

## Şebinkarahisar'da Yetiştirilen Karadut Odun Çeliklerinin Köklenmesi Üzerine Farklı Oksin Çeşitlerinin Etkisi

Mustafa CÜCE<sup>1</sup> 

### Öz

Bu çalışmada Şebinkarahisar'da yetiştirilen karadut (*Morus nigra* L.) odun çeliklerinin köklenmesi üzerine üç farklı oksin çeşidinin etkileri araştırılmıştır. Her bir çeliğe ayrı ayrı 0, 1000, 2000, 3000, 4000 ve 5000 mg L<sup>-1</sup> indol-3-bütirik asit (IBA), indol-3-asetik asit (IAA) ve  $\alpha$ -naftalen asetik asit (NAA) uygulamaları yapılmıştır. Genel olarak IBA uygulamaları diğer oksin uygulamalarına göre daha yüksek köklenme yüzdelerine ulaşmıştır. En yüksek köklenme %40,30 ile 4000 mg L<sup>-1</sup> IBA uygulamasında tespit edilmiştir. Çelik başına kök sayısı açısından en yüksek performansı 3,5 adet ile 3000 ve 5000 mg L<sup>-1</sup> IAA uygulamaları ile 2000 ve 4000 mg L<sup>-1</sup> NAA uygulamaları göstermiştir. Ortalama kök uzunluğu bakımından çelik başına 29,9 cm ile 5000 mg L<sup>-1</sup> IBA en yüksek değere ulaşmıştır. Çelik başına ortalama en yüksek ikincil kök sayısına 3000 ve 5000 mg L<sup>-1</sup> IAA uygulamaları ulaşırken (13,0 adet), 3000 mg L<sup>-1</sup> IBA uygulaması 6,98 mm ile en yüksek ortalama kök kalınlığına sahiptir. Elde edilen tüm bu veriler, IBA uygulamalarının Şebinkarahisar'da yetiştirilen karadut odun çeliklerinin köklenmesi üzerine genel olarak daha fazla olumlu etki yaptığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Morus nigra*, Kök uzunluğu, IBA, Odun çeliği

## Effect of Different Auxin Types on Rooting of Şebinkarahisar Black Mulberry Wood Cuttings

### Abstract

In this study, the effects of different concentrations of three auxins on the rooting of hardwood cuttings of the black mulberry (*Morus nigra* L.) growing in Şebinkarahisar were investigated. The concentrations of 0, 1000, 2000, 3000, 4000 and 5000 mg L<sup>-1</sup> indole-3-butyric acid (IBA), indole-3-acetic acid (IAA) and  $\alpha$ -naphthalene acetic acid (NAA) were individually applied to each cutting. In general, higher rooting rates were obtained in IBA treatments compared to other auxin applications. The highest rooting rate was calculated as 40.30% in 4000 mg L<sup>-1</sup> IBA treatments. Regarding the average number of roots per cutting, 3000 and 5000 mg L<sup>-1</sup> IAA with 2000 and 4000 mg L<sup>-1</sup> NAA applications showed the highest performance with 3.5 fold. In terms of average root length, 5000 mg L<sup>-1</sup> IBA reached the highest value with 29.9 cm per cutting. While 3000 and 5000 mg L<sup>-1</sup> IAA applications reached the highest average number of secondary roots per cutting (13.0 fold), 3000 mg L<sup>-1</sup> IBA application had the highest average root thickness with 6.98 mm. All these obtained data showed that IBA treatments generally had a more positive effect on the rooting of black mulberry hardwood cuttings growing in Şebinkarahisar.

**Keywords:** *Morus nigra*, Root length, IBA, hardwood cuttings

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Giresun, Türkiye, mustafa.cuce@giresun.edu.tr

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author

Geliş/Received: 15.12.2023

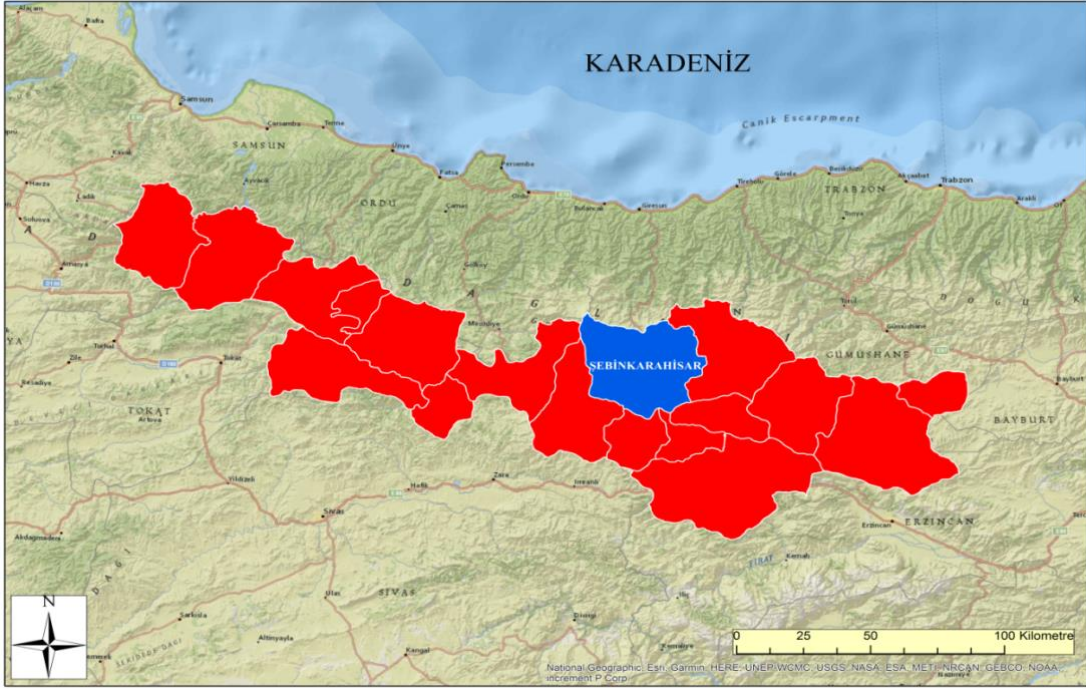
Kabul/Accepted: 14.03.2024

Yayın/Published: 15.03.2024

## 1. Giriş

Dut, Moreceae familyasında yer alan *Morus* cinsine mensup, oldukça yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip bu nedenle dünyanın ılıman ve subtropik iklim bölgelerinde sıklıkla yetişebilen bir meyve türüdür (Özgen, 2010). Köken olarak Hindistan ile Çin arasındaki bir bölgeden dünyaya dağıldığı tahmin edilen dutun sınıflandırması da oldukça karmaşıktır (Skrovankova ve ark., 2022). Güncel veriler *Morus* cinsinin tüm dünyada 24 tür, bir alt tür ve bilinen en az 100 çeşit ile temsil edildiğini bildirmektedir (Ercisli ve Orhan, 2007). *M. alba* (Beyaz dut), *M. nigra* (Karadut), *M. rubra* (Kırmızı dut) ve *M. indica* bu cinsin ana türleridir (Malisetty ve Jatoth, 2013). Geçmişte dut meyvesi Çin'de ipek böcekçiliği endüstrisinin bir yan ürünü olarak görülüyordu. Ancak günümüzde yüksek besin içeriğine sahip kaliteli meyvelere olan talebin artmasıyla birlikte dut meyvesi popüler bir meyve haline gelmiştir. Bunun yanı sıra çeşitli araştırmalar dut meyvelerinin içeriğinde yer alan fenolik asitler, flavanoller ve antosiyaninler sayesinde güçlü antioksidan, antiinflamuar, antidiyabetik, anti-obezite, antihiperlipidemi ve kanser önleyici özellikler gibi pek çok biyokimyasal aktiviteye sahip olduğunu ortaya koymuştur (Chen ve ark., 2005; Bae ve ark., 2007; Chen ve ark., 2012; Lim ve Choi, 2019). *M. nigra* bu türler arasında fitokimyasal bileşenler açısından en zengin türlerden biri olup (Wang ve ark., 2022), ana vatanının İran, Anadolu ve Kafkasya, Güney Batı Asya veya Orta Asya olduğunu bildiren kaynaklar mevcuttur (Wiersema ve ark., 1999; Aubaile, 2012; CABI, 2019). Ancak bu türün Anadolu ve İran'da yabani formunun olduğuna dair veri bulunmadığı için bu hipotez tam olarak ispatlanamamıştır (Browicz, 2001). Antik Yunan ve Roma kayıtlarında İpek Yolu ticaretinden önce İran ve Anadolu'da *M. nigra*'nın varlığı bilinmekle beraber İran'dan İngiltere'ye kadar olan dağılım süreci 500 yıl öncesine dayanmaktadır (Akin ve ark., 2016).

Türkiye'nin yıllık dut üretim kapasitesi Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2020 verilerine göre 70.620 ton olup (Anonim, 2020b). Giresun ili için ise bu oran 2010 verilerine göre yıllık ortalama 1,122 ton olarak bildirilmiştir (Anonim, 2010a). Kelkit Vadisi sınırları içerisinde yer alan Şebinkarahisar (Şekil 1) özellikle son 30 yılda *M. alba* kapama bahçelerinin kurulması ile bu tür açısından çok daha yüksek üretim potansiyeli olan önemli bir konumdadır (Anonim, 2022). *M. nigra*'da ise tüm Türkiye'de olduğu gibi ilçede kapama bahçelerin yer almaması ve üreticilerin bireysel olarak ürünlerini pazara sunmalarından dolayı üretim miktarları net olarak bilinmemektedir. İlçede yürütülen arazi çalışmalarında tam meyveye yatmış sağlıklı bir ağaçtan yıllık ortalama 200 kg civarı ürün alındığı ifade edilmektedir. Ancak mevsimsel değişiklikler, ağaç bakımı yetersizliği, Şebinkarahisar'da yetiştirilen karadut ağaçlarının tam verime yatma süresinin çok uzun olması gibi nedenlerden dolayı elde edilen verim oranının da oldukça düştüğü belirlenmiştir.



Şekil 1. Kelkit Vadisi ilçeleri haritası ve Şebinkarahisar

Harita, Türkiye mülki idare sınırları verileri (Anonim, 2021) kullanılarak ArcGIS-ArcMap 10.3 programında yapılmıştır (Anonim, 2021). İlçede meyveye yatmış karadut ağacı konusunda raporlanmış kesin bir veri olmamakla birlikte yapılan arazi gözlemleri ortalama 200 civarında meyve veren karadut ağacının olduğunu ve bu ağaçlarında %60'ının asırlık ağaç niteliğinde olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Şebinkarahisar Karadut Çeşidi, a) Asırlık ağaç, b) Gövde, c) Yaprak ve meyve

Şebinkarahisar'da yetiştirilen karadut çeşidi 2021 yılında Türk Patent ve Marka Kurumu'ndan aldığı Coğrafi İşaret Tescil Belgesi ile Şebinkarahisar Karadutu olarak tescillenmiştir. Şebinkarahisar ilçesi coğrafi konum olarak Karadeniz Bölgesi ile İç Anadolu Bölgesi arasında yer alması nedeni ile bir geçiş iklimine sahiptir. Bu özelliği ile başta Şebinkarahisar Ceviz Çeşidi'nin yanı sıra Şebinkarahisar Karadutu, beyaz dut, kızılılık ve diğer pek çok meyvenin üreticisi konumundadır (Cüce, 2019; Cüce, 2020). Bölgede yer alan karadut ağaçları genel olarak asırlık ağaç niteliğinde olup fidan üretimi çoğunlukla hava daldırma yöntemi ile yapılmaktadır. Meyvelerinden karadut pekmezi üretilen ve özellikle son yıllarda kan değerlerinin düzenlenmesi ve ağız içi yaraların iyileştirilmesi gibi tedavi süreçlerinde sıklıkla tercih edilmesi nedeni ile karadut pekmezi bölgede ciddi bir ekonomik gelir kaynağı olmaya başlamıştır. Bu durum karadut yetiştiriciliğine ilgiyi artırmıştır. Hava daldırma yöntemi ile fidan üretiminin arz talebi karşılayamaması nedeni ile çelikle üretim ve aşı ile üretim yöntemleri denenmeye başlanmıştır. Aşı ile üretim yönteminde beyaz dut anaçlarına karadut kalemleri aşılanmakta, ancak beyaz dut anaçlarının yavaş gelişmesi karadut kalemlerinin ise hızlı gelişip kalınlaşması nedeni ile ilerleyen dönemlerde aşı bölgelerinde kopmalar olduğu bilinmektedir. Tüm bu negatif etmenler daha önce ortaya konulan literatür verileri ile de karşılaştırıldığında Şebinkarahisar Karadut Çeşidi'nin fidan yetiştiriciliğinde 1930'larda keşfi gerçekleştirilen oksinlerin önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışma kapsamında da daha önce çelikle üretim çalışmalarında etkisi ortaya konulmayan üç farklı oksin çeşidinin Şebinkarahisar Karadut Çeşidi üzerine köklenme performansları ortaya çıkartılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Araştırma, Giresun Üniversitesi Şebinkarahisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Bölümü'nde yürütülmüştür. Araştırmada, Şebinkarahisar'da yetiştirilen karadut ait sürgünlerin orta kısmındaki 15-20 cm uzunluğunda ve en az 15 mm kalınlığındaki odun çelikler kullanılmıştır. Çelikler mevsimsel değişkenliklere de bağlı olarak 2023 yılı Nisan ayının ilk haftasında meyve verimi yüksek ağaçlardan temin edilmiştir. Dikim öncesinde her bir çeliğin dip kısmına kontrol dışında 10 sn boyunca hızlı daldırma yöntemi ile ayrı ayrı 1000, 2000, 3000, 4000 ve 5000 mg L<sup>-1</sup> konsantrasyonlarda IBA, IAA ve NAA uygulanmıştır. Çalışmada test edilen 1000, 2000, 3000, 4000 ve 5000 mg L<sup>-1</sup> konsantrasyonlu, 20 ml yoğun çözeltilerin hazırlanması için önce 10, 20, 30, 40 ve 50 mg IBA, IAA ve NAA ayrı ayrı tartılarak eriyebileceği miktarda 1 M NaOH eritilmiş ve sonra hacimleri 20 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. Alttan ısıtma sistemine sahip olmayan iklimlendirme odasında kök bölgesi sıcaklığı 22 ± 2 °C' de tutulmuştur. Çelikler %100 perlit içeren köklendirme ortamında yaklaşık 90 gün bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda uygulamaların köklenme performansını belirlemek için ortalama köklenme yüzdesi, kök sayısı (çelik/adet), kök uzunluğu (cm),

ikincil kök sayısı (en uzun kökten çıkan yan kökler, çelik/adet) ve kök kalınlığı (mm) parametreleri ölçülmüştür.

## 2.2. İstatistik Analizler

Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 16 çelik kullanılmıştır. İstatistiksel analizler Windows tabanlı, lisanslı bir paket program olan Statistic Package for Social Sciences (SPSS 21) sürümü kullanılarak yapılmıştır. Kök oluşumunda ortalamalar arasındaki farkların istatistiksel önemini belirlemek için tek yönlü varyans analizinden elde edilen Duncan'ın çoklu karşılaştırma testleri kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Elde ettiğimiz köklendirme sonuçları, Şebinkarahisar'da yetiştirilen Karadut'un daha etkili bir köklendirme işlemi için oksin uygulamasına ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir. Bu bağlamda Şebinkarahisar'da yetiştirilen Karadut'un odun çeliklerinin köklenme performansı üzerine denemeye tabi tutulan üç farklı oksin çeşidinin beş farklı konsantrasyonundan elde edilen veriler Çizelge 1'de detayları ile sunulmuştur. Köklenme yüzdesi açısından bakıldığında denemeye tabi tutulan üç farklı oksin çeşidi arasından IBA uygulamalarının IAA ve NAA daha etkili olduğu hesaplanmıştır. En yüksek köklenme yüzdesi %40,30 ile 4000 mg L<sup>-1</sup> IBA uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol grubundan elde edilen köklenme oranı ile karşılaştırıldığında bu oran %33,36 daha yüksektir ve aralarında önemli bir istatistiksel fark oluşmuştur (P < 0.05). Denemeye tabi tutulan IAA ve NAA konsantrasyonları arasında ise 5000 mg L<sup>-1</sup> IAA uygulaması %26,39 ile 4000 mg L<sup>-1</sup> NAA uygulaması ise %27,78 ile en yüksek köklenme oranlarına ulaşmıştır. Farklı dönemlerde alınan karadut çelik tiplerinin köklenme başarısı üzerine yürütülen bir çalışmada araştırmacılar odun çelikleri üzerine kontrol, 6000 ve 7000 ppm IBA konsantrasyonlarını denemişler ve en yüksek 6000 ppm uygulamasında %24 köklenme başarısı elde etmişlerdir (Yıldız ve ark., 2009). Oksin ve sinamik asitin (CA) karadut çeliklerinin köklenmesi üzerine yürütülen başka bir çalışmada ise araştırmacılar 0 ve 6000 ppm IBA ile birlikte ve 100 ppm CA ve 100 ppm CA + 6000 ppm IBA konsantrasyonlarını %100 perlit ortamında 60 gün süre test etmişler ve en yüksek köklenme oranına 100 ppm CA + 6000 ppm IBA uygulamasında %64,4 ile ulaşmışlardır (Karabulut ve Saraçoğlu, 2022). Elde edilebilen literatür araştırmasında IBA, IAA ve NAA'nın birlikte kullanılarak karadut çeliklerinin köklenme performanslarının araştırılması şeklinde bir çalışmaya rastlanmamakla birlikte, Edizer ve arkadaşlarının (2016) yaptıkları çalışmada 3000 ppm IBA + 150 ppm NAA uygulamasının karadut odun çeliklerinde %40 köklendirme başarısı gösterdiğini bulmuştur ki bu da çalışmamızda

olduğu gibi farklı oksin çeşitlerinin karadut odun çeliklerinin köklendirme çalışmalarında denenmesinin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Çelikle çoğaltma çalışmalarında en önemli parametre her ne kadar köklenen çelik sayısı olsa da kök kalitesini ve dolayısıyla köklenme ortamından doğal ortamlarına taşındıklarında köklenen çeliklerin hayatta kalma başarısını artıran çelik başına kök sayısı, kök uzunluğu, ikincil kök sayısı ve kök çapı parametreleri de oldukça önemlidir.

Bu bağlamda çelik başına kök sayısı açısından değerlendirildiğinde genel olarak IAA ve NAA uygulamalarının kontrol ve IBA uygulamalarına göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Çelik başına ortalama kök sayısı 3,5 adet ile 3000 ve 5000 mg L<sup>-1</sup> IAA ile 2000 ve 4000 mg L<sup>-1</sup> NAA uygulamalarında maksimuma ulaşmıştır. Kontrol uygulamasında bu parametre 1,5 adet ile oldukça düşük hesaplanmıştır ve en yüksek değer elde edilen ortamlar ile aralarında önemli derecede istatistiksel fark oluşmuştur ( $P < 0.05$ ). Karadut odun çeliklerinin köklendirme çalışmalarında araştırmacılar çelik başına ortalama kök sayısı açısından yürütmüş olduğumuz çalışmadaki en yüksek kök sayısı ile benzer sonuçlar elde ederken (Yıldız ve ark., 2009; Öz ve ark., 2021), büyüme düzenleyicisi konsantrasyonu ve kombinasyonu, uygulama şekli, çelik tipi, uygulama ortamlarının farklılığı gibi nedenlerden dolayı daha yüksek veya daha düşük sonuçlar da elde etmişlerdir (Erdoğan ve Aygün, 2006; Edizer ve ark., 2016; Sing, 2018; Öcalan ve ark., 2023).

Denemeye tabi tutulan çeliklerde kök uzunluğu her üç oksin uygulamasında da kontrole göre önemli derecede artmıştır ( $P < 0.05$ ). En yüksek kök uzunluğu çelik başına ortalama 29,9 cm ile 5000 mg L<sup>-1</sup> IBA uygulamasından elde edilirken IAA uygulamasında en yüksek 21,9 cm ile 3000 mg L<sup>-1</sup> uygulamasından, NAA'da ise 26,8 cm ile yine 5000 mg L<sup>-1</sup> uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 3).

Kontrol grubunda çelik başına ortalama en yüksek kök uzunluğu 14,3 cm olarak ölçülmüştür ki bu değer 5000 mg L<sup>-1</sup> IBA uygulamasından elde edilen değerden %52,2 daha düşüktür. Bu sonuçlar literatürde daha önce karadut odun çeliklerinin köklendirme çalışmalarındaki kök uzunluğu sonuçları ile olan benzerlik ve farklılıkları da ortaya koymuştur. Öyleki Yıldız ve arkadaşları (2009) Şubat döneminde alınan karadut odun çeliklerinde en yüksek kök uzunluğunu 6,66 cm ile 6000 ppm IBA uygulamasından elde ederken, Öz ve arkadaşları (2021) en yüksek kök uzunluğunu %100 perlit ortamında toz halde uygulanan 6000 ppm IBA uygulamasından alttan ısıtma sistemine sahip köklendirme odalarında elde etmişlerdir.



**Şekil 3.** Şebinkarahisar’da yetiştirilen karadut odun çeliklerinin farklı oksin uygulamaları ile köklendirilmesi, **a)** Kontrol, bar = 4 cm, **b)** 5000 mg L<sup>-1</sup> IAA, Ölçek = 5 cm, **c)** 4000 mg L<sup>-1</sup> IBA, bar = 5,8 cm, **d)** 4000 mg L<sup>-1</sup> NAA, bar = 3,6 cm

Bu literatür verileri çalışmamızdan elde ettiğimiz verileri destekler veya farklılığını ortaya koyar niteliktedir. Tarla koşullarında yetiştirme açısından bakıldığında Şebinkarahisar’da yetiştirilen karadut çok sıkı ve sert olmayan arazi şartlarında hızlı gelişim gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Bu bakımdan elde edilen çeliklerde ikincil kök sisteminin güçlü olması çeliklerin gelecek dönemde hayatta kalma başarısını artıracaktır. Yürütülen bu çalışmada en yüksek ikincil kök sayısı 3000 ve 5000 mg L<sup>-1</sup> IAA uygulamalarında çelik başına ortalama 13,0 adet olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubu bu parametre açısından çelik başına ortalama 6,4 adet ikincil kök sayısına ulaşmıştır. Bu iki uygulama arasındaki istatistiksel fark önemli derecede farklı bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Karadut çeliklerin köklendirilmesi üzerine daha önce yapılan çalışmalarda kök kalitesini artırmak için değerlendirilen ikincil kök sayısının (kök dallanmasının) çok fazla araştırılmadığı görülmektedir (Roussos ve ark., 2020; Öztürk Erdem ve ark., 2023; İşbilir ve ark., 2022). Edizer ve arkadaşları (2016) karadut odun çeliklerinin köklendirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada bu parametreyi % kök dallanması olarak hesaplamışlar ve en yüksek değeri %100 ile fidan üretiminde kullanılabilir çelik oranında da en yüksek değeri veren 8000 ppm IBA uygulamalarından elde etmişlerdir. Köklenen çeliklerin dış ortama adaptasyonunu hızlandıran ve kök kalitesini artıran parametrelerden olan kök kalınlığı açısından bakıldığında ise IBA uygulamalarının diğer tüm gruplara göre daha üstün olduğu görülmektedir ( $P < 0.05$ ). En yüksek kök kalınlığı açısından 3000 mg L<sup>-1</sup> IBA uygulaması diğer IBA uygulamalarına göre çelik başına ortalama 2,79 mm ile öne çıkmıştır. IAA ve NAA uygulamaları kendi aralarında kök kalınlığı açısından kıyaslandığında ise IAA uygulamalarının daha etkili olduğu hesaplanmıştır. 4000 ve 5000 mg L<sup>-1</sup> IAA uygulamaları sırasıyla çelik başına ortalama 2,04 ve 2,03 mm kök kalınlığına ulaşmıştır. Kontrol grubu çelik başına ortalama 1,02 mm kök kalınlığı ile daha çok daha zayıf etki göstermiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Şebinkarahisar'da yetiştirilen karadut odun çeliklerinin farklı oksin uygulamalarındaki köklenme performansları

Oksin (mg L <sup>-1</sup> )				Köklenme oranı (%)	Kök sayısı/Çelik	Kök uzunluğu (cm)	İkincil kök sayısı/Çelik	Kök kalınlığı (mm)
Kontrol	IAA	IBA	NAA					
0.0	0.0	0.0	0.0	6,94 ± 2,38h	1,50 ± 0,24f	14,3 ± 0,35l	6,4 ± 0,84h	1,02 ± 0,05h
	1000			18,07 ± 2,38g	3,00 ± 0,47bc	15,9 ± 0,49k	7,5 ± 0,58g	1,95 ± 0,05e
	2000			18,07 ± 2,38g	3,25 ± 0,29abc	16,7 ± 0,20jk	10,5 ± 0,58d	1,96 ± 0,04e
	3000			19,45 ± 4,15g	3,50 ± 0,33a	21,9 ± 1,38e	13,0 ± 0,67a	1,99 ± 0,03de
	4000			20,84 ± 2,41fg	2,20 ± 0,30e	17,3 ± 0,43ij	11,6 ± 0,60bc	2,04 ± 0,05d
	5000			26,39 ± 2,40cde	3,50 ± 0,41a	19,8 ± 0,30f	13,0 ± 0,82a	2,03 ± 0,07d
		1000		30,56 ± 0,00bc	2,43 ± 0,80e	18,2 ± 0,81hi	12,2 ± 0,98b	2,38 ± 0,08c
		2000		25,00 ± 4,17def	2,50 ± 0,41de	20,8 ± 0,77d	12 ± 10,94b	2,41 ± 0,09c
		3000		33,33 ± 2,42b	1,50 ± 0,47f	25,4 ± 1,49c	11,5 ± 0,82bc	2,79 ± 0,15a
		4000		40,30 ± 2,38a	2,40 ± 0,52e	25,1 ± 2,33c	11,8 ± 1,14b	2,54 ± 0,07b
		5000		18,07 ± 2,38g	2,25 ± 0,29e	29,9 ± 0,83a	9,5 ± 0,58e	2,43 ± 0,13c
			1000	22,22 ± 2,41efg	3,00 ± 0,47bc	18,0 ± 0,47hi	8,8 ± 0,73f	1,11 ± 0,03fg
			2000	11,11 ± 2,41h	3,50 ± 0,24a	18,8 ± 0,12gh	11,0 ± 0,47cd	1,02 ± 0,01h
			3000	25,00 ± 0,00def	3,33 ± 0,38ab	20,0 ± 0,71ef	10,3 ± 0,61d	1,13 ± 0,04f
			4000	27,78 ± 2,41cd	3,50 ± 0,41a	19,6 ± 1,01fg	10,7 ± 0,77d	1,17 ± 0,07f
			5000	25,00 ± 4,17def	2,83 ± 0,56cd	26,8 ± 1,17b	10,7 ± 0,77d	1,05 ± 0,02gh

Veriler çelikler kültür ortamına alındıktan altı ay sonra kaydedilmiştir. Her deneme üç tekerrürlü ve deneme başına 24 çelik olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Aynı sütundaki aynı harf(ler)e sahip değerler (ortalama değer ± standart sapma), Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre kök indüksiyonu için önemli derecede farklıdır (P < 0.05). IAA = İndol-3-asetik asit, IBA = İndol-3-bütirik asit, NAA = α-Naftalen asetik asit.



Uygulanan üç oksin çeşidinin tüm konsantrasyonlarının kontrol grubuna göre istatistiki açıdan daha üstün olduğu bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Elde edilen bu değerler karadutun daha önce yürütülen köklendirme çalışmalarındaki kök kalınlığı değerleri ile benzerlik göstermekle birlikte bu parametre açısından çalışmamızın üstün taraflarını da ortaya koymaktadır. Nitekim Yıldız ve arkadaşları (2009) karadut odun çelikleri üzerine yürüttükleri çalışmada en yüksek kök kalınlığını çelik başına ortalama 2,03 mm ile 6000 ppm IBA uygulamasından elde etmişlerdir. Bu veri çalışmamızdaki IAA uygulamalarından elde edilen kök kalınlığı verileri ile örtüşmekle beraber IBA uygulamalarından elde edilen kök kalınlığı verilerinden daha düşüktür. Yine karadut odun çeliklerinin köklendirilmesi üzerine yürütülen başka bir çalışmada araştırmacılar 14 farklı uygulama grubu denemişler, çalışmamıza benzer uygulama olan 6000 ppm IBA uygulamasında çelik başına 1,3 mm kök kalınlığı elde etmişlerdir (Öz ve ark., 2021). Bu değer çalışmamızdaki NAA uygulamalarından elde edilen kök kalınlığı verilerini desteklemektedir. Karadutun çelikle köklendirilmesinde oluşan tüm bu farklı sonuçlar çelik alma zamanı, genotipik farklılıklar, köklendirme ortamındaki ekolojik koşullar, uygulama şekilleri, köklendirme ortamındaki farklılıklar, çeliklerin kesim şekilleri, çeliklerin ağaç üzerindeki yeri ve çeliğin sürgününün hangi kısmından alındığı, alınan çeliklerdeki endojen bitki büyüme düzenleyicilerindeki değişiklikler veya çeliklerin karbonhidrat durumu gibi faktörlerin bir sonucu olabilir.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Mevcut araştırma, daha önce çelikle üretim çalışmalarında etkisi ortaya konulmayan üç farklı oksin çeşidinin beş farklı konsantrasyonunun Şebinkarahisar'da yetiştirilen karadut odun çeliklerinin köklenme performanslarını ortaya çıkarmıştır. Elde edilen veriler Şebinkarahisar'da yetiştirilen karadut odun çeliklerinin köklendirilmesinde IBA'nın IAA ve NAA'ya göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Test edilen IBA konsantrasyonları arasında da 4000 mg L<sup>-1</sup> uygulamasının diğer konsantrasyonlara göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla çalışma sonuçları, fidan üretiminde bugün itibari ile arz talebi karşılanamayan Şebinkarahisar'da yetiştirilen karadut'un ticari olarak yapılacak çoğaltmada bitki büyüme düzenleyicisi çeşidinin ve konsantrasyonunun belirlenmesinde literatüre önemli katkılar sunacaktır.

#### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yazar, makalenin tüm süreçlerinde "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, karşılaşılabilecek etik ihlallerden Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi ve yayın kurulunun herhangi bir sorumluluğunun

bulunmadığını, bu çalışmanın Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi dışında herhangi bir akademik yayın ortamında değerlendirilmediğini beyan eder.

## Kaynaklar

- Akin, M., Eydurun, S., Ercisli, S., Totiva, V. K., ve Eydurun, E. (2016). Phytochemical profiles of wild blackberries, black and white mulberries from southern Bulgaria. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 30, 889-906.
- Anonim, (2020b). *Türkiye İstatistik Kurumu, "Bitkisel Üretim İstatistikleri: Diğer Meyveler", (1988- 2020)", (09.03.2023).*
- Anonim, (2021). *Türkiye Mülki İdare Sınırları Verileri*. T.C. Milli Savunma Bakanlığı, Harita Genel Müdürlüğü, Ankara / Türkiye, <https://www.harita.gov.tr/urun/turkiye-mulki-idare-sinirlari/232> (Erişim Tarihi: 15 Kasım 2021).
- Aubaile, F. (2012). Pathways of diffusion of some plants and animals between Asia and the Mediterranean region. *Revue d'ethnoécologie* 1. <https://doi.org/10.4000/ethnoecologie.714>
- Bae, S.-H., ve Suh, H.-J. (2007). Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. *LWT - Food Science and Technology*, 40, 955-962.
- Browicz, K., (2001). Where is the place of origin of *Morus nigra* (Moraceae)?. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica*, 45(1/2), 273-280.
- CABI, (2019). *Morus nigra* (black mulberry). (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/34830>). (Erişim tarihi: Ekim 2023).
- Chen, C.C., Liu, L. K., Hsu, J. D., Huang, H. P., Yang, M. Y., ve Wang, C. J. (2005). Mulberry extract inhibits the development of atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Food Chemistry*, 91, 601-607.
- Chen, J., Kan, J., Tang, J., Cai, Z., ve Liu, J. (2012). The profile in polyphenols and volatile compounds in alcoholic beverages from different cultivars of mulberry. *Journal of Food Science*, 77, 430-436.
- Cüce, M. (2019). Determination of aflatoxin contents of Sebinkarahisar walnut variety by ELISA method. *The Journal of Food*, 44(4), 672-680.
- Cüce, M. (2020). Incidence of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, and deoxynivalenol in food commodities from Turkey. *Journal of Food Safety*, 40(6), e12849.
- Edizer, Y., Gökçek, O., ve Saraçoğlu, O. (2016). Karadut'un (*Morus nigra*) odun çelikleriyle çoğaltılmasında büyüme düzenleyici uygulamaların etkileri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 33(3), 92-96.
- Ercisli, S., ve Orhan, E. (2007). Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food chemistry*, 103(4), 1380-1384.
- Erdoğan, V., ve Aygün, A. (2006). Karadut'un *Morus nigra* L. yeşil çelikle çoğaltılması üzerine bir araştırma. *II. Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, vol.1, Turkey, pp.172-175.
- İşbilir, M. E., Saraçoğlu, O., Dinçer, E., Donat, A., ve Al-Salihi, A. A. M. (2022). Effects of Paclobutrazol applications on rooting performance of black mulberry (*Morus nigra* L.) Hardwood Cuttings. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 10, 2722-2724.
- Karabulut, N. S., ve Saraçoğlu, O. (2022). The effects of cinnamic acid and IBA treatments on the rooting of wood cuttings of black mulberry (*Morus nigra* L.). *Turkish Journal of Food and Agriculture Sciences*, 4(1), 1-5.
- Lim, S. H., ve Choi, C. (2019). Pharmacological properties of *Morus nigra* L. (black mulberry) as a promising nutraceutical resource. *Nutrients*, 11(2): 437.
- Malisetty, V., ve Jatoth, N. (2013). Effect of supplementation of mulberry with sorghum straw on nutrient utilisation and growth in crossbred calves. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 2, 54-59.
- Öcalan, O. N., Saraçoğlu, O., Yıldız, K., Çezik, F., ve Al-Salihi, A. A. M. (2023). Farklı karanlık koşullarında IBA ve Kafeik asidin karadut (*Morus nigra* L.) odun çeliklerinin köklenmesi üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 270-277.
- Öz, S., Çekiç, Ç., ve Yıldız, K. (2021). Farklı IBA uygulama şekillerinin karadut odun çeliklerinin köklenmesi üzerine. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(1), 64-72.
- Özgen, M., Serçe, S., ve Kaya, C. (2009). Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich *Morus nigra* and *Morus rubra* fruits. *Scientia Horticulturae*, 119, 275-279.

- Öztürk Erdem, S., Akin, O. A., ve Çekic, Ç. (2021). Effects of thickness of hardwood black mulberry cuttings on rooting and sapling performance. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 38(2), 104-110.
- Roussos, P. A., Denaxa, N. K., Ntanos, E., Tsafouros, A., Mavrikou, S., ve Kintzios, S. (2020). Organoleptic, nutritional and anti-carcinogenic characteristics of the fruit and rooting performance of cuttings of black mulberry (*Morus nigra* L.) genotypes. *Journal of Berry Research*, 10(1), 77-93.
- Singh, K. K. (2018). Effect of auxins and rooting media on rooting in stem cutting of mulberry (*Morus nigra* L.). *The Pharma Innovation Journal*, 7(11), 12-15.
- Skrovankova, S., Ercisli, S., Ozkan, G., Ilhan, G., Sagbas, H. I., Karatas, N., Jurikova, T., ve Mlcek, J. (2022). Diversity of phytochemical and antioxidant characteristics of black mulberry (*Morus nigra* L.) fruits from Turkey. *Antioxidants*, 11(7), 1339.
- Wang, R. S., Dong, P. H., Shuai, X. X., ve Chen, M. S. (2022). Evaluation of different black mulberry fruits (*Morus nigra* L.) based on phenolic compounds and antioxidant activity. *Foods*, 11(9), 1252.
- Wiersema, J. H., ve León, B. (1999). *World economic plants: A standard reference*. CRC Press. Florida, USA. 297 p.
- Yıldız, K., Çekiç, Ç., Güneş, M., Özgen, M., Özkan, Y., Yaşar, A., Gerçekcioğlu, R. (2009). Farklı dönemlerde alınan kara dut (*Morus nigra* L.) çelik tiplerinde köklenme başarısının belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, (1), 1-5.