

Türkiye’de Doğal Yayılış Gösteren *Buxus sempervirens*’te Farklı Çelik Boylarının Köklenme Özellikleri ve Kök Morfolojik Gelişimi Üzerine Etkileri

Ömer SARI^{1*}, Fatih KEBELİ², Fisun Gürsel ÇELİKEL³

¹Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun; ORCID: 0000-0001-9120-2182

²Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun; ORCID: 0000-0001-8658-8447

³Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun; ORCID: 0000-0002-4722-2693

Gönderilme Tarihi: 28 Ağustos 2024

Kabul Tarihi: 27 Kasım 2024

ÖZ

Çalışma ile ülkemizde doğal yayılış gösteren *Buxus sempervirens* türünde farklı çelik boylarının köklenme özellikleri ve kök morfolojisi gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla üç farklı çelik boyu (5 cm, 10 cm ve 15 cm) kullanılmıştır. Deneme 2023 yılı sonbahar döneminde kurulmuş, köklenen çelikler Nisan 2024’te sökülüştür. Çalışma bulgularına göre kök sayısı (15 adet) ve kök kalitesi (3) bakımından en iyi sonuçlar 15 cm boyundaki çeliklerde bulunmuştur. Sürgün uzunluğu, yaprak sayısı, kallus oranı ve köklenme oranı bakımından ise en yüksek sonuçlar 10 cm boyundaki çeliklerde tespit edilmiştir. Çalışmada 5 cm boyundaki çeliklerde sürgün oluşmazken, 10 ve 15 cm boyundaki çeliklerin sürgün sayısı üzerine etkisi benzer bulunmuştur. En düşük değerler 5 cm boyundaki çeliklerde tespit edilmiştir. Kök morfolojisi bakımından ise 10 cm çelik boyunda diğer çelik boylarından önemli derecede daha yüksek kök uzunluğu (155.4 cm), kök yüzey alanı (49.6 cm²), kök uç sayısı (254 adet), kök dallanma sayısı (956 adet) ve kök kesişme sayısı (398 adet) saptanmıştır. Kök hacmi (0.97 cm³) ve kök çapı (1.20 mm) bakımından ise en iyi sonuçlar 15 cm boyundaki çeliklerden elde edilmiştir. Kök morfolojisinde de en düşük sonuçlar 5 cm boyundaki çeliklerden elde edilmiştir. Sonuç olarak *B.sempervirens*’te köklenme ve kök morfolojisi özelliklerinin gelişimi için en iyi çelik boyunun 10 cm olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Şimşir, çelik boyu, köklenme, kök morfolojisi

Effects of Different Cutting Lengths on Rooting Characteristics and Root Morphological Development in *Buxus sempervirens* Naturally Distributed in Türkiye

ABSTRACT

The aim of the study was to determine the effects of different cutting lengths on rooting characteristics and root morphological development of *Buxus sempervirens* naturally distributed in Türkiye. For this purpose, three different cuttings lengths (5 cm, 10 cm and 15 cm) were used. The experiment was established in the autumn of 2023, and the rooted cuttings were removed in April 2024. According to the study findings, the best results in terms of root number (15) and root quality (3) were found in 15 cm long cuttings. The highest results in terms of shoot length, number of leaves, callus rate and rooting rate were detected in 10 cm long cuttings. While no shoots were formed in 5 cm long cuttings, the effect of 10 and 15 cm cuttings on the number of shoots was found to be similar. The lowest results were detected in 5 cm cuttings. In terms of root morphology, the highest number of root lengths (155.4 cm), root surface area (49.6 cm²), number of tips (254), number of forks (956) and number of crossings (398) in a 10 cm cuttings length were obtained to be significantly higher than other cuttings length. The highest results in terms of root volume (0.97 cm³) and root diameter (1.20 mm) were obtained from 15 cm cuttings. The lowest results in root morphology were obtained from 5 cm cuttings. As a result, it can be said that the best cutting length for the development of rooting and root morphological characteristics in *B. sempervirens* is 10 cm.

Keywords: Boxwood, cutting length, rooting, root morphology

GİRİŞ

B.sempervirens, yaygın olarak "şimşir" olarak bilinen, her dem yeşil çalı veya küçük ağaç formunda bir bitkidir. Bu tür, 1-15 metreye kadar boylanabilmekte olup, Avrupa, Kuzey Afrika ve Anadolu gibi bölgelerde doğal olarak yayılış

göstermektedir. Özellikle dayanıklılığı ve çeşitli iklim koşullarına adaptasyon yeteneği ile tanınan şimşir, geniş bir kullanım alanına sahiptir. Şimşirlerin tarihsel olarak, MÖ 4000 yılında Mısır bahçelerinde çit bitkisi olarak kullanıldığı bilinmektedir. Şimşirler geçmişte farklı amaçlar (süs eşyası ve çeşitli aletlerin yapımı) için kullanılsa da günümüzde ağırlıklı olarak

*Sorumlu yazar / Corresponding author: omer.sari61@hotmail.com

süs bitkisi olarak tercih edilmektedir. Şimşir, tek ve toplu dikim, çit, saksı bitkisi, kesme yeşillik olarak, bahçelerde ve peyzaj düzenlemelerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [1, 2, 3, 4].

Türkiye’de şimşirlerin iki türü (*B.sempervirens* ve *B.balearica*) yayılış göstermektedir. Türkiye’deki şimşir ormanları, 19. yüzyılda yoğun şimşir odunu ihracatı ile ilk büyük tahribatını yaşarken, asıl zarar *Cydalima perspectalis* Walker adlı zararlıdan kaynaklanmıştır. Sarı vd. [5], bu güvenin Türkiye’deki şimşir ormanlarının yaklaşık %85’inde etkili olduğunu ve ormanların büyük oranda kuruttuğunu saptamıştır. *C.perspectalis*, Asya kökenli bir tür olup, ilk olarak 2007 yılında Avrupa’da, Almanya ve Hollanda’da tespit edilmiştir. Türkiye’de ise ilk olarak 2011 yılında İstanbul’daki park ve bahçelerde, 2015 yılında Düzce ve Artvin’de, 2016 yılında ise Bartın’da görülmüştür [6, 7, 8]. Ak vd. [9] tarafından yapılan bir araştırma, *C.perspectalis*’in Türkiye’nin Akdeniz Bölgesi’nde de bulunduğunu göstermiştir. Şimşirlerin maruz kaldığı zararlılar, doğal şimşir meşcerelerinin tahrip olmasına ve dolayısıyla ekosistem üzerinde ciddi etkilere yol açmaktadır [10].

Şimşirlerin korunması, devamlılığının sağlanması ve ticari amaçlı yetiştiricilik için çoğaltma yöntemlerinin araştırılması önemlidir. Şimşirlerde yapısal engellerin köklenme üzerinde etkisi olmadığı bildirilmiştir. Ancak, şimşirlerin köklenmesi yavaş ve düzensizdir [11, 12]. Çeliklerle üretimde, üreticilere büyük faydalar sağlayan uygun kök hormonu konsantrasyonunu seçmek kritik öneme sahiptir [13]. Doğada şimşir ağaçlarının aşırı azalması da en etkili çoğaltma yöntemlerinin belirlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, Sarı ve Çelikel [5], *B.sempervirens*’in kök özelliklerini inceleyerek çevresel faktörlerin kök mimarisini önemli ölçüde etkilediğini ve türün değişen koşullar altında uyum yeteneğini vurgulamıştır. Ayrıca, Buxus’un farklı toprak pH seviyelerine verdiği fizyolojik tepkiler üzerine yapılan çalışmalar, kök mimarisinin çevresel stres faktörlerine uyum sağladığını ve çoğaltma sırasında optimum koşullara ihtiyaç duyulduğunu da göstermiştir [14]. Diğer taraftan Sarı ve Çelikel [15] tarafından yapılan bir araştırma, Türkiye’deki doğal şimşir popülasyonlarının vejetatif özelliklerine odaklanmış ve bitki boyu ile ana gövde uzunluğunun kök gelişimi ile pozitif korelasyon gösterdiğini belirtmiştir. Çelik türü ve yaralanmanın köklenme yeteneği üzerindeki etkisine ilişkin araştırmalar, bu faktörlerin çeliklerin başarısını önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur [12].

Farklı boydaki çeliklerin köklenme oranları, kök kalitesi ve kök morfolojisi gibi faktörler, bitkinin sağlıklı bir şekilde büyümesi için kritik öneme

sahiptir. Yapılan araştırmalar, çelik boyunun köklenme sürecini etkileyen önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de doğal olarak yayılış gösteren ve nesli tükenme tehlikesi altında olan *B.sempervirens* türünün klonal çoğaltım olanaklarını araştırarak farklı çelik boylarının köklenmeye ve kök morfolojisine etkilerini belirlemektir.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde (Samsun, Türkiye) yürütülmüştür.

Bitki Materyali ve Deney Tasarımı

Çalışmada enstitü bünyesinde şimşir genetik kaynakları parselinde bulunan altı yaşındaki *Buxus sempervirens* türüne ait bitkilerin yan dallarından alınan çelikler kullanılmıştır. Her bir uygulama için 90 çelik alınmıştır. Alınan çelikler 5 cm, 10 cm ve 15 cm boyunda kesilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan çelikler, indol butrik asidin (IBA) 3500 ppm dozu [11] ile 10 saniye süreyle muamele edilmiştir (Şekil 1). Çelikler sıcaklık (alttan ısıtmalı) ve nem kontrollü (sisleme altında) köklendirme masalarına sıra arası 10 cm ve sıra üzeri 5 cm olacak şekilde dikilmiştir (30 Kasım 2023). Dikim harcı olarak perlit kullanılmıştır. Ortam hava sıcaklığı $21\pm 2^{\circ}\text{C}$, kök tablası sıcaklığı $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ ve hava nem oranı $\%72\pm 3$ seviyesinde tutulmuştur. Köklenme ortamına hangi bir besleyici ilave edilmemiştir. Çelikler dikimden itibaren yaklaşık 150 gün sonra (28 Nisan 2024) buldukları ortamdan sökülüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Çeliklerin köklenme ortamına dikimleri

Köklenme masasından sökülen çeliklerde; Canlı çelik oranı (%), kallus oranı, köklenme oranı (%), kök uzunluğu (mm), kök kalitesi (0-5), sürgün uzunluğu (mm) ve yaprak sayısı (adet) ölçümleri yapılmıştır.

Kök kalitesi 0-5 skalası;

0=Köklenme yok,

1=Zayıf köklenme (kök sayısı 1-2 arasında olanlar),

2=Orta seviyede köklenme var (kök sayısı 3-4 arasında olanlar),

3=İyi köklenme (kök sayısı 5-6 arasında olanlar),

4=Çok iyi köklenme (kök sayısı 7-8 arasında olanlar),

5=Köklenmesinin mükemmel olduğunu belirtir (9-10 veya daha fazla kökü olanlar).

$$\text{Köklenme oranı} = \frac{\text{Köklenen çeliklerin sayısı}}{\text{Toplam çelik sayısı}} \times 100$$

Kök Morfolojik Gelişiminin İncelenmesi

Kök morfolojisini incelemek için WinRhizo kök analiz programı (Regent Instruments, Quebec, Canada) kullanılmıştır. Köklü bitkiler Nisan sonunda köklenme ortamından çıkarılmış, kökler yıkanmış ve kâğıt havlularla kurutulmuştur (Şekil 1). Kökler kurutulduktan sonra tarayıcıya (Epson Expression 10000XL, Epson America Inc., Long Beach, CA, ABD) yerleştirilmiş ve üç boyutlu olarak bilgisayara aktarılmıştır. Çalışmada aşağıdaki ölçümler yapılmıştır;

•**Toplam Kök Uzunluğu (cm)**: Kılcal formda bulunan saçak kökler dahil olmak üzere tüm çap sınıflarındaki köklerin toplam uzunlukları belirlenmiştir.

•**Kök Yüzey Alanı (cm²)**: Taraması üç boyutlu olarak yapılan tüm köklerin dış çeperlerinin yüzey alanı hesaplanmıştır.

•**Kök Hacmi (cm³)**: Program yardımıyla net kök hacmi tespit edilmiştir.

•**Ortalama Kök Çapı (mm)**: Tüm kök uzantıları bireysel olarak incelenerek bunların ortalama çapları program yardımıyla hesaplanmıştır.

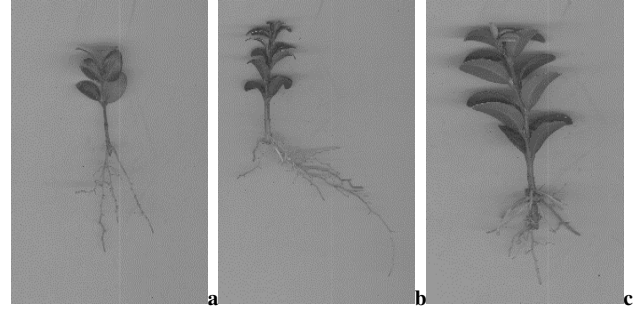
•**Kökte Uç (Tips) Sayısı (adet)**: Bütün kök dallanmalarının sonlandığı ve toplam kök sayısını ifade eden uç miktarı sayıları belirlenmiştir.

•**Kökte Dallanma (Forks) Sayısı (adet)**: Ana kök ve birincil lateral köklerden çıkan çok sayıda yan dalların miktarı dijital olarak elde edilmiştir.

•**Kökte Kesişme (Crossing) Sayısı (adet)**: Tüm lateral köklerin oluşumu ve uzaması sonucunda birbirini üzerine gelerek kesiştiği noktaların sayısı belirlenmiştir (Şekil 2).

Veri Analizi

Deneyler, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlı olarak kurulmuştur. Her tekrarda 30 çelik olacak şekilde ve her uygulamada toplam 90 çelik kullanılmıştır. Veriler, IBM SPSS 20.0 istatistik analiz programı ile Varyans Analizi (ANOVA) yöntemi ve en az anlamlı fark testi (LSD_{0.05}) kullanılarak analiz edilmiştir.



Şekil 2. 3D tarama ve WhinRhizo programı ile köklerin ölçümü (a:5 cm, b:10 cm, c:15 cm)

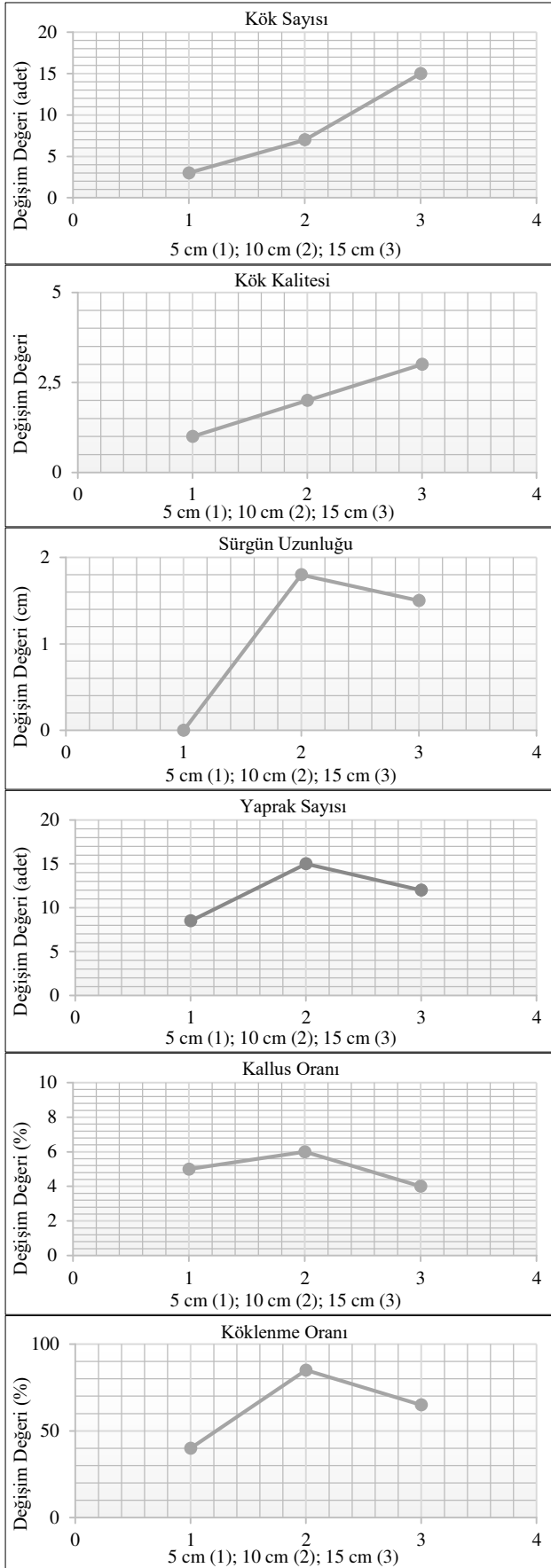
BULGULAR VE TARTIŞMA

Köklenme Özellikleri

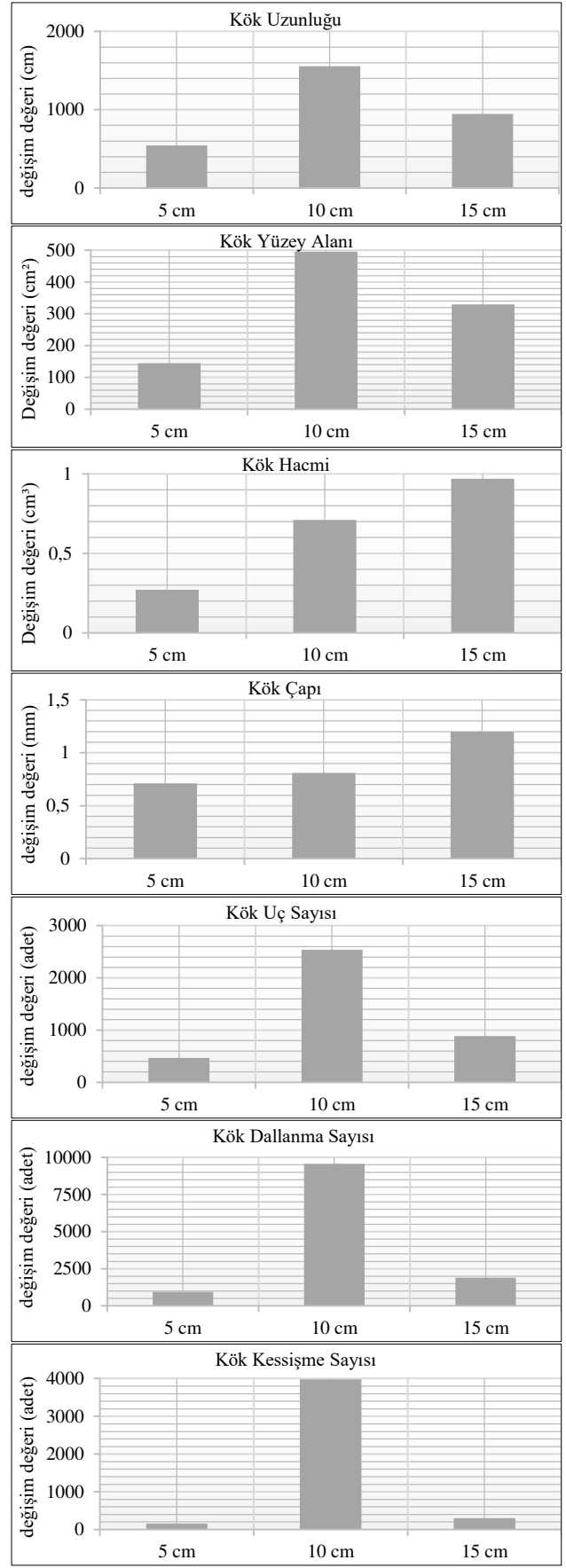
Farklı çelik boyları *B.sempervirens*'in köklenme özelliklerini önemli ($p<0.05$) derecede etkilemiştir. Kök sayısı (15 adet) ve kök kalitesinde (3) en yüksek değerler 15 cm boyundaki çeliklerde, en düşük değerler (3 adet, 1) ise 5 cm boyundaki çeliklerde tespit edilmiştir. Sürgün sayısında ise 5 cm boyunda hiç sürgün bulunmazken, sürgün oluşan 10 cm ve 15 cm boyundaki çeliklerde sürgün sayısı (1.3 adet) bakımından bir fark bulunmamıştır. Sürgün uzunluğu (1.8 cm), yaprak sayısı (15 adet), kallus oranı (%6) ve köklenme oranı (%85)'nda ise en yüksek sonuçlar 10 cm boyundaki çeliklerde tespit edilmiştir. Yine yaprak sayısı (8.5 adet), kallus oranı (%5) ve köklenme oranı (%40)'nda ise en düşük sonuçlar 5 cm boyundaki çeliklerde bulunmuştur (Şekil 3).

Kök Morfolojisi Özellikleri

Farklı çelik boyları *B.sempervirens*'in kök morfolojik gelişimini önemli ($p<0.05$) derecede etkilemiştir. Toplam kök uzunluğu (155.4 cm), kök yüzey alanı (49.6 cm²), kök uç sayısı (254 adet), kök dallanması (956 adet) ve kök kesişimi sayısı (398 adet)'nda 10 cm çelik boyunda en yüksek sonuçlar bulunmuştur. Kök hacmi (0.97 cm³) ve kök çapında (1.20 mm) ise 15 cm boyundaki çelikler diğer uygulamalara göre daha etkili bulunmuştur. En düşük değerler ise toplam kök uzunluğu (54.4 cm), kök yüzey alanı (14.5 cm²), kök hacmi (0.27 cm³), ortalama kök çapı (0.81 mm), kök uç sayısı (47 adet), kök dallanma sayısı (94.4 adet) ve kök kesişme sayısı (158 adet)'nda 5 cm boyundaki çeliklerde tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 3. Farklı çelik boylarının köklenme özelliklerinin değişimine etkisi



Şekil 4. *B.sempervirens*'te farklı çelik boylarının kök morfolojisinin gelişimi üzerine etkisi

TARTIŞMA VE SONUÇ

Köklenme Özelliklerinin Değişimi

Sonuçlar, 15 cm çeliklerin en yüksek kök sayısını (15 adet) ve kök kalitesini (3) verdiğini göstermiştir. 10 cm çeliklerin ise sürgün uzunluğu (1.8 cm), yaprak sayısı (15 adet), kallus oranı (%6) ve köklenme oranı (%85) açısından en iyi sonuçları verdiğini göstermiştir. Özellikle, köklenme oranının 10 cm çeliklerde en yüksek olduğu görülmüştür. Dolayısı ile bu sonuç 10 cm boyundaki çeliklerin kök ve sürgün gelişimini en iyi şekilde dengelediğini göstermiştir. Bu, orta uzunluktaki çeliklerin, çeliklerdeki enerji rezervleri ve fizyolojik tepkiler arasındaki denge nedeniyle genellikle daha iyi köklenme sonuçları ürettiğini gösteren diğer çalışmalardan elde edilen bulgularla örtüşmektedir [16, 17]. Merton 793 elma klon anaçlarının köklenmesinde çelik başına önemli ölçüde en yüksek kök sayısı (5), 35 cm boyunda ve 1.25-1.50 cm çapında uygulama kombinasyonuna sahip çeliklerde bulunmuştur. En düşük birincil kök sayısı (2.50 adet), 15 cm boyunda ve 0.75-1.00 cm çapında uygulama kombinasyonuna sahip çeliklerde kaydedilmiştir [18]. Benzer bir sonuç Stefancic vd. [19] tarafından, IBA uygulamaları yapılan kiraz anacı Gisela 5'te çelik başına ortalama (6.5 adet) kök bulunmuştur. *Psidium guajava* L. (guava)'nın genç apikal sürgün çeliklerinde 10 cm ile 15 cm arasında değişen boya sahip çeliklerde kök indüksiyonunun 5 cm boyundaki çeliklere göre daha yüksek olduğunu bildirilmiştir [20]. Markovic vd. [21], kızılıçıkta sadece sezonluk sürgünlerinde %1 IBA (toz daldırma) ile muamele edilmiş terminal çelikleri kullanarak çelik başına en yüksek ortalama kök sayısını (12.9 adet) elde etmiştir. Kallus oluşumu, köklenme sürecinin ilk aşamasını oluşturur ve başarılı bir köklenme için önemlidir. Macdonald [22] ve Hartmann vd. [23], çelik boyunun büyümesiyle köklerin ve kallus oluşumunun arttığını bildirmişlerdir. Uzun çeliklerin köklenme oranlarının genellikle daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Örneğin, bir çalışmada en yüksek köklenme oranı (%58.89) 35 cm boyundaki çeliklerde elde edilmiştir [18]. Başka bir çalışmada ise *Magnolia biondii*'de maksimum köklenme oranı (%83.11) 21-25 cm boyundaki çeliklerde bulunurken, minimum köklenme oranı (%49.33) 5-10 cm boyundaki çeliklerde bulunmuştur [24]. Markovic vd. [21] sadece sezonluk çelikler ile yapılan ve %1 IBA (toz daldırma) ile muamele edilen terminal çelikleri kullanarak kızılıçık kirazında en yüksek köklenme yüzdesini %96.7 bildirmiştir. Ayrıca *Lavandula × intermedia* Emeric ex Loisel hormon uygulaması bakımından köklenme oranı ise IBA uygulanan

çeliklerde ortalama %88.2 olurken, hormon uygulanmayan çeliklerde %78.4 olmuştur [25].

Çalışmada, 5 cm boyundaki çeliklerde sürgün oluşmadığı, 10 cm ve 15 cm'lik çeliklerde ise benzer sayıda sürgün oluştuğu belirlenmiştir. Bu, sürgün başlangıcı için gerekli olan kritik çelik boyu eşliğini vurgulaması açısından önemlidir. Daha kısa çeliklerde sürgün gelişiminin olmaması, sürgün oluşumu için gereken yetersiz enerji rezervlerine ve hormonal tepkilere bağlanabilir [26, 27, 28]. Buna ilaveten uzun çelikler, genellikle daha fazla sürgün verme eğilimindedir. Bu durum, daha fazla boğum ve göz içermeleri nedeniyle, uzun çeliklerin dallanma oranlarını artırabilir. Örneğin, tepe çelikleri, yüksek hormon konsantrasyonları sayesinde daha iyi köklenmekte ve bu da dallanma oranını olumlu etkileyebilmektedir [29].

Kök Morfolojik Özelliklerinin Değişimi

Kök morfolojisi açısından, 10 cm boyundaki çeliklerde en yüksek kök uzunluğu (155.4 cm), kök yüzey alanı (49.6 cm²), uç sayısı (254), dallanma sayısı (956) ve kesişme sayısı (398) dahil olmak üzere en yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar, 10 cm'lik bir çelik boyunun besin ve su alımı için çok önemli olan daha kapsamlı ve karmaşık bir kök sistemini desteklediğini göstermektedir. Bu, optimum çelik boyunun kök dallanmasını ve genel kök mimarisini geliştirerek toprakta daha iyi yerleşmeye yol açtığını bildiren Banko ve Stefani [30]'nin bulgularıyla tutarlıdır. Buna karşılık, 15 cm boyundaki çeliklerde en yüksek kök hacmi (0.97 cm³) ve kök çapı (1.20 mm) değerleri bulunmuştur. Bu sonuçlar 15 cm boyundaki çelikler, 10 cm boyundaki çelikler kadar geniş bir kök sistemi oluşturmasalar da daha kalın kökler geliştirebileceklerini göstermiştir. Nitekim bununda olgun bitkilerde stabilite ve besin emilimi için faydalı olabileceği bildirilmiştir [23]. Ancak, 5 cm boyundaki çelikler tüm ölçütlerde tutarlı bir şekilde düşük performans göstermiştir; bu da daha kısa çeliklerin genellikle etkili köklenme ve sürgün gelişimi için gerekli rezervlerden yoksun olduğunu öne süren diğer çalışmalardan elde edilen bulgularla [22] örtüşmektedir. Uzun çeliklerin daha uzun kökler geliştirme eğiliminde olduğu belirtilmektedir. Örneğin, Merton 793 elma klon anaç çeliklerinin köklenmesi üzerine çelik boyunun etkisinde 35 cm çelikler de en uzun kök boyu 28.43 cm olarak ölçülmüştür ve bu değer, uzun çeliklerin köklenme ortamında sağladığı avantajı göstermektedir [18].

Bu çalışmada orta uzun çeliklerdeki köklenmenin etkinliği, farklı faktörlerle açıklanabilir. İlk faktör olarak, endojen oksinler ve diğer köklenmeyi indükleyen faktörlerin seviyesinin daha kısa çeliklerde daha düşük olması ile açıklanabilir. Bu da

daha kısa çeliklerde köklenme yüzdesinin azalmasına yol açabilir [31]. İkinci faktör ise daha uzun çeliklerin daha fazla karbonhidrat depolaması ve bunda köklenmeyi artıran önemli bir faktör olmasıdır [32].

SONUÇ

Bulgular, 10 cm çelik boyunun *B.sempervirens*'in köklenmesi ve morfolojik gelişimi için ideal olduğunu göstermektedir. Bu çelik boyu yalnızca kök dallanmasını ve yüzey alanını en üst düzeye çıkarmakla kalmamış aynı zamanda sağlıklı sürgün gelişimini de desteklemiştir. Sonuçlar, farklı bitki türlerinde çoğaltma başarısını artırmak için uygun çelik boylarının seçilmesinin önemini vurgulayan mevcut literatürle uyumlu olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Larson, P.D. 1999. Boxwood: Its History, Cultivation, Propagation and Descriptions. Foliar Press, Virginia.
2. Batdorf, L.R. 2005. Boxwood Handbook, A Practical Guide (3rd Ed.). The American Boxwood Society, Boyce, VA, USA.
3. Van Trier, H., Hermans, D., Theunynck, A., Dumon, M. 2005. Buxus. Stichting Kunstboek.
4. Sarı, Ö., Çelikel, F.G. 2019. Türkiye'nin şimşirleri (*Buxus sempervirens* ve *Buxus balearica*) ve mevcut tehditler. 7. Süs Bitkileri Kongresi ve 1. Uluslararası Süs Bitkileri Kongresi, 9-11 Ekim 2019, Bursa, Türkiye, s:383-393.
5. Sarı, Ö., Çelikel, F.G., Yaşar, H. 2022. Current status and the last locations of Turkey's native Buxus species (*Buxus sempervirens* L. and *Buxus balearica* Lam.) under threats. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 8(2):179-196, <https://doi.org/10.24180/ijaws.1073061>.
6. Hizal, E., Kose, M., Yesil, C., Kaynar, D. 2012. The new pest *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) in Turkey. Journal of Animal and Veterinary Advances 11(3):400-403.
7. Kaygın, T.A., Taşdeler, C. 2018. *Cydalima perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae) şimşirlerimiz için bir tehdit mi? 3. Türkiye Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, Bildiri Özetleri Kitabı, 10-12 Mayıs 2018, Artvin, s:21.
8. Yıldız, Y., Yıldırım, İ., Bostancı, C., 2018. Bartın ilinin istilacı böcek türleri. 3. Türkiye Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, 10-12 Mayıs 2018, Artvin, s:25.
9. Ak, K., Sarı, Ö., Altaş, K., Yaşar, H. 2021. A new pest in the boxwood fields of Hatay province, *Cydalima perspectalis* (Walker 1859) (Lepidoptera: Crambidae). Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 22(1):109-116. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.893012>.
10. Mitchell, R., Chitanava, S., Dbar, R., Kramarets, V., Lehtijärvi, A., Matchutadze, I., Mamadashvili, G., Matsiakh, I., Nacambo, S., Papazova-Anakieva, I., Sathyapala, S., Tuniyev, B., Véték, G., Zukhbaia, M., Kenis, M. 2018. Identifying the ecological and societal consequences of a decline in Buxus forests in Europe and the Caucasus. Biological Invasions, 20:3605-3620. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1799-8>.
11. Langé, P.P. 2014. Efecto de auxinas en el enraizamiento de estaquillas de *Buxus sempervirens* L. En Distintas Épocas Del Año.
12. Güney, D., Bayraktar, A., Atar, F., Chavoshi, S.H., Turna, İ. 2023. The effects of different rooting temperatures and phytohormones on the propagation of boxwood cuttings. Baltic Forestry, 29(1), id593. <https://doi.org/10.46490/bf593>.
13. Kaushik, S., Shukla, N. 2020. A review on effect of IBA and NAA and their combination on the rooting of stem cuttings of different ornamental crops. J. Pharmacogn Phytochem 9(3):1881-1885.
14. Dorairaj, D., Suradi, M.F., Mansor, N.S., Osman, N. 2020. Root architecture, rooting profiles and physiological responses of potential slope plants grown on acidic soil. PeerJ, 8, e9595. <https://doi.org/10.7717/peerj.9595>.
15. Sarı, Ö., Çelikel, F.G. 2024. Bursa ilinde doğal olarak yayılış gösteren şimşirlerin (*Buxus sempervirens* L.) bazı morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi 34(Özel Sayı):88-98, <https://doi.org/10.18615/anadolu.1404009>.
16. Hassanpour, H., Shirri, M.A. 2014. Propagation of Iranian Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) by rooted stem cuttings. Notulae Scientia Biologicae 6(2):192-195 <https://doi.org/10.15835/nsb629295>
17. Vieira, L.M., Kruchelski, S., Gomes, E.N., Zuffellato-Ri-bas, K.C. 2018. Indole butyric acid on boxwood propagation by stem cuttings. Ornamental Horticulture 24(4):347-352, <https://doi.org/10.14295/oh.v24i4.1185>.
18. Verma, P., Chauhan, P.S., Chandel, J.S., Thakur, M. 2015. Effect of the size of cuttings (length and diameter) on rooting in cuttings of apple clonal rootstock Merton 793. Journal of Applied and Natural Science 7(2):602-605, <https://doi.org/10.31018/jans.v7i2.652>.
19. Stefancic, M., Stampar, F., Osterc, G. 2005. Influence of IAA and IBA on root development and quality of Prunus 'GiSelA 5' leafy cuttings. Horticulture Science 40(7):2052-2055.

20. Gautam, N.N., Singh, K., Singh, B., Seal, S., Goel, A., Goel, V.L. 2010. studies on clonal multiplication of Guava (*Psidium guajava* L.) through cutting under controlled conditions. Australian Journal of Crop Science 4(9):666-669.
21. Markovic, M., Grbic, M., Djukic, M. 2014. Effects of cutting type and method of IBA application on rooting of softwood cuttings from elite tree of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) from Belgrade area. Silva Balcanica 15(1):30-37.
22. Macdonald, B. 1986. Macdonald, B. 1986. Practical woody plant propagation for nursery growers. Timber Press, Portland, Oregon, Vol.1 (pp:xiv+-669).
23. Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, Jr. F.T., Geneve, R.L. 2002. Hartmann and Kester's plant propagation principles and practice, Seventh ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
24. Khan, M.A., Wang, Y., Uddin, S., Muhammad, B., Badshah, M.T., Khan, D., Muneer, M.A., Munir, M.Z., Jia, Z.K. 2020. Propagation of *Magnolia biondii* Pamp through stem cuttings using exogenous hormones. Applied Ecology & Environmental Research 18(2), https://doi.org/10.15666/aeer/1802_22132229.
25. Turgut, F., Yıldırım, M.U., Baş, M., Sarihan, E.O. 2024. Farklı köklendirme ortamları ve IBA uygulamalarının lavantada (*Lavandula × intermedia* Emeric ex Loisel.) ilkbahar ve sonbahar çeliklerinin köklenmesine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 39(1):55-70, <https://doi.org/10.7161/omuanajas.1378997>.
26. Leakey, R.R.B., Mohammed, H.R.S. 1985. The effects of stem length on root initiation in sequential single-node cuttings of *Triplochiton scleroxylon* K.Schum. Journal of Horticultural Science 60:431-437, <https://doi.org/10.1080/14620316.1985.11515648>.
27. Aminah, H., Dick, J.M., Leakey, R.R.B., Grace, J., Smith, R.I. 1995. Effect of indole butyric acid (IBA) on stem cuttings of *Shorea leprosula*. Forest Ecology and Management 72(2-3):199-206, [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)03461-5](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)03461-5).
28. Leakey, R.R. 2004. Physiology of vegetative reproduction. Academic Press, Encyclopedia of Forest Sciences, Australia, 17p.
29. Ertan, E., Ertan, B., Şirin, U., Dolgun, O. 2006. Farklı boy ve çapta odun çeliklerinin "Bursa Siyahı" incir çeşidinde fidan gelişim performansı üzerine etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 3(1):37-44.
30. Banko, T.J., Stefani, M.A. 1986. Effects of wounding, IBA and basal trimming on rooting of boxwood cuttings. Journal of Environmental Horticulture 4(3):72-73, <https://doi.org/10.24266/0738-2898-4.3.72>.
31. Palanisamy, K., Kumar, P. 1997. Effect of position, size of cuttings and environmental factors on adventitious rooting in neem (*Azadirachta indica* A.Juss). Forest Ecology and Management 98(3):277-280, [https://doi.org/10.1016/s0378-1127\(97\)00116-3](https://doi.org/10.1016/s0378-1127(97)00116-3).
32. Tchoundjeu, Z., Leakey, R.R.B. 1996. Vegetative propagation of African mahogany: effects of auxin, node position, leaf area and cutting length. New Forests, 11:125-136. <https://doi.org/10.1007/bf00033408>.