kalınlığının genotiplere göre farklılık gösterdiği ve birçok türde çeliklerin köklenmesinin de çelik kalınlığına bağlı olduğu bulunmuştur (Çelik ve Gargın, 2009; Göksu vd., 2015; Hartmann vd., 2011). Çelik kalınlığının ve odunlaşmanın fidan kalitesi üzerine etkilerinin önemli olduğu Çelik ve Gargın (2009) da tarafından ifade edilmiştir. Al-Abbasi, (2012) çelik kalınlığının artması ile sardunya bitkisinde çeliklerde köklenme oranı, çelik başına düşen kök sayısı,

ortalama kök uzunluğu ve kök kuru maddesinde artış olduğunu açıklamıştır.

Tablo 1. Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin gövde kalınlığı (mm) üzerine etkileri
Table 1. Effects of different environments and steel types on the stem thickness (mm) of tea cuttings

Ortam	Çeşit	Çelik tipi				Ortam Ortalaması
		Tek gözlü yeşil çelik	İki gözlü yeşil çelik	Tek gözlü odun çelik	İki gözlü odun çelik	
Perlit	Zihni Derin	4,00	3,11	4,53	4,42	3,99 B ^z
	Hayrat	3,61	3,42	4,25	4,56	
	Ali Rıza Erten	3,61	4,19	4,33	3,81	
Torf+Vermikülit	Zihni Derin	4,01	3,62	4,46	5,78	4,40 A
	Hayrat	4,71	3,96	3,83	4,96	
	Ali Rıza Erten	4,00	3,92	4,39	5,13	
Çelik Tipi Ortalaması		3,99 c	3,70 c	4,30 b	4,77 a	
Çeşit Ortalaması						
Zihni Derin				4,24		
Hayrat				4,16		
Ali Rıza Erten				4,17		

Ortam (O): ***, Çeşit (C): ö.d., O×C: ö.d., Çelik tipi (Ç): ***, C×Ç: *, O×Ç: **, O×C×Ç: ö.d. ^z: Duncan testine göre %5 güven düzeyinde farklı olan ortalamalar farklı harflerle gösterilmektedir. *, ** ve *** %5, %1 ve %0,1 derecesinde önemlidir. ö.d.: önemli değil.

3.2. Köklenme Oranı (%)

Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin köklenme oranı üzerine etkileri Tablo 2’de verilmiştir. Köklenme oranı bakımından ortam (O), çeşit (C), çeşit ile çelik tipi interaksyonu (CXÇ), ortam ile çelik tipi interaksyonu (OXÇ) (P>0,001) ve kullanılan çelik tipi (Ç) istatistiksel olarak önemli (P>0,01) bulunmuştur. Ortam x çeşit (OXC) ve ortam x çeşit x çelik tipi interaksyonunun (OXCXÇ) ise köklenme üzerine etkileri önemsiz olmuştur. Çelik tipinin köklenme oranı üzerine etkileri incelendiğinde en iyi köklenmenin iki gözlü odun (%76,20) ve tek gözlü odun çeliklerinde (%76,10) olduğu görülmektedir. Tek gözlü ve iki gözlü yeşil çeliklerin köklenme oranları ise sırası ile %74,39 ve %74,17 olarak

bulunmuş ve aynı grupta yer almıştır. Köklenme ortamının köklenme oranları üzerine etkileri incelendiğinde, en iyi köklenmenin torf+vermikülit ortamında elde edildiği (%98,25), perlit ortamında ise %52,18 oranında bir köklenmenin olduğu belirlenmiştir (Şekil 3-4-5). Hayrat, Ali Rıza Erten ve Zihni Derin çay çeşitlerinde ise köklenme oranları sırası ile %76,48, %75,25 ve %73,92 olarak tespit edilmiştir.

Zenginbal vd., (2014b) zor köklenen Türk çayı klonu olan 'Fener-3'te çelik tipini ve IBA hormonunun köklenme yüzdesi ve kalitesi üzerine etkisini belirlemeyi amaçladıkları bir çalışmada tam yapraklı ve yarım yapraklı yarı odun çeliklerine 0, 2000, 4000, 6000 ppm dozlarında hormon uygulamışlardır. Perlit ortamında köklenme oranlarının yarım yapraklı çeliklerde %45-

75 arasında; tam yapraklı çeliklerde ise %43,3-78,3 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Zenginbal vd., (2014a) Muradiye-10 çay klonunda en iyi çelik tipi, çelik alma zamanı ve IBA (Indol-3-bütirik asit) hormonunun köklenmesine etkisini inceledikleri bir başka çalışmada ise yarım yapraklı çeliklerden en iyi sonucun 1 Ağustos'ta alınan 4000 ppm IBA dozuna daldırılan çeliklerden elde edildiğini bildirmişlerdir. En düşük köklenme oranı ise kontrol grubu (0 ppm) çeliklerde tespit edilmiştir. Köklenme oranının 2010 yılında %10,0 ile %95,0 arasında ve 2011 yılında ise %31,7 ile %93,3 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar ile Zenginbal vd., (2014b), Zenginbal vd., (2014a), Vidanapathirana vd., (2023), Yavaşı (2012) tarafından

yapılan çalışmaların köklenme oranı sonucu ile benzerlik göstermektedir. Hamasaki ve Nakamoto, (2018) çoğaltım sırasındaki başarı oranlarının çeşit, mevsim, köklendirme ortamının nem ve sıcaklığına bağlı olarak değişebildiğini bildirmiştir. Köklendirme ortamının köklenme oranı üzerine etkili olduğu Ercişli vd., 2002 tarafından da bildirilmiştir ve en iyi köklenmenin torf-talaş ve torf-perlit ortamında olduğu belirtilmiştir. Zenginbal vd., (2014b) tam yapraklı ve yarım yapraklı tek gözlü, yarı odun çelik tipinde köklenme oranlarını sırası ile 61,7-65,0 olarak belirlemişlerdir. Köklenme oranının çelik tipi ve göz sayılarından etkilendiği Gerakakis ve Özkaya (2005) tarafından da bildirilmiştir.

Tablo 2. Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin köklenme oranı (%) üzerine etkileri
Table 2. Effects of different media and cutting types on the rooting rate (%) of tea cuttings

Ortam	Çeşit	Çelik tipi				Ortam Ortalaması
		Tek gözlü yeşil çelik	İki gözlü yeşil çelik	Tek gözlü odun çelik	İki gözlü odun çelik	
Perlit	Zihni Derin	48,00	49,33	56,00	50,60	52,18 B ^z
	Hayrat	50,60	50,60	58,60	52,00	
	Ali Rıza Erten	50,60	50,60	54,60	54,60	
Torf+Vermikulit	Zihni Derin	95,80	95,80	95,80	100,00	98,25 A
	Hayrat	100,00	100,00	100,00	100,00	
	Ali Rıza Erten	100,00	100,00	91,60	100,00	
Çelik Tipi Ortalaması		74,17 b	74,39 b	76,10 a	76,20 a	
Çeşit Ortalaması						
Zihni Derin		73,92 C				
Hayrat		76,48 A				
Ali Rıza Erten		75,25 B				

Ortam (O): ***, Çeşit (C): ***, O×C: ö.d., Çelik tipi (Ç): **, C×Ç: ***, O×Ç: ***, O×C×Ç: ö.d. ^z: Duncan testine göre %5 güven düzeyinde farklı olan ortalamalar farklı harflerle gösterilmektedir. *, ** ve *** %5, %1 ve %0,1 derecesinde önemlidir. ö.d.: önemli değil



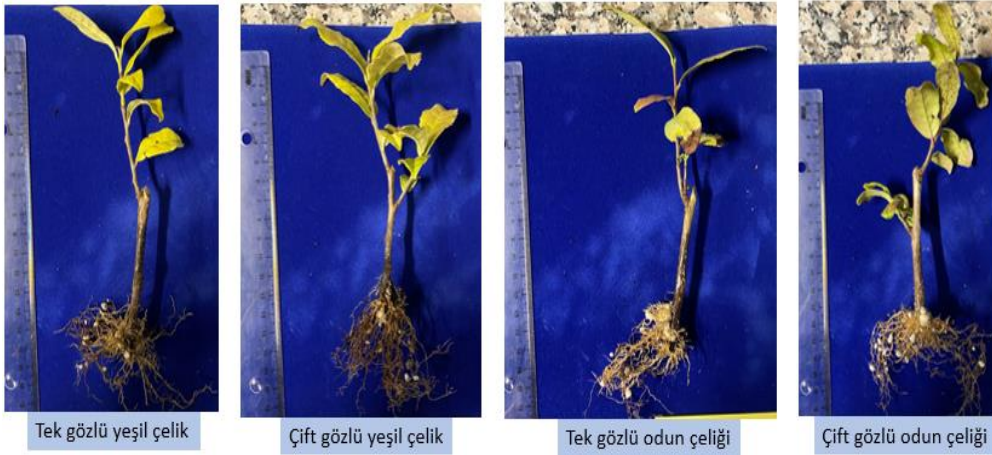
Şekil 3. Ali Rıza Erten genotipinde kök görünüşleri

Figure 3. Root visions in Ali Rıza Erten genotype



Şekil 4. Zihni Derin genotipinde kök görünüşleri

Figure 4. Root visions in Zihni Derin genotype



Şekil 5. Hayrat genotipinde kök görünüşleri

Figure 5. Root visions in Hayrat genotype

3.3. Fidan Kalitesi

Fidan kalitesi üzerine farklı ortam ve çelik tiplerinin etkileri Tablo 3’de verilmiştir. Fidan kalitesi bakımından çeşit (C)

($P>0,001$); ortam x çelik tipi interaksyonu (OXÇ) ile ortam x çeşit x çelik tipi interaksyonları (OXCXÇ) ($P>0,05$) istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Fidan kalitesi üzerinde ortam, çelik tipi

(OXÇ), ortam x çeşit (OXC) ve çeşit x çelik tipi (CXÇ) interaksiyonlarının etkilerinin önemsiz olduğu görülmüştür. Köklenme ortamlarının fidan kalitesi üzerine etkileri incelendiğinde torf+vermikülit ortamındaki fidan kalitesi 2,12 olarak tespit edilirken; perlit ortamında 2 olarak tespit edilmiştir. Fidan kalitesi üzerine çelik tiplerinin etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmakla birlikte en iyi fidan kalitesi sırasıyla iki gözlü odun (2,18), tek gözlü odun (2,12), iki gözlü yeşil ve tek gözlü yeşil çeliklerden (1,97) elde edilmiştir. Çeşitler arasında en

iyi fidan kalitesi Hayrat genotipinde bulunurken, Ali Rıza Erten ve Zihni Derin çay çeşitleri aynı grupta yer almıştır ve fidan kaliteleri sırasıyla 2,44- 2,01 - 1,73 olarak belirlenmiştir. Fidan kalitesi bakımından ortam x çelik tipi x çeşit interaksiyonu birlikte değerlendirildiğinde en iyi fidan kalitesi perlit ortamında Hayrat çay çeşidinin tek gözlü odun çeliğinde 3,06 olarak tespit edilirken, en düşük fidan kalitesi torf+vermikülit ortamında Zihni Derin çay çeşidinin iki gözlü yeşil çeliğinde 1,13 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3. Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin fidan kalitesi üzerine etkileri

Table 3. Effects of different media and cutting types on sapling quality of tea cuttings

Ortam	Çeşit	Çelik tipi				Ortam Ortalaması
		Tek gözlü yeşil çelik	İki gözlü yeşil çelik	Tek gözlü odun çelik	İki gözlü odun çelik	
Perlit	Zihni Derin	1,33 hi ^z	2,17 bg	2,31 af	1,64 fi	2,00
	Hayrat	1,81 ei	1,89 di	3,06 a	2,56 ae	
	Ali Rıza Erten	1,97ch	1,75 ei	1,64 fi	1,92 ci	
Torf+Vermikülit	Zihni Derin	1,90 ci	1,13 i	1,47 gi	1,92 ci	2,12
	Hayrat	2,63 ad	2,79 ab	2,50 ae	2,33 af	
	Ali Rıza Erten	2,21 bg	2,13 bh	1,76 ei	2,70 ac	
Çelik tipi ortalaması		1,97	1,97	2,12	2,18	
Çeşit ortalaması						
Zihni Derin				1,73 B		
Hayrat				2,44 A		
Ali Rıza Erten				2,01 B		

Ortam (O): ö.d., Çeşit (C): ***, O×C: ö.d., Çelik tipi (Ç): ö.d., C×Ç: ö.d., O×Ç: *, O×C×Ç: *^z: Duncan testine göre %5 güven düzeyinde farklı olan ortalamalar farklı harflerle gösterilmektedir. *, ** ve *** %5, %1 ve %0,1 derecesinde önemlidir. ö.d.: önemli değil

Fidan kalitesi fidancılık sektörü için önemli bir parametredir. Çünkü köklü çeliklerin hepsi ticari bitkiye dönüşmemektedir (Çelik vd., 2015). Fidan kalitesi fidanlığın konumu, fidan tipi, fidan yaşı, ağaç türü, tohum kaynağı gibi birçok çevresel ve genetiksel faktörlerden etkilenmektedir (Yağcı vd., 2016). Fidan kalitesinin genotiplere göre değişkenlik gösterdiği Göksu vd., (2015) tarafından da ifade edilmiştir. Genel olarak, yetiştirme

materyalinin alındığı kaynak ile yetiştirme tekniğinin, fidan morfolojisini etkilediği bilinmektedir. Bu etki hem populasyonlar arasında hem de populasyon içinde görülebilmektedir. Bunun sonucunda da fidan yetiştirme materyalinin kaynağı, türü ve ebeveyn, fidan kalitesinde önemli rol oynamaktadır (Bilir vd., 2010).

3.4. Kök Gelişme Düzeyleri

Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay fidanlarının kök gelişim düzeyi üzerine etkileri Tablo 4'te verilmiştir. Kök gelişimi üzerine Çeşit (C) ve ortam x çeşit x çelik tipi interaksyonu (OXCXÇ) ($P>0,01$) önemli bulunurken, Ortam (O), çeşit (C), ortam x çeşit (OXC) ve çeşit x çelik tipi (CXÇ) kök gelişim düzeyi üzerindeki etkileri önemsiz bulunmuştur. Kök gelişim düzeyi üzerine çay çeşitlerinin etkileri incelendiğinde en yüksek kök gelişimine sahip çeşit Hayrat (2,11) olarak belirlenirken bunu, Ali Rıza Erten (1,65) ve Zihni Derin (1,63) çeşitlerinin izlediği ve aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Ortam x çeşit x çelik tipi interaksyonunun kök gelişim düzeyi üzerindeki etkisi

incelendiğinde en yüksek sonuç torf+vermikulit ortamında Hayrat çay çeşidinin iki gözlü yeşil çeliğinde (2,79) tespit edilirken, en düşük sonuç ise perlit ortamında Ali Rıza Erten çay çeşidinin tek gözlü odun çeliğinde (0,61) tespit edilmiştir. Kök gelişimi üzerine ortamın etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmakla birlikte en iyi sonuç torf+vermikulit (1,87) ortamından elde edilmiş, perlit ortamından ise bu değer 1,73 olarak tespit edilmiştir. Çelik tipinin kök gelişimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek kök gelişimi iki gözlü odun çeliğinden (2,03) elde edilmiş olup bunu sırası ile iki gözlü yeşil (1,90), tek gözlü yeşil (1,74) ve tek gözlü odun (1,52) çelikleri izlemiştir.

Tablo 4. Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin gelişme düzeyi üzerine etkileri

Table 4. Effects of different environments and steel types on the development level of tea cuttings

Ortam	Çeşit	Çelik Tipi				Ortam Ortalaması
		Tek gözlü yeşil çelik	İki gözlü yeşil çelik	Tek gözlü odun çelik	İki gözlü odun çelik	
Perlit	Zihni Derin	1,67 df ^z	1,78 bf	1,56 dg	1,64 df	1,73
	Hayrat	1,94 af	1,69 df	1,72 cf	2,67 ac	
	Ali Rıza Erten	1,89 af	2,33 ad	0,61 g	1,22 eg	
Torf+Vermikulit	Zihni Derin	1,21 fg	1,21 fg	1,86 af	2,17 ae	1,87
	Hayrat	2,17 ae	2,79 a	2,08 af	1,79 bf	
	Ali Rıza Erten	1,58 df	1,58 df	1,27 eg	2,70 ab	
Çelik Tipi Ortalaması		1,74	1,90	1,52	2,03	
Çeşit Ortalaması						
Zihni Derin		1,63 B				
Hayrat		2,11 A				
Ali Rıza Erten		1,65 B				

Ortam (O): ö.d., Çeşit (C): **, O×C: ö.d., Çelik tipi (Ç): ö.d., C×Ç: ö.d., O×Ç: ö.d., O×C×Ç: **. ^z: Duncan testine göre %5 güven düzeyinde farklı olan ortalamalar farklı harflerle gösterilmektedir. *, ** ve *** %5, %1 ve %0,1 derecesinde önemlidir. ö.d.: önemli değil

Zenginbal vd. (2014a), Muradiye genotipinde 15 Temmuz ve 1 Ağustos'ta alınan çay çeliklerinde ortalama kök kalitelerini sırasıyla 2,71 ve 3,24 olarak belirlemişlerdir. Yine Zenginbal vd., (2014b) tarafından yapılan çalışmada,

Fener-3 genotipinde farklı hormon dozları ve çelik tipleri denenmiş hormon uygulanmayan kontrol grubunda ortalama kök kalitesinin 2,73 olduğu belirlenmiştir. Dikim ortamının hem biyolojik hem de fiziko-kimyasal özellikleri bitki ve kök

gelişimini etkilemektedir (Jaleta ve Sulaiman, 2019). Yavaşı (2012), çeliklerin köklenmesi üzerine farklı hormon dozları ve ortam pH'sının etkilerini incelediği bir çalışmada kontrol grubunda kök kalitesini pH 5,5 ortamında ortalama 1,48, pH değerinin 3,5 olduğu ortamda ortalama 0,52, pH 7 ortamında ise ortalama 0,34 olarak belirlemişlerdir. Zenginbal vd., (2014b), 1 Eylül'de alınan kontrol grubundaki yarım yapraklı çay çeliklerindeki ortalama kök kalitesinin 2,47; tam yapraklı çay çeliklerinin kök kalitesini ise ortalama 3 olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar tam yapraklı ve yarım yapraklı tek gözlü, yarı odun çelik tipinde kök kalitelerini sırası ile 2,61-3,13 olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada kök kalitesinin 1,93 ile 3,50 puan arasında değiştiği bildirilmiştir. Yavaşı, (2012) yaptığı çalışmada en iyi kök gelişme düzeyini pH 5,5 ve 6000 ppm hormon uygulama sonucu 2,44 olarak tespit etmiştir. Aynı çalışmada kontrol bitkilerinde kök gelişme düzeyi 1,16 olarak bulunmuştur.

3.5. Sürgün Uzunluğu (cm)

Sürgün uzunluğu üzerinde çay çelik tiplerinin ve farklı ortamların etkisi Tablo 5'te verilmiştir. Sürgün uzunluğu bakımından ortam (O), çeşit x çelik tipi

interaksiyonu (CXÇ) ($P>0,001$) ve ortam x çeşit x çelik tipi interaksiyonu (OXCXÇ) ($P>0,01$) önemli bulunmuştur. Sürgün uzunluğu üzerine Çeşit (C), çelik tipi (Ç), ortam x çeşit (OXC) ve ortam x çelik tipi (OXÇ) interaksiyonlarının etkileri ise önemsiz bulunmuştur (Tablo 5). Köklenme ortamının sürgün uzunluğu üzerine etkileri incelendiğinde en yüksek sürgün uzunluğunun torf+vermikülit ortamında ortalama 3,32 cm olarak belirlenirken, perlit ortamında ise sürgün uzunluğu ortalama 2,51 cm olarak tespit edilmiştir. Sürgün uzunluğu üzerinde ortam x çeşit x çelik tipi interaksiyonun etkisi incelendiğinde en yüksek sonuç 5,18 cm ortalama ile torf+vermikülit ortamında Zihni Derin çay çeşidinin iki gözlü odun çeliklerinden elde edilmiş; en düşük sonuç ise perlit ortamında Ali Rıza Erten çay çeşidinin tek gözlü odun çeliğinde ortalama 1,18 cm olarak belirlenmiştir. İstatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte; çay çeşitlerinin sürgün uzunluğu sırasıyla Zihni Derin'de 3,03 cm, Hayrat'ta 3 cm ve Ali Rıza Erten'de 2,71 cm olarak belirlenmiştir. Sürgün uzunluğu üzerine çelik tipinin etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmakla birlikte en uzun sürgünü oluşturan çelik tipi iki gözlü odun çeliği (3,13 cm) olup bunu sırasıyla tek gözlü yeşil (3,04 cm), tek gözlü odun (2,93cm) ve iki gözlü yeşil (2,56 cm) çelik tipi izlemiştir.

Tablo 5. Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin sürgün uzunluğu (cm) üzerine etkileri
Table 5. Effects of different media and cutting types on shoot length (cm) of tea cuttings

Ortam	Çeşit	Çelik Tipi				Ortam Ortalaması
		Tek gözlü yeşil çelik	İki gözlü yeşil çelik	Tek gözlü odun çelik	İki gözlü odun çelik	
Perlit	Zihni Derin	2,00 hi ^z	2,50 eh	2,64 eh	3,03 dh	2,51 B
	Hayrat	2,78 eh	1,92 hi	3,97 bd	2,28 gi	
	Ali Rıza Erten	2,81 dh	2,44 fh	1,18 i	2,55 eh	
Torf+Vermikülit	Zihni Derin	2,10 gi	2,17 gi	4,65 ac	5,18 a	3,32 A
	Hayrat	4,93 ab	3,48 cf	2,18 gi	2,46 eh	
	Ali Rıza Erten	3,64 ce	2,84 dh	2,97 dh	3,28 dg	

Çelik Tipi	3,04	2,56	2,93	3,13
Çeşit Ortalaması				
Zihni Derin			3,03	
Hayrat			3,00	
Ali Rıza Erten			2,71	

Ortam (O): ***, Çeşit (C): ö.d., O×C: ö.d., Çelik tipi (Ç): ö.d., C×Ç: ***, O×Ç: ö.d., O×C×Ç: ** z: Duncan testine göre %5 güven düzeyinde farklı olan ortalamalar farklı harflerle gösterilmektedir. *, ** ve *** %5, %1 ve %0,1 derecesinde önemlidir. ö.d.: önemli değil

Çeliklerde oluşan sürgün uzunluğunun genotiplere göre 1,57 cm ile 12,31 cm arasında değiştiği Razaq vd., (2015) tarafından bildirilmiştir. Yavaş (2012), farklı hormon dozlarının ve farklı pH ortamı denediği çalışmada IBA uygulanmayan kontrol grubunda pH'nın 7 olduğu ortamda ortalama sürgün uzunluğunun 5,86 cm; pH'nın 5,5 olduğu ortamda ortalama 4,46 cm; pH'nın 3,5 olduğu ortamda ise ortalama 9,93 cm olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu tez çalışmasında sürgün uzunluklarının kısa olmasının nedeni çay çeliklerinin daha geç zamanda (1 Eylül) alınması ve hiçbir hormon uygulamasının yapılmamış olmasından, ayrıca sürgün uzunluklarının sürmenin hemen ardından kısa bir süre sonra ölçülmesinden kaynaklanmaktadır. Hamid vd., (2006), üç yıl boyunca 10 farklı köklendirme ortamı kullanarak yaptığı çalışmada ortalama sürgün uzunluklarının 2,90 cm ile 24,25 cm arasında değiştiği bildirilmiştir. Setyowati vd., (2023), kontrol olarak toprak ortamının kullanıldığı ve bunun yanı sıra inek, tavuk ve keçi gübrelerinin kullanıldığı ortamlarda, kontrol grubunda ortalama sürgün uzunluğunun 8,76 cm; inek, tavuk, keçi gübresinin kullanıldığı ortamlarda ise ortalama değerler sırasıyla 9,25 cm, 9,20 cm, 9,54 cm olarak bulunmuştur. Kathiravetpillai vd., (1982), açıkta ve örtü altında yaptıkları bir çalışmada 90 gün sonra, açık ortamda tek gözlü çeliklerde

ortalama sürgün uzunluğunu 4,2 cm; örtü altı ortamında 1-2-3-4-5 gözlü çeliklerde ortalama sürgün uzunluğunu sırası ile 8,8 cm, 7,05 cm, 2,43 cm, 1,42 cm, 1,96 cm olarak tespit etmişlerdir.

3.6. Kök Sayısı (adet)

Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin kök sayısı üzerine etkileri Tablo 6'da verilmiştir. Kök sayısı üzerine çeşit (C) ($P>0,001$) ve ortam (O) ($P>0,05$) parametrelerinin etkileri önemli bulunmuştur. Çelik tipi (Ç), ortam x çeşit (OXC), çeşit x çelik tipi (CXÇ), ortam x çelik tipi (OXÇ) ve ortam x çeşit x çelik tipi interaksiyonlarının (OXCXÇ) kök sayısı üzerine etkilerinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Tablo 6). Kök sayısı üzerinde köklenme ortamının etkisi önemli olup en iyi sonuç 5,16 ortalama ile torf+vermikülit ortamından elde edilirken; perlit ortamından 4,32 ortalama kök sayısı elde edilmiştir. Kök sayısı bakımından çay çeşitleri arasında da farklılık belirlenmiş olup, en iyi sonuç ortalama 6,32 kök sayısı ile Hayrat çay çeşidinden elde edilirken bunu Zihni Derin (4,73) ve Ali Rıza Erten (3,17) çeşitleri takip etmiştir. Çelik tipinin kök sayısı üzerine etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmasına rağmen en fazla kök sayısı iki gözlü odun çeliğinden (5,31) elde edilmiştir.

Kök sayısının genotipe göre değişkenlik gösterdiği Taryono (2014) tarafından da

bildirilmiştir. Zenginbal vd., (2014a) Muradiye genotipinde farklı dozlarda köklendirme hormonu kullanarak yaptıkları çalışmada çelik başına kök sayısını 2010 yılında tam yapraklı çelikte 5,7 adet olarak belirlerken yarım yapraklı çelikte 4,2 adet; 2011 yılında ise tam yapraklı çelikte 5,9 adet iken yarım yapraklı çelikte 6,5 adet olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, Fener-3 genotipinde tam yapraklı ve yarım yapraklı olarak aldıkları yarı odun çeliklerinin köklenme yeteneklerini farklı hormon dozlarında incelemişlerdir. Kök sayılarının 3,40 ile 6,37 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yavaş (2012) farklı pH düzeylerinde farklı hormon dozlarının iki yıl boyunca denendiği çalışmada ortalama kök sayılarının 2,56 ile 6,07 arasında değiştiğini bildirmiştir. Vidanapathirana vd., (2023) çay çeliklerinde köklenmeyi uyarıcı olarak su, aloe vera jeli, hindistancevizi suyu, bal ve kömür

karışımı, patates suyu ve köklendirme hormonu kullandıkları çalışmada kök sayılarını sırası ile 2,3-10,4-13,5-12,36-14 adet olarak belirlemişlerdir.

Çeliklerde oluşan kök sayısının genotiplere göre değiştiği Razaq vd., (2015) tarafından da bildirilmiştir. Yaptığımız tez çalışmasında kök sayısı bakımından benzer bulgulara ulaşılmıştır. Pakistan’da Hamid vd., (2006) fidanlıkta sağlıklı çay klonlarının daha fazla çoğaltılması için yetiştirilmesine yönelik uygun kimyasalları ve toprak ortamını belirlemek amacıyla 3 yıl boyunca yaptıkları bir çalışmada; toprak, çiftlik gübresi, sülfür ve alüminyum sülfatın farklı oranlarda hazırlanması ile elde edilen 10 farklı köklendirme ortamındaki kök sayılarını 1999 yılında 14,50-45,16 arasında, 2000 yılında 10,57 ile 28,57 arasında, 2001 yılında ise 5,5 ile 26 arasında bulmuşlardır.

Tablo 6. Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin kök sayısı (adet) üzerine etkileri

Table 6. Effects of different media and cutting types on the number of roots (number) of tea cuttings

Ortam	Çeşit	Çelik Tipi				Ortam Ortalaması
		Tek gözlü yeşil çelik	İki gözlü yeşil çelik	Tek gözlü odun çelik	İki gözlü odun çelik	
Perlit	Zihni Derin	2,83	4,22	4,28	4,03	4,32 B ^z
	Hayrat	5,42	6,11	5,56	7,22	
	Ali Rıza	4,36	4,00	1,33	2,53	
	Erten					
Torf+Vermikülit	Zihni Derin	4,14	4,40	6,41	7,54	5,16 A
	Hayrat	5,71	7,50	6,92	6,17	
	Ali Rıza	3,17	3,21	2,33	4,39	
	Erten					
Çelik Tipi Ortalaması		4,27	4,91	4,47	5,31	
Çeşit Ortalaması						
Zihni Derin				4,73 B		
Hayrat				6,32 A		
Ali Rıza Erten				3,17 C		

Ortam (O): *, Çeşit (C): ***, O×C: ö.d., Çelik tipi (Ç): ö.d., C×Ç: ö.d., O×Ç: ö.d., O×C×Ç: ö.d. ^z: Duncan testine göre %5 güven düzeyinde farklı olan ortalamalar farklı harflerle gösterilmektedir. *, ** ve *** %5, %1 ve %0,1 derecesinde önemlidir. ö.d.: önemli değil.

Farklı köklendirme ortamlarında kök sayısının değişkenlik gösterdiği birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Ercişli vd., 2002; Hamid vd., 2006; Rajkumar vd., 2017; Aghdae vd., 2019; Jaleta ve Sulaiman, 2019). Kök sayısının artışı, çay çeliklerinin daha hızlı büyümesine etki etmektedir (Vidanapathirana vd., 2023). Zenginbal vd., (2014b) tam yapraklı ve yarım yapraklı tek gözlü, yarı odun çelik tipinde kök sayılarını sırası ile 4,56-5,58 olarak belirlemişlerdir. Zenginbal vd., (2014a), farklı konsantrasyonlarda IBA uygulanan tek gözlü, tam ve yarım yapraklı çelik tipinde çelik başına kök sayılarını 2010 yılında sırası ile 5,7-4,2; 2011 yılında ise 6,5-5,9 olarak belirlemişlerdir. Yavaşı, (2012) tek gözlü çeliklerin farklı pH ve IBA dozlarında köklenme yeteneğini araştırdığı çalışmada pH uygulamasında en yüksek kök sayısını pH 5,5 seviyesinde ve 6,07 adet olarak bulurken, en az kök sayısını kontrolde 2.25 adet olarak belirlemişlerdir. IBA uygulamasında ise 6000 ppm'de en yüksek kök sayısını 4.97 adet olarak bulurken kontrol uygulamasında en düşük ve 2.56 adet olarak tespit etmiştir. Kök sayılarının çelik tipinden etkilendiği farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Aghdae vd., 2019).

3.7. Kök Ağırlığı (g)

Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin kök ağırlığı üzerine etkileri Tablo 7'de verilmiştir. Kök ağırlığı bakımından çeşit (C) ($P>0,001$) ve çelik tipi (Ç) ($P>0,01$) parametreleri istatistiki olarak oldukça önemli bulunmuştur. Kök ağırlığı üzerine ortam (O), ortam x çeşit (OXC), çeşit x çelik tipi (CXÇ), ortam x çelik tipi (OXÇ) ve ortam x çeşit x çelik tipi interaksiyonlarının (OXCXÇ) etkileri ise önemsiz bulunmuştur. En iyi kök ağırlığı Hayrat (0,42 g) çay çeşidinden elde edilirken bunu aynı grupta yer alan ve benzer sonuçlar gösteren Ali Rıza Erten (0,19 g) ve Zihni Derin (0,14 g) çay çeşitleri takip etmiştir. Çelik tipinin kök ağırlığı üzerine etkileri incelendiğinde benzer sonuçlar gösteren iki gözlü odun (0,35 g) ve iki gözlü yeşil (0,30 g) çeliklerin aynı grupta yer aldığı; tek gözlü yeşil (0,18 g) ve tek gözlü odun (0,17 g) çeliklerinin de aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. İstatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte torf+vermikülit ortamında ortalama kök ağırlığı 0,27 g bulunurken, perlit ortamında ortalama 0,23 g olarak tespit edilmiştir.

Tablo 7. Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin kök ağırlığı (g) üzerine etkileri

Table 7. Effects of different media and cutting types on root weight (g) of tea cuttings

Ortam	Çeşit	Çelik Tipi				Ortam Ortalaması
		Tek gözlü yeşil çelik	İki gözlü yeşil çelik	Tek gözlü odun çelik	İki gözlü odun çelik	
Perlit	Zihni Derin	0,06	0,10	0,10	0,14	0,23
	Hayrat	0,30	0,41	0,20	0,53	
	Ali Rıza Erten	0,24	0,37	0,05	0,23	
Torf+Vermikülit	Zihni Derin	0,15	0,12	0,17	0,27	0,27
	Hayrat	0,27	0,67	0,43	0,55	
	Ali Rıza Erten	0,08	0,13	0,06	0,38	
Çelik Tipi Ortalaması		0,18 b ^z	0,30 a	0,17 b	0,35 a	
Çeşit Ortalaması						

Zihni Derin	0,14 B
Hayrat	0,42 A
Ali Rıza Erten	0,19 B

Ortam (O): ö.d., Çeşit (C): ***, O×C: ö.d., Çelik tipi (Ç): **, C×Ç: ö.d., O×Ç: ö.d., O×C×Ç: ö.d. ^z: Duncan testine göre %5 güven düzeyinde farklı olan ortalamalar farklı harflerle gösterilmektedir. *, ** ve *** %5, %1 ve %0,1 derecesinde önemlidir. ö.d.: önemli değil

Çeliklerde kök ağırlığının genotiplere göre değiştiği Razaq vd., (2015) tarafından da bildirilmiştir. Setyowati vd., (2023), toprak ve farklı organik gübrelerin denendiği çalışmada ortalama kök kuru ağırlıkları toprak ortamında 0,19 g bulunurken, inek gübrelili ortamda ortalama 0,3 g, tavuk gübrelili ortamda ortalama 0,27 g, keçi gübrelili ortamda ortalama 0,31g bulunmuşlardır. Kathiravetpillai vd., (1982), yaptıkları bir çalışmada; açıkta yetiştiricilikte tek gözlü çeliklerin kuru ağırlığını ortalama 0,02 g olarak, örtü altında ise 1-2-3-4-5 gözlü çeliklerin ortalama kök kuru ağırlıklarını ise sırasıyla 0,12 g, 0,07 g, 0,04 g, 0,03 g, 0,04 g olarak belirlemişlerdir. Gonbad & Chokami, (2009)'nın, İran 100 klonuna ait tek gözlü çeliklere IBA ve NAA (Naftalen asetik asit) hormonlarının farklı dozları ve kombinasyonlarını denedikleri bir çalışmada, en iyi sonuçların 2000 ppm IBA + NAA ortamında alındığını kök ağırlığı bakımından ise uygulamaların kontrol grubundan daha ağır olduğunu bildirmişlerdir. Vidanapathirana vd., (2023), tek gözlü çelik tipinde farklı organik çözeltilerin köklenme üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada kontrol grubunda ortalama kök ağırlığının 4. haftada 0,8 g, 6. haftada ise 1,12 g olduğunu belirlemişlerdir.

3.8. Kök uzunluğu (cm)

Çay çeliklerinin kök uzunluğu üzerine farklı ortam ve çelik tiplerinin etkileri Çizelge 10'da verilmiştir. Kök uzunluğu

üzerine; ortam (O), çeşit (C), ortam x çeşit etkisi (OX), ortam x çeşit x çelik tipi etkisi (OXCXÇ) (P>0,001); çelik tipi, çeşit x çelik tipi etkisi (CXÇ) (P>0,01) önemli bulunmuştur. Kök uzunluğu üzerine ortam x çelik tipi etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Tablo 8). Köklenme ortamının kök uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek kök uzunluğu ortalaması torf+vermikülit (4,46 cm) ortamından elde edilirken perlit ortamında ise ortalama kök uzunluğu 3,57 cm olarak belirlenmiştir. Çelik tipinin kök uzunluğu üzerine etkileri incelendiğinde en yüksek kök uzunluğu iki gözlü odun çeliğinde ortalama 4,75 cm olarak tespit edilmiş, bunu da sırası ile iki gözlü yeşil çelik (4,03 cm), tek gözlü odun çeliği (3,85 cm) ile tek gözlü yeşil çeliğin (3,44 cm) takip ettiği belirlenmiştir. Kök uzunluğu üzerine çay çeşitlerinin etkileri önemli bulunmuş olup en iyi sonuç Ali Rıza Erten (4,75 cm) çay çeşidinde belirlenirken Zihni Derin ve Hayrat çay çeşitlerinde ortalama kök uzunluğu sırasıyla 4,03 cm ve 3,27 cm olarak tespit edilmiştir. Ortam x çeşit x çelik tipi etkisinin kök uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek sonuç 7,38 cm ortalama ile torf+vermikülit köklendirme ortamında Zihni Derin çay çeşidinin iki gözlü odun çeliğinde belirlenmiştir. En düşük sonuç ise torf+vermikülit köklendirme ortamında Hayrat çay çeşidinin iki gözlü odun çeliğinde ortalama 1,71 cm olarak belirlenmiştir.

Zenginbal vd., (2014a) Muradiye genotipinde köklendirme hormonu kullanılmayan kontrol grubunda ortalama kök uzunluğunu 2010 yılı tam yapraklı çelikte 9,2 cm, yarım yapraklı çelikte 7,9 cm; 2011 yılı tam yapraklı çelikte 8,6 cm, yarım yapraklı çelikte 8,2 cm olarak tespit etmişlerdir. Kök uzunluklarının genotipe göre değişkenlik gösterdiği Taryono (2014) tarafından da bildirilmiştir. Hamid vd., (2006) 10 farklı ortam üzerinde çay çeliklerinin kök uzunluklarını 1999 yılında kontrol grubunda 7,86 cm; 2000 yılında 3,4 cm; 2001 yılında 2,25 cm olarak belirlemişlerdir. Yapılan bu tez çalışması

ile benzer sonuçlar bulunmuştur. Yavaş, (2012) perlit ortamında köklendirdiği çay çeliklerinde 2009-2010 yılı ortalamasında en uzun kökün 6000 ppm IBA ortamında 4,90 cm olduğu ve pH 5,5'te ise en uzun kökün 9,41cm olduğu görülmüştür. Gonbad & Chokami, (2009) turba yosunu + vermikulit + perlit (2:2:0), turba yosunu + vermikulit + perlit (1:2:1), turba yosunu + vermikulit + perlit (1:1:2) ve turba yosunu + vermikulit + perlit (2:1:1)'in denendiği çalışmalarında en yüksek ortalama kök uzunluğu 5 cm olarak, turba yosunu + vermikulit + perlit (2:1:1) içeren saksı ortamından elde etmişlerdir.

Tablo 8. Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin kök uzunluğu (cm) üzerine etkileri
Table 8. Effects of different media and cutting types on the root length (cm) of tea cuttings

Ortam	Çeşit	Çelik Tipi				Ortam Ortalaması
		Tek gözlü yeşil çelik	İki gözlü yeşil çelik	Tek gözlü odun çelik	İki gözlü odun çelik	
Perlit	Zihni Derin	2,13 gh ^z	2,62 fh	3,08 eh	3,11 eh	3.57 B
	Hayrat	3,60 dg	2,96 fh	3,39 dh	6,81 ab	
	Ali Rıza Erten	3,99 df	5,92 ac	2,47 fh	2,74 fh	
Torf+Vermikülit	Zihni Derin	2,73 fh	4,80 ce	6,36 ac	7,38 a	4.46 A
	Hayrat	3,09 eh	2,80 fh	1,83 gh	1,71 h	
	Ali Rıza Erten	5,09 bd	5,05 bd	5,97 ac	6,75 ab	
Çelik Tipi Ortalaması		3,44 b	4,03 ab	3,85 b	4,75 a	
Çeşit Ortalaması						
Zihni Derin				4,03 B		
Hayrat				3,27 C		
Ali Rıza Erten				4,75 A		

Ortam (O): ***, Çeşit (C): ***, O×C: ***, Çelik tipi (Ç): **, C×Ç: **, O×Ç: ö.d., O×C×Ç: ***. ^z: Duncan testine göre %5 güven düzeyinde farklı olan ortalamalar farklı harflerle gösterilmektedir. *, ** ve *** %5, %1 ve %0,1 derecesinde önemlidir. ö.d.: önemli değil.

En düşük ortalama kök uzunluğunun, turba yosunu + vermikulit + perlit (2:2:0) ve turba + vermikulit + perlit (1:1:2) içeren saksı ortamından elde edildiğini ve ortalama uzunluklarının sırasıyla 2,97 cm ve 3 cm olduğunu belirlemişlerdir. Setyowati vd., (2023) toprak, inek gübresi, tavuk gübresi, keçi gübresi ile hazırladıkları ortamlarda toprak olan kontrol grubunda ortalama kök uzunluğunu 9,38 cm olarak

belirlemişlerdir. Çeliklerin köklendirilmesinde, köklendirme hormonunun kullanılması ve köklendirme ortamında organik maddenin bulunması kök uzunluğunu artırmaktadır. Zenginbal vd., (2014b) farklı hormon dozlarının (0, 2000, 4000, 6000) kullanıldığı çalışmada tam yapraklı ve yarım yapraklı tek gözlü, yarı odun çelik tipinde hormon kullanılmayan kontrol grubunda kök

uzunluklarını sırası ile 9,93-12,9 cm olarak belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar farklı hormon dozlarının denendiği bir başka çalışmada (Zenginbal vd., 2014a) Muradiye genotipinde kontrol grubu kök uzunluklarını 2010 yılında yarım yapraklı çelikte 7,9 cm, tam yapraklı çelikte 9,2 cm; 2011 yılında ise yarım yapraklı çelikte 8,2 cm, tam yapraklı çelikte ise 8,6 cm olarak belirlemişlerdir. Kathiravetpillai vd., (1982) yaptıkları bir köklendirme çalışmasında açıkta tek gözlü çeliklerle kök uzunluğunu 2,54 cm; örtü altında 1-2-3-4-5 göz içeren çay çeliklerinde sırasıyla 6,51 cm, 5,16 cm, 4,49 cm, 4,01 cm, 4 cm olarak belirlemişlerdir.

3.9. Gövde Uzunluğu (cm)

Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin gövde uzunluğu üzerine etkileri Tablo 9'da verilmiştir. Gövde uzunluğu üzerine; çeşit (C), çelik tipi (Ç), ortam x çelik tipi interaksyonu (OXÇ) ve ortam x çelik tipi x çeşit interaksyonu (OXÇXC) ($P>0,001$) ve ortam x çelik tipi interaksyonu (OXÇ) ($P>0,05$) önemli bulunmuştur. Ortam (O) ve ortam x çeşit

interaksiyonu (OXC) ise önemsiz bulunmuştur. Çelik tipinin gövde uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde en iyi sonuçların aynı grupta yer alan iki gözlü yeşil (7,88 cm) ve iki gözlü odun çeliklerinden (7,78 cm) elde edildiği, bunları tek gözlü odun çeliği (5,71 cm) ve tek gözlü yeşil çeliğin (5,29 cm) takip ettiği belirlenmiştir. Çay çeşitlerinin gövde uzunlukları sırası ile en iyi Zihni Derin (7,17 cm), Ali Rıza Erten (6,69 cm) ve Hayrat (6,14 cm) çay çeşitlerinde tespit edilmiştir. Ortam x çeşit x çelik tipi interaksyonunun (OXÇXC) gövde uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde en iyi sonuç torf+vermikülit köklendirme ortamında Zihni Derin çay çeşidinin iki gözlü odun çeliğinden (9,79 cm) elde edilmiştir. En düşük sonuç ise torf+vermikülit ortamında Hayrat çay çeşidinin iki gözlü odun çeliğinde 4,88 cm olarak belirlenmiştir. Köklendirme ortamının gövde uzunluğu üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmasına karşın torf+vermikülit ortamında ortalama 6,77 cm olarak belirlenirken, perlit ortamında ise ortalama 6,56 cm olarak tespit edilmiştir.

Tablo 9. Farklı ortam ve çelik tiplerinin çay çeliklerinin gövde uzunluğu (cm) üzerine etkileri
Table 9. Effects of different environments and steel types on stem length (cm) of tea cuttings

Ortam	Çeşit	Çelik Tipi				Ortam Ortalaması
		Tek gözlü yeşil çelik	İki gözlü yeşil çelik	Tek gözlü odun çelik	İki gözlü odun çelik	
Perlit	Zihni Derin	5,00 gi ^z	8,67 b	6,75 ef	7,94 bd	6,56
	Hayrat	5,33 gi	6,64 ef	5,33 gi	7,56 ce	
	Ali Rıza Erten	4,96 hi	6,98 df	5,51 gi	8,07 bc	
Torf+Vermikülit	Zihni Derin	5,00 gi	8,93 ab	5,24 gi	9,79 a	6,77
	Hayrat	6,00 fg	7,94 bd	5,44 gi	4,88 i	
	Ali Rıza Erten	5,44 gi	8,12 bc	5,97 fh	8,46 bc	
Çelik Tipi Ortalaması		5,29 c	7,88 a	5,71 b	7,78 a	
Çeşit ortalaması						
Zihni Derin		7,17 A				
Hayrat		6,14 C				
Ali Rıza Erten		6,69 B				

Ortam (O): ö.d., Çeşit (C): ***, O×C: ö.d., Çelik tipi (Ç): ***, C×Ç: ***, O×Ç: *, O×C×Ç: ***. ^z: Duncan testine göre %5 güven düzeyinde farklı olan ortalamalar farklı harflerle gösterilmektedir. *, ** ve *** %5, %1 ve %0,1 derecesinde önemlidir. ö.d.: önemli değil.

Çelik uzunluğunun kullanılan genotiplere göre farklılık gösterdiği Göksu vd., (2015) tarafından da bildirilmiştir. Kathiravetpillai vd., (1982), açıkta yetiştiricilikte tek gözlü çeliklerde ortalama çelik uzunluğunu 3,25 cm; örtü altı yetiştiricilikte 1-2-3-4-5 gözlü çeliklerde ortalama çelik uzunluğunu sırasıyla 3,62 cm, 10,22 cm, 16,47 cm, 23,99 cm, 28,27 cm olarak belirlemiştir. *Camellia impressinervis*'in köklenme yeteneği üzerine çelik boyu ve çelik alınan yerin konumunun araştırıldığı bir başka çalışmada çift gözlü olarak alınan çeliklerin kök sayısı, kök uzunluğu ve köklenme oranının tek gözlü alınan çeliklerden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sürgün ortasından alınan çeliklerdeki kök sayısı, kök uzunluğu ve köklenme oranını sürgün ucundan alınan çeliklere göre daha iyi sonuç vermiştir (Duc vd., 2019). Çelik uzunluğunun köklenme oranı, çelik başına düşen kök sayısı ve kök uzunluğunu olumlu yönde etkilediği birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Al-Abbasi, 2012; Duc vd., 2019).

4. Sonuç

Bu çalışmada Çelik tipinin gövde kalınlığı üzerine etkileri incelendiğinde en kalın ölçüm iki gözlü odun çeliklerinden (4,77 mm) elde edilmiştir. Tek gözlü odun çeliklerinde ise ortalama 4,30 mm ölçüm yapılırken bunları, 3,99 mm tek gözlü yeşil çelik ve 3,70 mm ortalama ile iki gözlü yeşil çelikler takip etmiştir. Çelik tipinin köklenme oranı üzerine etkileri incelendiğinde en iyi köklenmenin iki gözlü odun (%76,20) ve tek gözlü odun çeliklerinde (%76,10) olduğu görülmektedir. Tek gözlü ve iki gözlü yeşil

çeliklerin köklenme oranları ise sırası ile %74,39 ve %74,17 olarak bulunmuştur. Çelik tipinin kök gelişimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur bunun yanında fidan kalitesi ve sürgün uzunluğu üzerine çelik tiplerinin etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Kök sayısı üzerinde köklenme ortamının etkisi önemli olarak bulunup en iyi sonuç 5,16 ortalama ile torf+vermikülit ortamından elde edilirken; 4,32 ortalama kök sayısı ile de perlit ortamından elde edilmiştir Köklenme ortamının kök uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek kök uzunluğu ortalaması torf+vermikülit (4,46 cm) ortamından elde edilirken perlit ortamında ise ortalama kök uzunluğu 3,57 cm olarak belirlenmiştir.

Bu nedenlerle planlanan bu çalışmada; ÇAYKUR'un iki tescilli çeşidi olan Zihni Derin ve Ali Rıza Erten ile Hayrat isimli çay klonunda tek ve çift gözlü olarak alınan yeşil ve odun çeliklerinin, vermikülit+torf ve perlit içeren iki farklı köklendirme ortamında köklenme ve büyüme oranları araştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde iki gözlü odun çeliklerinin, diğer çelik tiplerine göre daha iyi sonuçlar verdiği, bu çelik tipini tek gözlü odun çeliklerinin izlediği tespit edilmiştir. Kullanılan ortamlar içerisinde ise torf +vermikülit'in çay çeliklerinde köklendirme ortamı olarak önerilebileceği ortaya konulmuştur.

Çay plantasyonlarının büyük bir kısmının da ekonomik ömürlerini tamamladığı bilinmektedir. Bu nedenle mevcut çay

plantasyonlarının yüksek verim ve kaliteli çeşitlerle klonal çoğaltılmış fidanlar ile yenilenmesi gerekmektedir. Çayda çelikle fidan üretiminde farklı çelik tipleri ve ortamların denenmesi ve daha iyi sonuç verebilecek uygulamaların ortaya konulması, ileride fidan üretiminde karşılaşılabilecek sorunlara çözüm getirmesi önemli olup benzer çalışmaların devam ettirilmesi önerilir.

Yazar katkısı (Author contribution)

Bu çalışma, Meryem BOSTAN'ın "Çayda Farklı Çelik Tiplerinin Fidan Kalitesi ve Köklenme Üzerine Etkileri" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Çalışmada *Bostan, M.*: Tasarım ve dizayn, veri toplama, veri işleme. literatür taraması, yazım; *Göksu Karaoğlu, B.*: Veri toplama, literatür taraması, yazım, proje hazırlama; *Yazıcı, K.*: Fikir ve kavram, denetleme ve danışma, malzeme tedarik, proje hazırlama. eleştirel inceleme süreçlerini gerçekleştirmişlerdir.

Finansman beyanı

Bu araştırma herhangi bir fon kuruluşundan, ticari veya kar amacı gütmeyen sektörlerden özel bir hibe almamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik standartlar

Bu çalışma için Etik Kurul Kararı gerekmemektedir.

Kaynaklar

- Al-Abbasi, A.M. (2012). Effect of cutting length and thickness on rooting of Geranium plant *Pelargonium hortorum* cuttings in Basrah City. *Basra Studies J*, 14, 1-10.
- Bilir, N., Canpolat, K., Uluhan, M.D. (2010). Aydın orijinli fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) fidanlarında morfolojik özellikler ve fidan kalitesi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 10(1), 37-43.
- Çelik, M., Gargın, S., (2009). Bazı Amerikan Anaçlarının Köklenme Yetenekleri Üzerine Indol-Bütirik Asit (IBA) Dozları ve Çelik Kalınlıklarının Etkileri. 7. *Türkiye Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu* 5-9 Ekim 2009, Manisa, Türkiye.
- Duc, T.D., Phung, T.D., Son, T.H., Ninh, K.V., Thuyet, V.D., Do, V.T. (2019). Cutting size and position affect rooting efficiency of *Camellia impressinervis*: A golden camellia. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 20(3-4), 179-187.
- Ercisli, S., Anapali, Ö., Esitken, A., ve Sahin, Ü. (2002). The effects of IBA, rooting media and cutting collection time on rooting of kiwifruit. *Gartenbauwissenschaft*, 67(1), 34-38. <https://doi.org/10.1079/ejhs.2002/3411>
- Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), (2023, Aralık). Ürün Raporu ÇAY. Ankara, Türkiye, yayın no: 383, ISBN: 978-605-7599-69-8, 15s.
- Gonbad, R.A., Chokami, A.F. (2009). Effects of plant growth regulators on rooting of tea cuttings (*Camellia sinensis*) clone 100 Iran. *Asian Journal of Chemistry*, 21(4), 3298-3300.
- Göksu, B., Yazıcı, K., Akbulut, M., ve Bakoğlu, N., (2015). Doğu Karadeniz

- Bölgesindeki Bazı İzabella Üzüm (*Vitis labrusca* L.) Genotiplerinin Köklenme Oranlarının Belirlenmesi. VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 25-29 Ağustos 2015, Çanakkale, Turkey.
- Hartmann H.T., Kester D.E., Davies F.T., (Jr.), Geneve R.L., (2011) *Plant Propagation: Principles And Practices*. 8th Edition. New York: Prentice-Hall. 915p
- Hamid, F.S., Ahmad, T., Khan, B.M., Waheed, A., and Ahmed, N. (2006). Effect of soil pH in rooting and growth of tea cuttings (*Camellia sinensis* L.) at nursery level. *Pakistan Journal of Botany*, 38(2), 293.
- Setyowati N., Permana I.G., Hermansyah H., (2023). Effect of growing media and natural plant growth regulators on the growth of tea stem cutting. *E3S Web Conferance*, 373, 03004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337303004>
- Vidanapathirana, N.P., Rifnas, L.M., and Sumanasekara, H.H.N. (2023). Effects of different root inducing agents on cutting propagation of tea (*Camellia sinensis*). *Annual Research and Review in Biology*, 38(6), 30-37. <https://doi.org/10.9734/arrb/2023/v38i630590>
- Yağcı, A., ve Gökkaynak, A.G. (2016). Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinin fidan randımanı ve kalitesi üzerine anaç ve gölgeleme oranının etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 109-116. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.180616>
- Yavaş, A. (2012). *Çay Çeliklerinin Köklendirilmesinde Ortam, Ph ve Hormonların Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye.
- Zenginbal, H., Haznedar, A., ve Zenginbal, E. (2014a). Influence of type cutting, IBA concentration and collection times on rooting of tea (*Camellia sinensis* L.). *Research in Plant Biology*, 4(4), 1-8.
- Zenginbal, H., Haznedar, A., ve Dolgun, O. (2014b). Effects of Indole-3-Butyric Acid (IBA) and cutting type on rooting of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze. *American Journal of Experimental Agriculture*, 4(12), 1935. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2014/11274>