



Kivi Odun Çeliklerinin Köklenmesi Üzerine IBA ve Putresin Uygulamalarının Etkisi

The Effect of IBA and Putrescine Treatments on Rooting of Kiwifruit Hardwood Cuttings

Orhan Karakaya¹, Emrah Güler², Gürkan Purlu³, Ömer Beyhan⁴,
Mehmet Fikret Balta⁵, Umut Ateş⁶

Geliş Tarihi (Received): 07.02.2025

Kabul Tarihi (Accepted): 17.03.2025

Yayın Tarihi (Published): 22.04.2025

Öz: Bu çalışma, Hayward kivi çeşidine ait odun çeliklerinin köklenmesi üzerine farklı indol bütirik asit (IBA) ve putresin (Put) dozları ve onların kombine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Uygulamalara bağlı olarak, canlı çelik oranı %70.1 (2000 ppm IBA) ile %93.3 (2000 ppm IBA+800 ppm Put), köklenme oranı %33.3 (2000 ppm IBA) ile %76.8 (4000 ppm IBA), kalluslanma oranı tüm uygulamalarda %100 olarak tespit edilmiştir. Kök sayısı 1.4 (Kontrol) ile 4.7 (2000 ppm IBA ve 4000 ppm IBA), kök uzunluğu 17.9 mm (2000 ppm IBA) ile 35.5 mm (4000 ppm IBA+800 ppm Put), kök çapı 0.83 mm (4000 ppm IBA+800 ppm Put) ile 1.03 mm (Kontrol) ve köklenme düzeyi 1.0 (Kontrol) ile 2.4 (4000 ppm IBA+800 ppm Put) arasında belirlenmiştir. Sürgün sayısı ve yaprak sayısı bakımından uygulamalar arasındaki önemli farklılıklar bulunmamıştır. Çalışma sonucunda, 4000 ppm IBA uygulamasının kivi odun çeliklerinde köklenme üzerine önemli bir etkisi belirlenmiştir. Bunun yanında Put uygulaması ise köklenme özelliklerini, özellikle kök uzunluğu ve köklenme kalitesini önemli düzeyde teşvik etmiştir.

Anahtar kelimeler: Kivi, Köklenme, Kalluslanma, Kök Uzunluğu, Köklenme Düzeyi

&

Abstract: This study was carried out to determine the effects of different indole butyric acid (IBA) and putrescine (Put) doses and their combined effects on rooting of hardwood cuttings of Hayward kiwifruit cultivar. Depending on the treatments, live cutting ratio was 70.1% (2000 ppm IBA) and 93.3% (2000 ppm IBA+800 ppm Put), rooting ratio was 33.3% (2000 ppm IBA) and 76.8% (4000 ppm IBA), callus ratio was 100% in all treatments. Root number was determined between 1.4 (Control) and 4.7 (2000 ppm IBA and 4000 ppm IBA), root length was determined between 17.9 mm (2000 ppm IBA) and 35.5 mm (4000 ppm IBA+800 ppm Put), root diameter was determined between 0.83 mm (4000 ppm IBA+800 ppm Put) and 1.03 mm (Control) and rooting level was determined between 1.0 (Control) and 2.4 (4000 ppm IBA+800 ppm Put). No significant differences were found among the treatments in terms of shoot number and leaf number. As a result of the study, it was determined that 4000 ppm IBA treatment had a significant effect on rooting in kiwifruit hardwood cuttings. In addition, Put treatment promoted rooting characteristics, especially root length and rooting quality, at a significant level.

Keywords: Kiwifruit, Rooting, Callusing, Root Length, Rooting Level

Atıf/Cite as: Karakaya, O., Güler E., Purlu G., Beyhan Ö., Balta M. F., & Ateş, U. (2025). Kivi Odun Çeliklerinin Köklenmesi Üzerine IBA ve Putresin Uygulamalarının Etkisi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 11(1), 12-20, doi: 10.24180/ijaws.1635594

İntihal-Plagiarism/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹Doç. Dr. Orhan Karakaya, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, orhankarakaya7@gmail.com (Sorumlu Yazar/Corresponding author)

² Doç. Dr. Emrah Güler, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, emrahguler6@gmail.com

³ Araş. Gör. Gürkan Purlu, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, gurkanpurlu@subu.edu.tr

⁴ Prof. Dr. Ömer Beyhan, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, obeyhan@subu.edu.tr

⁵ Prof. Dr. Mehmet Fikret Balta, Ordu Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, fikret_balta@hotmail.com

⁶ Dr. Öğr. Üyesi Umut Ateş, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, umutates@subu.edu.tr

GİRİŞ

Kivi, Actinidiaceae familyasına ait olup, böceklerle tozlanan dioik bir meyve türüdür. Bitkisi güçlü, odunsu, tırmanıcı özelliktedir ve destek sistemleri kullanılarak yetiştirilir. Anavatanı Yeni Zelanda olup, dünyanın birçok yerinde ticari olarak yetiştirilir (Debersaques ve Mekers, 2010). Dünya kivi üretiminde Çin 2.380.304 ton üretimle ilk sırada yer almaktadır. Onu 603.522 ton ile Yeni Zelanda, 523.120 ton ile İtalya, 320.270 ton ile Yunanistan, 294.571 ton ile İran, 114.533 ton ile Şili ve 100.772 ton ile Türkiye takip etmektedir (FAO, 2024).

Kivi, Türkiye'ye son 30-35 yılda girmiş ve yoğun bir ilgi görmüştür. Türkiye'de kivi ekonomik anlamda Karadeniz, Marmara, Akdeniz ve Ege bölgelerinde yetiştirilir. Üretim miktarı bakımından Marmara bölgesi ilk sırada yer almakta olup, bunu Karadeniz ve Akdeniz bölgeleri takip etmektedir (İslam vd., 2022). Bu bölgelerde Yalova, Bursa, Mersin, Samsun, Ordu, Rize ve Sakarya illeri kivi üretimi bakımından ön plana çıkmaktadır. Son 10 yıla ait veriler incelendiğinde, Türkiye kivi üretim alanlarının (4.198 ha) 1.94 ve buna paralel olarak üretim miktarının ise 2.83 kat arttığı görülmektedir (TÜİK, 2024). Bu durum üreticilerin kivi yetiştiriciliğini tercih ettiklerini açıkça ortaya koymakta olup, yeni tesis edilen bahçelerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Kivi üretimine olan yoğun ilgi bu türde fidan talebinin artmasına neden olmuştur (Zenginbal ve Özcan, 2014).

Kivi generatif ve vejetatif yöntemlerle çoğaltılabilmektedir. Generatif çoğaltma daha çok anaç üretimi ve ıslah çalışmalarında kullanılır. Bu yöntemle elde edilen bireylerin %80'i erkek, %20'si dişi olmakta ve cinsiyetleri çiçeklenme dönemine kadar bilinmemektedir (Zenginbal ve Özcan, 2003; Ali vd., 2017). Kivide fidan üretimi amacıyla yaygın olarak aşı, çelik ve doku kültürü yöntemleri tercih edilir. Bu yöntemlerden özellikle çelikle çoğaltma basit, ucuz ve pratiktir. Kivi yeşil yarı-odun ve odun çelikleriyle çoğaltılabilir. Ancak, erken dönemde alınan yeşil ve yarı odun çeliklerin yeteri miktarda depo maddesi içermemesi, olumsuz iklim koşullarına ve mantari hastalıklara karşı dayanımlarının az olması nedeniyle (Samancı, 1990), çoğaltmada çoğunlukla odun çelikleri tercih edilir (Zenginbal ve Özcan, 2013; Karabulut, 2017).

Çeliklerde kök oluşumu üzerine çeşit, genotip, bitki büyüme düzenleyiciler, çelik tipi, çelik alma zamanı, çelik yaşı, köklendirme ortamı ve bunların yanında sıcaklık, ışık, nem gibi birçok faktör etki etmektedir (Cristofori vd., 2010; Zenginbal ve Özcan, 2013; Balta vd., 2023a). Bu faktörler arasında, bitki büyüme düzenleyiciler çeliklerde köklenmeyi artırmak amacıyla birçok meyve türünde yaygın olarak kullanılır (Zenginbal vd., 2006a, 2006b; Balta vd., 2019). Özellikle zor köklenen türlerde, bitki büyüme düzenleyicileri çeliklerde kök oluşumunu hızlandırmakta, kök sayısı ve kalitesini artırarak daha homojen bir köklenme sağlamaktadır. Bu anlamda, birçok meyve türünde oksin grubu bitki büyüme düzenleyicilerinden IBA (indol bütirik asit), IAA (indol asetik asit) ve NAA (naftalen asetik asit) yaygın olarak kullanılır (Zenginbal ve Özcan, 2014; Çelik vd., 2015; Balta vd., 2023b). IBA, oksini yıkan enzimler tarafından daha yavaş parçalanmakta ve bunun sonucunda çeliklerde kök oluşumunu teşvik etmektedir. IBA, kök apikal meristem boyutunun düzenlenmesi, yan kök gelişimi ve adventif köklerin oluşumu dâhil olmak üzere kök gelişiminin farklı süreçleri üzerine olumlu bir etkiye sahiptir (Frick ve Strader, 2018).

Son yıllarda poliaminler (putresin, spermidin, spermin), gümüş nitrat ve 1-MCP (1-metilsiklopropan) gibi maddeler de çelikle çoğaltma çalışmalarında kullanılmaktadır (Contessa vd., 2011a, 2011b; Balta vd., 2023a). Poliaminler, hücrel farklılaşma ve gelişme ile primer, lateral ve adventif kök oluşumun uyarılması gibi çeşitli fizyolojik süreçler üzerine önemli rol oynar. Poliaminlerden putresin, IBA ile kombine olarak kullanıldığında erken köklenmeyi teşvik etmekte ve köklenme özellikleri üzerine önemli bir etki yapmaktadır (Lee vd., 2009; Sahari vd., 2022). Putresinin bu etkisi, farklı araştırmacılar tarafından fındık (Cristofori vd., 2010; Balta vd., 2023b), zeytin (Aslmoshtaghi vd., 2014) ve GF677 şeftali×badem anacında (Karimi ve Yadollahi, 2012) belirlenmiştir.

Kivide çelikle çoğaltma üzerine yapılan çalışmalarda köklenme üzerine IBA (Karabulut, 2017; Zenginbal ve Özcan, 2014), IAA (Çakalli vd., 2017), NAA (Kim vd., 2016), salisilik asit (Karabulut, 2017) ve bakteri (Eşitken vd., 2003) uygulamalarının etkisinin araştırıldığı görülmektedir. Buna karşılık köklenmeyi olumlu yönde etkilediği ve kök kalitesini iyileştirdiği birçok araştırmacı tarafından rapor edilen putresinin kivide çelikle çoğaltma üzerine etkisinin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada

Hayward kivi çeşidine ait odun çeliklerinin köklenme oranı ve köklenme özellikleri üzerine IBA ve putresin uygulamalarının etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırma, 2023-2024 yılları arasında Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Eğitimi Merkezi Uygulama ve Araştırma Alanında bulunan yüksek plastik tünel içerisinde yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak Hayward kivi çeşidine ait odun çelikleri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan kivi çelikleri Arifiye ilçesinde bulunan teknik ve kültürel uygulamaların düzenli olarak yapıldığı bir üretici bahçesinden temin edilmiştir.

Metot

Hayward kivi çeşidine ait odun çelikleri kış dinlenme periyodunda 18 Ocak 2024 tarihinde alınmış ve nemli bir beze sarılarak, hava almayacak şekilde streç filmle kaplanıp naylon poşet içerisinde dikim zamanına (26 Mart 2024) kadar +4°C'de buzdolabında 2.5 ay süreyle muhafaza edilmiştir. Çelik alınan bitkilerin hastalık ve zararlılardan arı olmasına dikkat edilmiştir. Çelikler, üzerinde 3 göz olacak şekilde 20-25 cm boyda, bazal kısmı gözün hemen altından düz, üst kısmı ise gözün hemen üstünden 45°'lik eğimle kesilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan çelikler mantari enfeksiyonlara karşı fungusitle dezenfekte edilmiştir.

Çalışmada Hayward çeşidine ait odun çeliklerinin köklenmesi üzerine IBA ve putresin uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla hazırlanan çeliklere kontrol, 2 farklı IBA dozu (2000 ppm ve 4000 ppm) ve IBA dozları ile kombine olarak 2 farklı putresin dozu (800 ppm ve 1600 ppm) uygulanmıştır. IBA ve putresin dozlarının seçiminde kivide ve farklı meyve türlerinde yapılan çelikle çoğaltma çalışmaları referans alınmıştır (Zenginbal vd., 2006a; Karimi ve Yadollahi, 2012; Balta vd., 2023a). Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 20 çelik olacak şekilde planlanmıştır. Bu kapsamda her bir uygulama için 60, toplamda ise 420 çelik kullanılmıştır. Hazırlanan çelikler 7 gruba ayrılmış, birinci grup çeliklere herhangi bir uygulama yapılmamış ve diğer gruplara aşağıdaki (Çizelge 1) uygulamalar yapılmıştır.

Çizelge 1. Kivi odun çeliklerine uygulanan IBA ve putresin dozları.

Table 1. IBA and putrescine doses treated kiwifruit hardwood cuttings.

Kod	Uygulama	Açıklama
U-1	Kontrol	Herhangi bir uygulama yapılmamıştır.
U-2	2000 ppm IBA	5 sn süre ile 2000 ppm IBA çözeltisine daldırılmıştır.
U-3	4000 ppm IBA	5 sn süre ile 4000 ppm IBA çözeltisine daldırılmıştır.
U-4	2000 ppm IBA+800 ppm putresin	20 dk süreyle 800 ppm putresin çözeltisine ve ardından 5 sn süre ile 2000 ppm IBA çözeltisine daldırılmıştır.
U-5	2000 ppm IBA+1600 ppm putresin	20 dk süreyle 1600 ppm putresin çözeltisine ve ardından 5 sn süre ile 2000 ppm IBA çözeltisine daldırılmıştır.
U-6	4000 ppm IBA+800 ppm putresin	20 dk süreyle 800 ppm putresin çözeltisine ve ardından 5 sn süre ile 4000 ppm IBA çözeltisine daldırılmıştır.
U-7	4000 ppm IBA+1600 ppm putresin	20 dk süreyle 1600 ppm putresin çözeltisine ve ardından 5 sn süre ile 4000 ppm IBA çözeltisine daldırılmıştır.

Çelikler, içerisi iri tarım perliti ile dolu alttan ısıtmalı köklendirme tavalara sıra arası ve sıra üzeri 10×10 cm mesafelerde, 2/3'lük kısmı köklendirme ortamında olacak şekilde dikilmiştir. Köklendirme ortamında gerekli nemin sağlanması için mistleme ünitesi kullanılmış ve 4 saatte bir 2 dk. mistleme yapılmıştır. Köklendirme ortamı sıcaklığı 21°C±1.0 ve sera içi oransal nemi ise %70-90 olarak ayarlanmıştır. Çelikler dikimden 100 gün sonra köklendirme ortamından sökülmüş ve aşağıdaki özellikler incelenmiştir.

İncelenen Özellikler

Canlı Çelik Oranı (%): Her bir uygulamadaki ölü çeliklerin sayısının canlı çeliklerin sayısına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Zenginbal ve Özcan, 2013; Zenginbal ve Özcan, 2014).

Kalluslanma Oranı (%): Kallus oluşumunun meydana geldiği çelikler gözlem yoluyla belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir (Zenginbal ve Özcan, 2013; Zenginbal ve Özcan, 2014).

Köklenme Oranı (%): Kök oluşumunun gerçekleştiği çeliklerin sayısının toplam çelik sayısına oranlanması ile belirlenmiştir (Zenginbal ve Özcan, 2013; Zenginbal ve Özcan, 2014).

Kök Sayısı (adet çelik⁻¹): Köklenen çeliklerin bazal kısmındaki ana kökler dikkate alınarak tespit edilmiştir (Zenginbal ve Özcan, 2013; Zenginbal ve Özcan, 2014).

Kök Uzunluğu (mm): Her bir köklenen çelikteki ana köklerin uzunluğu 0.01 mm'ye duyarlı dijital kumpas (Mitutoyo, Japonya) yardımıyla ölçülmüştür (Zenginbal ve Özcan, 2013; Zenginbal ve Özcan, 2014).

Kök Çapı (mm): Her bir köklenen çelikteki ana köklerin çapı kökün orta noktasından 0.01 mm'ye duyarlı dijital kumpas (Mitutoyo, Japonya) yardımıyla ölçülmüştür (Zenginbal ve Özcan, 2013; Zenginbal ve Özcan, 2014).

Köklenme Düzeyi: Kök oluşumunun gerçekleştiği çeliklerde 1-4 (1-zayıf, 2-orta, 3-iyi, 4-çok iyi) skalasına göre belirlenmiştir.

Sürgün Sayısı (adet çelik⁻¹): Her bir uygulamadaki çeliklerde oluşan sürgünler sayılmış ve ortalaması alınmıştır (Balta vd., 2013a).

Yaprak Sayısı (adet çelik⁻¹): Her bir uygulamadaki çeliklerde oluşan yapraklar sayılmış ve ortalaması alınmıştır (Karabulut, 2017).

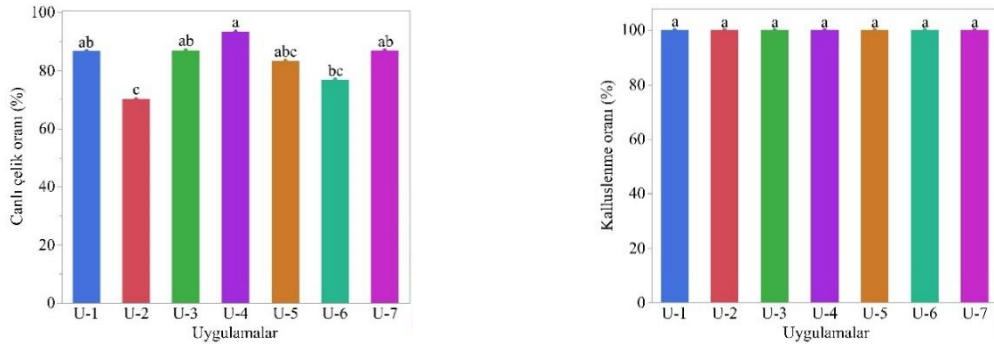
İstatistiki Analizler

Veriler, JMP 16.0 (deneme sürümü) istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Tukey çoklu karşılaştırma yöntemine göre belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Canlı Çelik Oranı (%)

Uygulamaların canlı çelik oranı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). En yüksek canlı çelik oranı U-4 (%93.3) uygulamasında, en düşük ise U-2 (%70.1) uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. IBA ve putresin uygulanan 'Hayward' kivi odun çeliklerinde canlı çelik ve kalluslanma oranları.

Figure 1. Survived cuttings ratio and callusing ratio of Hayward kiwifruit hardwood cuttings treated IBA and putrescine.

(U-1: Kontrol; U-2: 2000 ppm IBA; U-3: 4000 ppm IBA; U-4: 2000 ppm IBA+800 ppm putresin; U-5: 2000 ppm IBA+1600 ppm putresin; U-6: 4000 ppm IBA+800 ppm putresin; U-7: 4000 ppm IBA+1600 ppm putresin)

Hayward kivi çeşidine ait odun çeliklerinin köklenmesi üzerine yapılan çalışmalarda canlı çelik oranı %62.7-93.33 arasında belirlenmiştir (Zenginbal vd., 2006b; Zenginbal ve Özcan, 2013; Ali vd., 2017). Birçok araştırmacı kivi odun çeliklerinde kontrole kıyasla IBA uygulamasının canlı çelik oranını arttırdığını bildirmiştir (Cangi vd., 2001; Zenginbal vd., 2006b; Ali vd., 2017). Aksine, Zenginbal ve Özcan (2013) kivi

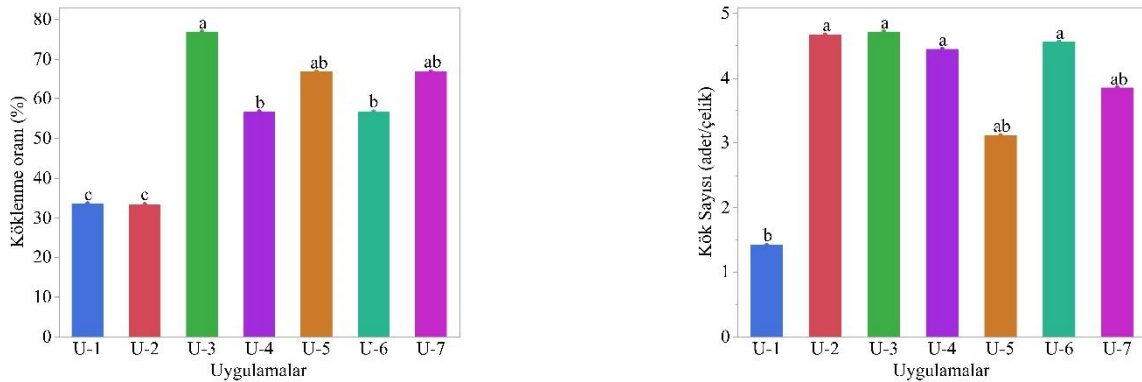
odun çeliklerinde en yüksek canlı çelik oranını kontrol grubu çeliklerde rapor etmiştir. Bunun yanında, bazı araştırmacılar fındık çeliklerinde putresin uygulamasının canlı çelik oranını azalttığını (Contessa vd., 2011a; Balta vd., 2023a), Balta vd. (2023b) ise artırdığını bildirmiştir. Mevcut çalışmada da kontrole kıyasla en yüksek canlı çelik oranı 2000 ppm IBA+800 ppm putresin uygulamasında belirlenmiştir. Canlı çelik oranı bakımından görülen bazı farklılıklar ortam neminden ve çeliklerdeki doğal oksin içeriğinden kaynaklı olabilir (Baul vd., 2010).

Kalluslanma Oranı (%)

Kalluslanma oranı üzerine IBA ve putresin uygulamalarının etkisi önemsiz bulunmuştur ($p < 0.05$). Kalluslanma oranı tüm uygulamalarda %100 olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Kivi odun çeliklerinde kalluslanma oranı %85.0-96.6 arasında belirlenmiş ve IBA dozu arttıkça kalluslanma oranının artış gösterdiği tespit edilmiştir (Ali vd., 2017). Bunun yanında IBA ve putresin uygulamalarının farklı meyve türlerine ait çeliklerde kalluslanma oranını arttırdığı rapor edilmiştir (Cristofori vd., 2010; Khaleghi ve Alivapour, 2024).

Köklenme Oranı (%)

Köklenme oranı üzerine çeşit, genotip, çelik alma zamanı, çelik tipi, çelik yaşı, bitki büyüme düzenleyicileri, sıcaklık, nem, ışık, köklendirme ortamı gibi birçok faktör etki etmektedir (Cristofori vd., 2010; Zenginbal ve Özcan 2014; Balta vd., 2023a). Uygulamalara bağlı olarak köklenme oranı önemli ölçüde farklılık göstermiştir ($p < 0.05$). En yüksek köklenme oranı U-3 (%76.8) uygulamasında belirlenirken, en düşük U-1 (%33.3) uygulamasında tespit edilmiştir. En yüksek köklenme oranına sahip U-3 uygulamasını U-5 (%66.8) ve U-7 (%66.8) uygulamaları izlemiştir (Şekil 2). İlgili araştırmalarda kivi odun çeliklerinde köklenme oranı %22.7-74.7 arasında rapor edilmiştir (Zenginbal vd., 2006b; Zenginbal ve Özcan, 2013; Ali vd., 2017). Farklı araştırmacılar kivi odun çeliklerinde IBA dozu arttıkça köklenme oranının arttığını ve en yüksek köklenme oranının 4000 ve 6000 ppm IBA dozlarında olduğunu bildirmişlerdir (Cangi vd., 2001; Zenginbal vd., 2006b). Bunun yanında IBA+putresin kombinasyonun fındık çeliklerinde köklenme oranını arttırdığı rapor edilmiştir. Benzer sonuçlar GF677 şeftali×badem anacı ve zeytin çeliklerinde de bildirilmiştir (Karimi ve Yadollahi, 2012; Khaleghi ve Alavipour, 2024). IBA'nın, oksini yıkan enzimler tarafından daha yavaş parçalandığı ve bunun sonucunda çeliklerde kök oluşumu teşvik ettiği rapor edilmiştir (Frick ve Strader, 2018). Poliaminlerin ise hücre bölünmesini, bunun yanında çeliklerde primer, lateral ve adventif kök oluşumunu arttırdığı bildirilmiştir (Liu vd., 2006; Lee vd., 2009). Genel olarak değerlendirildiğinde, mevcut çalışmada köklenme oranı IBA ve putresin uygulamalarıyla artmış ve bu özellik bakımından elde edilen sonuçlar araştırmacıların bulgularıyla uyumlu bulunmuştur.



Şekil 2. IBA ve putresin uygulanan 'Hayward' kivi odun çeliklerinde köklenme oranı ve kök sayısı.

Figure 2. Rooting ratio and number of roots in Hayward kiwifruit hardwood cuttings treated IBA and putresine.

(U-1: Kontrol; U-2: 2000 ppm IBA; U-3: 4000 ppm IBA; U-4: 2000 ppm IBA+800 ppm putresin; U-5: 2000 ppm IBA+1600 ppm putresin; U-6: 4000 ppm IBA+800 ppm putresin; U-7: 4000 ppm IBA+1600 ppm putresin)

Kök Sayısı (adet çelik⁻¹)

Kök sayısı üzerine IBA ve putresin uygulamalarının etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). En yüksek kök sayısı U-2 ve U-3 (her iki uygulamada da 4.7 adet) uygulamalarında belirlenmiştir. En düşük ise U-1 (1.4)

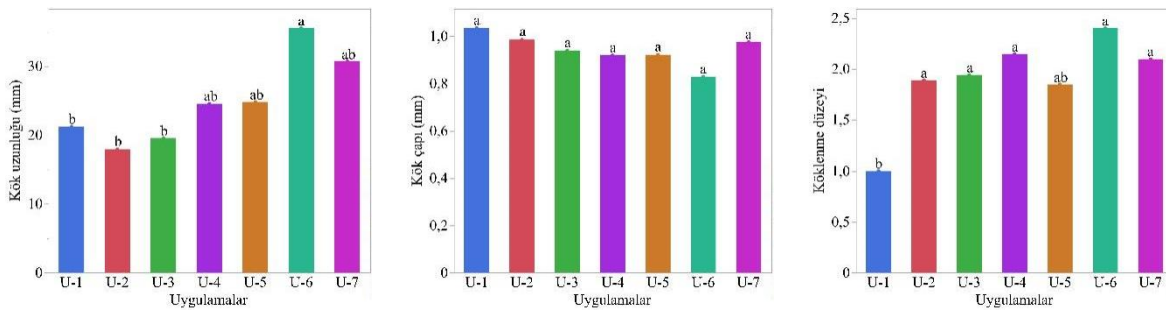
uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 2). Farklı araştırmacılar Hayward kivi odun çeliklerinde kök sayısını 3.09-14.10 arasında bildirilmiştir (Cangi vd., 2001; Zenginbal vd., 2006b; Ali vd., 2017). Kivi odun çeliklerinin kök sayısı üzerine IBA uygulamasının olumlu etki yaptığı ve en yüksek kök sayısının 4000 ve 6000 ppm IBA uygulamalarından elde edildiğini rapor etmişlerdir (Cangi vd., 2001; Zenginbal vd., 2006b). Bunun yanında putresin uygulamasının farklı meyve türlerine ait çeliklerde kök sayısını artırdığı bildirilmiştir (Cristofori vd., 2010; Karimi ve Yadollahi, 2012; Balta vd., 2023b; Khaleghi ve Alavipour, 2024). Benzer şekilde mevcut çalışmada da kontrol uygulamasına göre IBA ve putresin uygulamaları çeliklerde kök sayısını artırmıştır. Buna karşılık kök sayısı verileri araştırmacıların bulgularından düşük bulunmuştur. Kök sayısı bakımından görülen farklılıkların ana bitkinin yaşı, beslenme durumu ile çeliklerdeki depo maddesi birikimi ve doğal oksin içeriğinden kaynaklı olabilir (Zenginbal ve Özcan, 2013; Balta vd., 2023b).

Kök Uzunluğu ve Kök Çapı (mm)

Uygulamaların kök uzunluğu üzerine etkisi önemli iken, kök çapı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek kök uzunluğu U-6 (35.5 mm) uygulamasında belirlenirken, en düşük U-2 (17.9 mm) uygulamasında tespit edilmiştir. Uygulamalara bağlı olarak kök çapı 0.83 (U-6)-1.03 (U-1) mm arasında değişiklik göstermiştir (Şekil 3). Farklı araştırmacılar kivi odun çeliklerinde kök uzunluğunu 2.89-10.50 mm ve kök çapını ise 0.31-1.25 mm arasında belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda kontrole kıyasla IBA uygulamasının kök uzunluğu ve kök çapını artırdığını bildirmişlerdir. IBA dozu arttıkça kök uzunluğu ve kök çapının da artış gösterdiğini, ancak kök çapındaki artışın istatistiki olarak önemsiz olduğunu rapor etmişlerdir (Zenginbal ve Özcan, 2013; Ali vd., 2017). Bunun yanında farklı meyve türlerinde putresin uygulamasının kök uzunluğunu artırdığı bildirilmiştir (Karimi ve Yadollahi, 2012; Balta vd., 2023a). Kök çapı bakımından elde edilen bulgular araştırmacıların bulgularıyla uyumlu iken, kök uzunluğu bakımından elde edilen bulguların daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kontrole kıyasla IBA uygulamalarında daha düşük kök uzunluğu belirlenirken, IBA+putresin kombinasyonunun kök uzunluğunu önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Bu bakımdan putresin uygulaması kök uzunluğu üzerine olumlu sonuçlar vermiştir. Kök uzunluğu bakımından görülen bazı farklılıklar putresin uygulamasının kök oluşumu ve gelişimi üzerine olan olumlu etkisinden kaynaklı olabilir (Lee vd., 2009; Cristofori vd., 2010).

Köklenme Düzeyi

Köklenme düzeyi üzerine IBA ve putresin uygulamalarının etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Uygulamalara bağlı olarak köklenme düzeyi 1.0 (U-1) ile 2.4 (U-6) arasında belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. IBA ve putresin uygulanan 'Hayward' kivi odun çeliklerinde kök uzunluğu, kök çapı ve köklenme düzeyi.

Figure 3. Root length, root diameter, and rooting level in 'Hayward' kiwifruit hardwood cuttings treated IBA and putrescine.

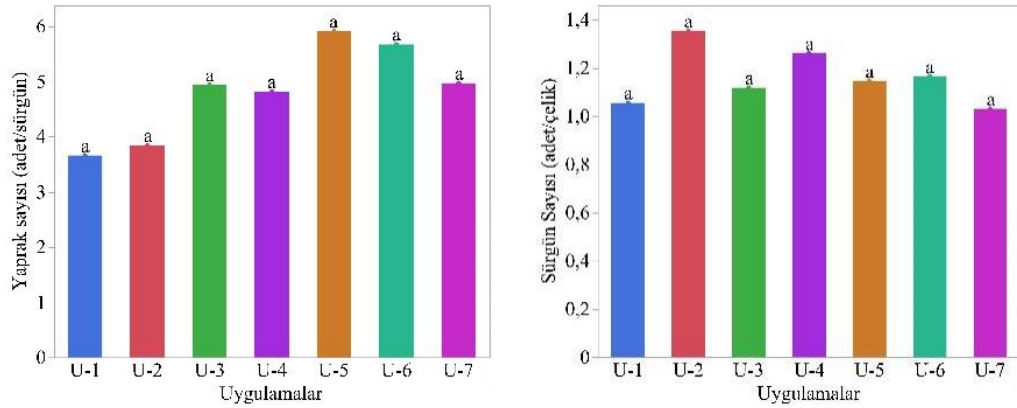
(U-1: Kontrol; U-2: 2000 ppm IBA; U-3: 4000 ppm IBA; U-4: 2000 ppm IBA+800 ppm putresin; U-5: 2000 ppm IBA+1600 ppm putresin; U-6: 4000 ppm IBA+800 ppm putresin; U-7: 4000 ppm IBA+1600 ppm putresin)

Kivi odun çelikleri üzerine yapılan farklı araştırmalarda köklenme düzeyi 1.1-3.4 (Zenginbal vd., 2006a), 1.5-3.5 (Zenginbal vd., 2006b) ve 0.0-3.77 (Zenginbal ve Özcan, 2013) arasında bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda IBA uygulamasının köklenme düzeyini artırdığı ve en yüksek köklenme düzeyinin 4000 ve 6000 ppm IBA uygulamalarından elde edildiği belirtilmiştir. Fındık çeliklerinin köklenmesi üzerine putresin uygulamalarının etkisinin incelendiği çalışmalarda kontrole kıyasla putresin uygulamasının köklenme düzeyini artırdığı rapor edilmiştir (Balta vd., 2023a, 2023b). Mevcut çalışmada da köklenme

düzeyi kontrole kıyasla IBA ve putresin uygulanmış çeliklerde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca köklenme düzeyi verileri araştırmacılar tarafından rapor edilen değerler arasında yer almıştır.

Sürgün ve Yaprak Sayısı (adet/çelik⁻¹)

Sürgün ve yaprak sayısı üzerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur ($p < 0.05$). Uygulamalara bağlı olarak sürgün sayısı 1.0 (U-7)-1.4 (U-2) arasında belirlenmiştir. Yaprak sayısı ise 3.7 (U-1) ile 5.9 (U-5) arasında değişmiştir (Şekil 4). Kivi çeliklerinde sürgün sayısı üzerine IBA ve putresin uygulamaların etkisinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bunun yanında kivi odun çeliklerinin yaprak sayısı üzerine IBA uygulamalarının önemli bir etkisinin olmadığı ve yaprak sayısının en düşük kontrole (7.47), en yüksek ise 4000 ppm IBA (8.17) uygulamasında olduğu bildirilmiştir (Karabulut, 2017). Farklı bir araştırmada IBA ve putresin uygulamalarının Foşa fındık çeşidine ait çeliklerde sürgün ve yaprak sayısını artırdığı tespit edilmiştir (Balta vd., 2023b). Aksine, Balta vd. (2023a) IBA ve putresin uygulanan Tombul fındık çeşidine ait çeliklerde kontrole göre daha düşük sürgün ve yaprak sayısı bildirmişlerdir. Yaprak sayısı bakımından elde edilen bulgular Karabulut (2017)'un bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Sürgün sayısı bakımından elde edilen sonuçlar ise Balta vd. (2023b)'nın bulgularıyla uyumlu bulunmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde sürgün ve yaprak sayısı üzerine uygulamaların etkisi önemsiz olsa bile, IBA ve putresin uygulamalarının bu özellikler üzerine olumlu bir etkisinin olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. IBA ve putresin uygulanan 'Hayward' kivi odun çeliklerinde sürgün sayısı ve yaprak sayısı.

Figure 4. Number of shoots and leaf in 'Hayward' kiwi hardwood cuttings treated IBA and putresine.

(U-1: Kontrol; U-2: 2000 ppm IBA; U-3: 4000 ppm IBA; U-4: 2000 ppm IBA+800 ppm putresin; U-5: 2000 ppm IBA+1600 ppm putresin; U-6: 4000 ppm IBA+800 ppm putresin; U-7: 4000 ppm IBA+1600 ppm putresin)

SONUÇ

Hayward kivi çeşidine ait odun çeliklerinin köklenmesi üzerine farklı IBA ve putresin dozları ve onların kombinasyonlarının etkisinin araştırıldığı çalışmada, incelenen birçok özellik üzerine uygulamaların önemli etkileri belirlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak, köklenme oranı ve kök sayısı bakımından en iyi sonuçlar 4000 ppm IBA uygulamasından elde edilmiştir. IBA ve putresin dozlarının artışına bağlı olarak köklenme oranı da artış göstermiştir. Özellikle 2000 ppm IBA uygulamasına göre, bu dozun putresin dozlarıyla (800 ve 1600 ppm) kombine edilmiş olanlarında köklenme oranı sırasıyla %58 ve %100 artmıştır. Buna karşılık, 4000 ppm IBA uygulamasında ise tersi bir durum belirlenmiştir. Kök uzunluğu ve köklenme kalitesi üzerine 4000 ppm IBA+800 ppm putresin kombinasyonu kayda değer sonuçlar vermiştir. Diğer uygulamalar ile kıyaslandığında bu özellikler üzerine putresin uygulamasının önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür. Nitekim 2000 ve 4000 ppm IBA uygulamalarına göre, bu dozların putresin dozlarıyla (800 ve 1600 ppm) kombine edilmiş olanlarında daha yüksek kök uzunluğu ve köklenme kalitesi tespit edilmiştir. Sonuç olarak, 4000 ppm IBA uygulamasının kivi odun çeliklerinde köklenme oranını artırdığı, putresinin ise IBA ile birlikte kombine olarak kullanıldığında köklenme özelliklerini (özellikle kök uzunluğu ve köklenme kalitesi) teşvik ettiği belirlenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

YAZAR KATKISI

Yazarlar makaleye eşit katkı sağlamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 127-2023 nolu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ali, M. T., Iqbal, U., Mushtaq, R., Parray, E. A., Ibrahim, A., Mohiuddin, J. S., Kundoo, A. A., Shah, I. S. & Wani, M. A. (2017). Effect of plant growth regulators on rooting of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) cuttings. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6), 514-516.
- Aslmoshtaghi, E., Shahsavar, A. R., & Taslimpour, M. R. (2014). Effects of IBA and Putrescine on root formation of olive cuttings. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 79(3), 191-194.
- Balta, M. F., Avcı, H. İ., Karakaya, O., & Kaya, T. (2023b). The Effect of Collection Time and Plant Growth Regulators on Rooting Ability of Tombul Hazelnut Cultivar. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 6(2), 60-66. <https://doi.org/10.55257/ethabd.1363138>
- Balta, M. F., Erol, İ. U., Özrenk, K., Karakaya, O., & Uzun, S. (2019). Kızılcık (*Cornus mas* L.) Genotiplerinin Yeşil Çelik ile Çoğaltılması Üzerine Araştırmalar. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 136-141. <https://doi.org/10.19159/tutad.442319>
- Balta, M. F., Sayar, B., Karakaya, O., Kaya, T., & Kırkaya, H. (2023a). The effect of collection time, IBA and putrescine treatments on the rooting potential of Foşa hazelnut cultivar. *Akademik Ziraat Dergisi*, 12, 43-52. <https://doi.org/10.29278/azd.1322853>
- Baul, T. K., Mezbahuddin, M., Hossain, M. M., & Mohiuddin, M. (2010). Vegetative propagation of *Holarrhena pubescens*, a wild tropical medicinal plant: effect of indole-3-butyric acid (IBA) on stem cuttings. *Forestry Studies in China*, 12(4), 228-235. <https://doi.org/10.1007/s11632-010-0409-3>
- Cangi, R., Bostan, S. Z., & Yılmaz, M. (2001). The effects of different treatments on the rooting of hardwood cuttings of "Hayward" Kiwi cultivar. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16, 35-37. <https://doi.org/10.5555/20013075706>
- Contessa, C., Valentini, N., & Botta, R. (2011b). Decreasing the concentration of IBA or combination with ethylene inhibitors improve bud retention in semi-hardwood cuttings of hazelnut cultivar 'Tonda Gentile delle Langhe'. *Scientia Horticulturae*, 131, 103-106. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.09.029>
- Contessa, C., Valentini, N., Caviglione, M., & Botta, R. (2011a). Propagation of *Corylus avellana* L. by means of semi-hardwood cutting: rooting and bud retention in four Italian cultivars. *European Journal of Horticultural Science*, 76(5), 170.
- Cristofori, V., Rouphael, Y., & Rugini, E. (2010). Collection time, cutting age, IBA and putrescine effects on root formation in *Corylus avellana* L. cuttings. *Scientia Horticulturae*, 124(2), 189-194. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.12.034>
- Çakalli, A., Ismaili, H., Kullaj, E., Shishmani, E., & Bode, D. (2017). Evaluating the multiplication of kiwi (*A. deliciosa*) with the cuttings treated by some rooting hormones. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(3), 2128-2133. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.603.243>
- Çelik, H., İslam, A., & Kalkışım, Ö. (2015). Effect of cutting time and IBA application on rooting of edible cherry laurel (*Prunus laurocerasus* cv. 'Kiraz') cuttings. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3), 215-220. <https://doi.org/10.7161/anajas.2015.30.3.215-220>
- Debersaques, F., & Mekers, O. (2010). Growth and production of kiwifruit and kiwiberry. *Soils, Plant Growth and Crop Production*, 2, 1-8.
- Eşitken, A., Ercişli, S., Şevik, İ., & Şahin, F. (2003). Effect of indole-3-butyric acid and different strains of *Agrobacterium rubi* on adventive root formation from softwood and semi-hardwood wild sour cherry cuttings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27(1), 37-42.
- FAO (2024). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> [Erişim tarihi: 18.12.2024].
- Frick, E. M., & Strader, L. C. (2018). Roles for IBA-derived auxin in plant development. *Journal of Experimental Botany*, 69(2), 169-177. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx298>
- İslam, A., Karakaya, O., Karagöl, S., & Atak, A. (2022). Phenological and fruit characteristics of kiwifruit cultivars grown in Ordu region (Turkey). *Acta Horticulturae*, 1332, 433-438. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1332.57>
- Karabulut, C. (2017). *Kivide (Actinidia deliciosa A. Chev.) odun çeliklerinin köklenmesi üzerine farklı uygulamaların ve sıcaklık derecelerinin etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

- Karimi, S., & Yadollahi, A. (2012). Using putrescine to increase the rooting ability of hardwood cuttings of the peach× almond hybrid GF677. *Journal of Agrobiolology*, 29(2), 63–69. <https://doi.org/10.2478/v10146-012-0010-6>.
- Khaleghi, E., & Alivapour, S. (2024). The effect of IBA and putrescine on rhizogenesis and biochemical changes in cuttings of *Olea europaea* L. cv. 'Konservalia'. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 89(2), 113-126.
- Kim, J. H., Park, Y., Kim, C. W., Kim, S. H., & Lee, D. H. (2016). Effects of growth regulators on cutting of new cultivar hardy kiwi as honey plant. *Korean Journal of Apiculture*, 31(1), 79-84.
- Lee, O. H., Lee, B. Y., Lee, J., Lee, H. B., Son, J. Y., Park, C. S., Shetty, K. & Kim, Y. C. (2009). Assessment of phenolics-enriched extract and fractions of olive leaves and their antioxidant activities. *Bioresource Technology*, 100(23), 6107-6113. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.06.059>
- Liu, J. H., Nada, K., Honda, C., Kitashiba, H., Wen, X. P., Pang, X. M., & Moriguchi, T. (2006). Polyamine biosynthesis of apple callus under salt stress: importance of the arginine decarboxylase pathway in stress response. *Journal of Experimental Botany*, 57(11), 2589-2599. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl018>
- Sahari Moghaddam, A., Kaviani, B., Mohammadi Torkashvand, A., Abdossi, V., & Eslami, A. R. (2022). Effect of Putrescine on Rooting of Yew Cuttings, an Ornamental Shrub in Danger of Extinction. *Journal Of Horticultural Science*, 38(1), 41-50. <https://doi.org/10.22067/jhs.2022.75269.1141>
- Samancı, H. (1990). *Kivi (Actinidia) yetiştiriciliği*. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayınları.
- TÜİK, (2024). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> [Erişim tarihi: 09.12.2024].
- Zenginbal, H., & Özcan, M. (2003, 23-25 Ekim). Kivilerin aşılı çoğaltma teknikleri. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Türkiye.
- Zenginbal, H., & Özcan, M. (2013). Hayward ve Matua kivi çeşitlerinin odun çelikleriyle çoğaltılmasında farklı uygulamaların etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(3), 115-125. <https://doi.org/10.7161/anajas.2013.28.3.115>
- Zenginbal, H., & Özcan, M. (2014). Kivide çelik alma zamanı, çelikteki göz sayısı ve IBA uygulamalarının çeliklerin köklenmesi üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(1), 1-11. <https://doi.org/10.7161/anajas.2014.29.1.1>
- Zenginbal, H., Özcan, M., & Haznedar, A. (2006a). Kivi (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.) odun çeliklerinin köklenmesi üzerine IBA uygulamalarının etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(1), 40-43. <https://doi.org/10.7161/anajas.2006.21.1.40-43>
- Zenginbal, H., Özcan, M., & Haznedar, A. (2006b). Hayward kivi çeşidinde farklı koşullarda muhafaza edilen odun çeliklerin köklenmesi üzerine IBA'nın etkisinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(1), 20-26. <https://doi.org/10.7161/anajas.2006.21.1.20-26>