

Dar Yapraklı Dişbudak (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* Vahl.) Çeliklerinin Köklenmesine Hormon, Anaç Yaşı ve Ortamın Etkisi

Effects of Hormone, Stem-Age and Media On Rooting Performance of Narrow- Leaved Ash (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* Vahl.) Cuttings

 Bilal ÇETİN¹

Özet

Ülkemizdeki doğal dişbudaktan biri olan Dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* Vahl.), hızlı gelişme yeteneği, çok değerli odunu ve farklı ekolojik koşullarda yetişebilme özelliği ile önemli yapraklı ağaç türlerimizdendir. Araştırmada türün odunlaşmış sert gövde çelikleri kullanılmıştır. Bu çelikler şubat ayı sonunda Sakarya-Hendek yöresinde 1-2, 18-20 ve 38-40 yaşlarındaki bireylerden alınmıştır. Çelikler indol butirik asit (İBA) çözeltisinin 1000, 3000 ve 5000 ppm çözeltisinde 5 saniye bekletildikten sonra torf (%75) + perlit (%25) ve perlit (%100) ortamlarında serada köklendirmeye alınmıştır. Çalışmada (3 anaç yaşı x 4 hormon dozu x 2 ortam) 24 deneme ünitesi 3 tekrarlı ve her tekrarda 15 çelik olmak üzere toplamda 1080 adet çelik kullanılmıştır. Araştırma sonunda işlemlerin köklenme yüzdesine, ince ve kalın kök sayısına, sürgün çapı ve boyuna etkisi belirlemek amacıyla varyans analizi ($p < 0.05$) ve farklı grupların tespitinde ise Duncan testi yapılmıştır ($\alpha = 0.05$). Analiz sonuçlarına göre hormon dozu, anaç yaşı ve ortamın köklenme yüzdesi, ince kök sayısı, sürgün çap ve boyuna etkisi olurken, kalın kök sayısına etkisi olmamıştır. En yüksek köklenme %80.0 ile 1-2 yaş grubunda olurken, diğer yaş gruplarında %5 civarında köklenme olmuştur. En fazla ince kök 8.0 adet ile 5000 ppm dozda olmuştur. Sürgün boyu en fazla 27.0 cm ile 1-2 yaş grubunun torf + perlit ortamında ve 5000 ppm hormon dozunda elde edilmiştir. En kalın sürgün çapı 2.4 mm ile 1-2 yaş grubunda olurken, diğer yaş gruplarında ise 1 mm civarında kalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* Vahl.), İBA (indol bütirik asit), köklenme yüzdesi, anaç yaşı

Abstract

Narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* Vahl.), one of the naturally grown ashes in Turkey, is an important tree with its fast-growing abilities, valuable timber and adaptation capability to various ecological regions. Hardwood cuttings of ash were obtained from saplings and trees aged 1-2, 18-20 and 38-40 in Sakarya-Hendek region at the end of February. Cuttings first were kept in indole butyric acid (IBA) solution at 1000, 3000 and 5000 ppm for 5 seconds and then placed in peat (75%) + perlite (25%) and perlite (100%) medium for rooting in a greenhouse. In the study (three stem age x 4 hormone doses x 2 medium), 1080 cuttings were used in 24 experimental units with 3 replications and 15 cuttings on each experimental units. Analysis of variance was performed to determine the effects of treatments on the rooting percentage, the number of thin and thick roots, and the shoot diameter and length. For the and significant ANOVA results, Duncan mean separation test were performed at $\alpha = 0.05$ level. Result of the analysis indicate that the hormone dose, stem-age and the type of media had significant effect on rooting percentage, the number of thin roots, shoot diameter and length. However, the number of thick roots were not effected by treatments. The highest rooting was in the age group of 1-2 years with 80.0%, while rooting was around 5% in other age groups. The maximum amount of fine root was eight pcs at a dose of 5000 ppm. The longest shoot length was obtained in the peat + perlite media of the 1-2 age group with a maximum shoot length of 27 cm and a dose of 5000 ppm. The thickest shoot diameter was measured as 2.4 mm for 1-2 years age group, while it remained around 1 mm in other age groups.

Keywords: Narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*), indole butyric acid (IBA), rooting percentage, stem-age

1. Giriş

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizdeki nüfus artışına bağlı olarak odun ve odun ürünlerine olan daha fazla talep doğal ormanların üstündeki baskıyı arttırmaktadır (Boydak ve Çalışkan, 2014). Odun ürünlerindeki talebi karşılama ve bu darboğazı ortadan kaldırmanın yollarından biri hızlı gelişen türlerle kurulacak endüstriyel plantasyonlardır. Dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* Vahl.), ülkemizdeki doğal hızlı gelişen türlerden biridir (Çiçek ve Yılmaz, 2002; Davis, 1987). Dişbudak ormanlarının büyük çoğunluğu taban araziler olup, dar yapraklı dişbudak subasar özellik gösteren arazilerde de yayılım yapmaktadır. Bu ormanlar geçmişten günümüze kadar büyük tahrip görmüş, alanları daraltılmış ve meşcere yapıları bozulmuştur (Çiçek, 2001; Çiçek, 2002). Bu yetişme ortamı koşullarına rağmen dişbudak meşcerelerinde, ortalama yıllık artım, doğal meşcerede ve plantasyonlarda yaklaşık 15 m³/ha ve 25 m³/ha'a kadar ulaşabilir (Kapucu ve ark., 1999; Pliura, 1999; Çiçek, 2005). Hızlı büyüyen, ekonomik değeri yüksek bir ağaç olan dişbudak kaliteli kereste elde etmek amacıyla plantasyonları kurulmaktadır (Özbyram and Çiçek 2020). Bundan dolayı türün silvikültürü ve ıslahı konusuna ilgi artmaya başlamıştır (Pliura, 1999; Ericsson, 2001; Özbyram ve Çiçek, 2018; Özbyram ve Çiçek, 2020). Uygun arazilerde kurulacak plantasyonlarda kaliteli ıslah edilmiş fidan kullanılarak yoğun silvikültür uygulanması durumunda kaliteli ve yüksek miktarda ürün alınabilmektedir (Fidan ve ark., 2019). Odun hasılatı yanında farklı ekolojik bölgelerde (kurak, tuzlu vb.) yetişebilmesi, peyzaj düzenlemelerinde yaygın bir şekilde kullanılması, dişbudağın çok yönlü olduğunu göstermektedir.

Ülkemiz ağaçlandırmalarında kullanılan dişbudak fidanlarının büyük çoğunluğu fidanlıklarda, tohumla üretilmektedir (Fidan ve ark., 2020). Ancak tohum toplanan bireylerin kalitesine çok dikkat edilmemesi, kaliteli fidanların üretilme olasılığını düşürmektedir. Tohumla üretimde genetik kazanç vejetatif üretimdekinden düşük olmaktadır. Genetik açıdan üstün bireyden yüksek miktarda genetik kazanç elde etme yöntemlerinden biri de vejetatif yolla ile fidan üretmektir. Bu yöntem ıslahçıya, üstün genlerin genetik yapılarını koruyarak yeni bitkiler üretme olanağı vermektedir (Ürgenç, 1982). En çok tercih edilen vejetatif üretim yöntemlerinden biri gövde çeliği ile yapılan üretimdir. Bu yöntemin tohumla üretime göre daha ucuz, hızlı ve basit bir tekniktir. Aşı ve mikro üretim tekniklerinde olduğu gibi özel teknikler gerektirmez ve aşı ile üretimdeki anaçla uyumsuzluk sorunu yoktur. Çelik materyalinin alındığı bireyin genetik yapısı değişmeden aynı genotipli yeni bitkiler üretilir (Hartmann ve Kester, 1997). Ülkemizde orman fidanlıklarında çoğu türlerin çelikle fidan üretimi seri olarak yapılmassa da kavak ve bazı bitkilerin fidanları bu yolla üretilmektedir

(Birler, 2009). Yine ülkemizdeki süs bitkileri yetiştiriciliğinde çelikle üretim, fidan üretiminin temelini oluşturmaktadır (Ürgeç, 1998).

Türün çelikle üretimi ile ilgili Çiçek (2005) 1+0 ve 2+0 yaşlı fidanlardan alınan sert gövde çeliklerle fidan üretimini araştırmış ve başarılı sonuçlar almıştır. Kızmaz (1996) sera ortamında farklı yaşlı fidanlardan alınan yumuşak çeliklerde hormonlu ve hormonsuz köklendirme üzerine çalışmalar yürütmüştür. Çiçek ve ark. (2010) türle ilgili tohumdan ve çelikten üretilen fidanların 3 yıllık arazi performanslarını araştırmıştır. Türün sert çelikle üretimi ile ilgili serada yürütülen diğer bir çalışmada da hormon çeşidi ve dozun köklenmeye olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir (Çetin, 2003; Çetin ve Yavuzşefik, 2016). Perez-Parron ve ark. (1994), Tonom ve ark. (2001) ve Preece ve ark. (1987) tür ile ilgili mikro üretim çalışmalarına yapmıştır. Van Sambeek ve ark. (2007) ise, dişbudak fidan üretiminde çelikden ziyade, tohum, aşı, daldırma ve mikro üretimin de kullanılması gerektiğini vurgulamıştır.

Çelikle ilgili ülkemizde Kızılağaç (*Alnus glutinosa* L) (Atasoy ve Küçük, 1989), Kızılağaç (*Alnus* subsp.) ve Huş (*Betula* subsp.) (Anonymus, 1987), Fırat kavağı (*Populus euphratica* Oliv.) (Gül Baba, 1991), Titrek kavak (*Populus tremula* L.) (Tulukçu ve ark., 1991), 11 adet yapraklı tür (Kızmaz, 1996), Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) (Saribaş, 1995) ve Hercai karaağaç (*Ulmus leavis* Pall.) (Çiçek ve ark., 2005) gibi bazı türlerde çelikle üretim çalışmaları yapılmıştır. Bu yöntemin incelendiği çalışmalarda anaç yaşı, çelik tipi, hormon çeşidi ve dozu, köklendirme ortamı vb. faktörlerin etkili olduğu belirlenmiştir. Yaptığımız bu çalışmada da anaç yaşı, hormon dozu ve köklendirme ortamlarının köklenme üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu faktörlerin kullanıldığı benzer bazı çalışmalarda; Akbulut ve ark. (2015) Mavi yemişlerde (*Vaccinium corymbosum* L.) sert çelik ile üretiminde farklı hormon (IBA ve IAA) ve dozun köklenme yüzdesi ve kök sayısına etkisini araştırmıştır. Kalyoncu ve ark., (2008) İğde (*Eleagnus angustifolia* L.) yeşil uç çeliklerinin, farklı sislemelerde IBA'nın farklı dozların ne derecede etkili olduğunu tespit edilmiştir. Yine Kara ve ark. (2011) biberiye (*Rosemary officinalis*), çördükotu (*Hyssopus officinalis*) ve adaçayı (*Salvia officinalis*) bitkilerinin çelikle üretimi üzerine, IBA dozlarının etkisini belirlemek amacıyla çalışmalar yapılmış ve farklı faktörlerin değişik etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Dar yapraklı dişbudak; değerli odunu, hızlı gelişmesi, tuzlu ve kurak bölgelerde yetişebilmesi ve peyzaj açısından taşıdığı değer nedeniyle türün fidan üretimi daha ayrıntılı çalışılmalıdır. Özellikle son yıllarda ülkemizde yaşanan odun hammaddesini karşılamada en etkili yollardan biri hızlı gelişen türlerle kurulacak olan ağaçlandırmalardır. Ekolojik koşullara uyumlu ve hacim artımı iyi ıslah edilmiş bireylerden fidan üretilerek bu

ağaçlandırılmalarda kullanılması büyük önem arz etmektedir. Bunun için de hızlı gelişen türlerin en uygun üretim yöntemlerinin belirlenmesi ve bu yöntemlerle fidan üretilmesi önemlidir. Bu çalışmada; türün farklı yaşlı anaçlarından alınan sert gövde çelikleri serada farklı ortamlarda ve IBA hormonun farklı dozlarında köklendirilmesi yapılarak faktörlerin köklenme yüzdesine, kök sayısına, sürgün boy ve çapına etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çeliklerin alınması ve dikime hazırlanması

Araştırmada kullanılan sert gövde çelik materyali Hendek-Sakarya yöresindeki doğal dar yapraklı dişbudak bireylerinden alınmıştır. Çelik materyalleri vejetasyon dönemi öncesi tomurcuklar patlamadan 2020 yılı şubat ayının sonunda 1–2, 18–20 ve 38–40 yaşlarında olmak üzere üç farklı yaş grubuna ait bireylerin son yıllık sürgünlerinden alınmıştır. Çelikler tazeliğini, suyunu kaybetmemesi ve tomurcukların zarar görmemesi için naylon torbalara konularak aynı gün içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Çelikler tazeliği ve suyunu kaybetmemesi için laboratuvarda soğuk hava deposunda ($3\pm 1^{\circ}\text{C}$) bekletilmiş ve bir gün sonra da dikilmiştir.

Çalışmada kullanılan çelikler, ortalama boyu 15 cm olacak şekilde hazırlanmıştır. Dikim öncesi çeliklerin üst uçları düz, toprağın içinde kalacak alt uçları yaklaşık 45° lik bir açıyla 2-3 cm uzunluğunda meyilli kesilerek köklenme yüzeyleri ve hormonun etki yüzeyi genişletilmiştir.

2.2. Deneme yeri koşulları ve köklendirme ortamının hazırlanması

Köklendirme yeri olarak, Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi'ne ait tam otomatik sera ortamında yerden 1 m yükseklikte, 1 m genişlikte 40 cm derinlikte ve 6 m uzunluktaki tezgâhlar hazırlanmıştır.

Köklendir ortamı, sadece köklenecek çeliklerin yüzde miktarı üzerine değil, aynı zamanda oluşacak kök sayısı ve hacim olarak kök büyüklüğü üzerinde de önemli etkiye sahiptir. İyi bir köklendirme ortamı; iyi havalanma ve yüksek su tutma kapasitesine sahip fakat aynı zamanda geçirgen olmalıdır (Hartmann ve Kester, 1997). Bu çalışmada saf perlit (%100) ve torf (%75) + perlit (%25)'den oluşan iki ortam kullanılmıştır. Dikim öncesinde torf ve perlitten oluşan ortam iyice karıştırılarak homojen bir karışım elde edilmiş ve ortamlar tezgâhlara doldurulmuştur.

Serada ısıtma, soğutma ve sulama sistemleri tam otomatik olup köklendirme bu koşullarda gerçekleştirilmiştir. Sera iç sıcaklığı 15°C 'nin altına düştüğünde ısıtma, 25°C 'nin üzerine çıktığında soğutma sistemleri devreye girmiş ve köklendirme bu sıcaklıklarda yapılmıştır. Soğutma işlemleri, sisleme, su şelalesi ve fanlar ile sağlanmıştır.

2.3. Hormon çözeltilerinin hazırlanması ve çeliklerin dikimi

Hormonun çeliklerin köklendirilmesinde kullanım amacı, köklenmeyi teşvik etmek, kök hacmini arttırmak, köklenmeyi hızlandırmak ve kök sayısını arttırmaktır. Bitki türlerinin çoğunda gövde çeliklerinin köklendirilmesinde en çok kullanılan hormonlardan birisi Indole-3-butyric acid (IBA) hormonudur (Hartmann ve Kester, 1997). Orman ağaçlarının köklendirilmesinde bu hormonun yoğun dozlar sıklıkla kullanılmaktadır (Ürgeç, 1998). Yapılan bu araştırmada da IBA'nın 0 (kontrol), 1000, 3000 ve 5000 ppm'lik yoğun dozları kullanılmıştır. Bu çözeltiler hazırlanırken, çözeltilerin kristalleşmemesi için az miktarda etanol (C₂H₅OH), ilave edilmiş ve iyice karıştırılarak istenilen dozdaki hormon çözeltileri hazırlanmıştır. Dikim için hazırlanan çelikler bu farklı dozlardaki çözeltilerde 5 saniye bekletilmiş ve sonra 10x15 cm aralık mesafede tezgâhlara dikilmiştir. Dikim sonrası çeliklerin tazeliğini, suyunu kaybetmemesi, mantar ve böcek zararlarından korumak amacıyla çeliklerin üst tarafındaki kesim yerlerine bal mumu sürülmüş ve sulama yapılarak dikim tamamlanmıştır.

2.4. Deneme deseni, süreci ve analizler

Çalışma, tesadüfi parseller deneme desenine göre 3 tekrarlı yapılmış ve her tekrar için 15 adet çelik kullanılmıştır. Buna göre araştırmada; 3 farklı anaç yaşı (1–3, 18–20, 38–40) x 4 hormon dozu (0 (kontrol), 1000, 3000 ve 5000 ppm) x 2 ortam (saf perlit ve %75 torf + %25 perlit karışımı) x 3 tekrar x 15 çelik = 1080 adet çelik kullanılmıştır. Çelikler dikimden sonra, sökülünceye kadar, düzenli olarak sulama, ot alma, mantar ve böcek zararına karşı ilaçlama uygulamaları yapılmıştır.

Dikimden 6 ay sonra tüm çelikler köklerine zarar vermeden sökülmüş, köklenen ve köklenmeyen çelik sayıları kaydedilmiştir. Köklenen çeliklerde; kök sayımları, sürgün çap ve boy ölçümleri yapılmıştır. Kökler; kalın (çap>1 mm) ve ince (çap<1 mm) olmak üzere iki gruba ayrılarak sayımları yapılmıştır. Sayımlarda ana köklere bağlı yan kökler dikkate alınmamış çelik gövdesindeki kökler dikkate alınmıştır. Sürgün boyu 0.1 cm hassasiyetle metre, sürgün çapları ise 0.1 mm hassasiyette dijital çap ölçer ile ölçülmüştür. Sürgün boyu ölçümü en uzun sürgünde yapılmıştır. Sürgün çapı en uzun sürgünün çelikle birleştiği noktadan yapılmış ve analizler bu değerler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda hormon dozu, anaç yaşı ve köklendirme ortamının çeliklerin köklenme yüzdesine, ince, kalın kök sayısına ve sürgün çap ve boyuna etkisini belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda farklı grupların tespitinde ise *Duncan* testi kullanılmıştır ($P<0.05$). Veriler SPSS (Ver.21) istatistik analiz programında değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Köklenme yüzdesi ve kök sayısına ait bulgular

Yapılan varyans analizleri sonucuna göre, anaç yaşı ve hormon dozunun köklenme yüzdesine etkisi önemli olmuştur ($P < 0.01$; Çizelge 1). Ancak ortamın ve diğer ikili ve üçlü etkileşimlerin köklenmeye etkisi olmamıştır ($P > 0.05$). İnce kök sayısına *ortam x anaç yaşı* ve *anaç yaşı x hormon* etkileşiminin etkisi istatistiki olarak anlamlı iken, diğer ikili ve üçlü etkileşimin etkisi görülmemiştir. Kalın kök sayısına ise, hiçbir faktörün ve etkileşimlerin etkisi olmamıştır ($P > 0.05$; Çizelge 1).

Çizelge 1. Köklenme yüzdesi, ince kök ve kalın kök sayısına ortam, anaç yaşı ve hormon dozunun etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.

Değişken	Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Köklenme yüzdesi	Ortam	201.00	1	201.00	3.53	0.066
	Yaş	90609.81	2	45304.91	796.35	0.000
	Hormon	795.23	3	265.08	4.66	0.006
	Ortam*Yaş	314.57	2	157.28	2.77	0.073
	Ortam*Hormon	51.09	3	17.03	0.30	0.826
	Yaş*Hormon	568.03	6	94.67	1.66	0.150
	Ortam*Yaş*Hormon	328.05	6	54.68	0.96	0.461
	Hata	2730.74	48	56.89		
	Genel	95598.53	71			
İnce kök	Ortam	0.52	1	0.52	0.52	0.475
	Yaş	567.73	2	283.87	285.37	0.000
	Hormon	17.26	3	5.75	5.78	0.002
	Ortam*Yaş	15.13	2	7.57	7.61	0.001
	Ortam*Hormon	8.97	3	2.99	3.01	0.059
	Yaş*Hormon	30.73	6	5.12	5.15	0.000
	Ortam*Yaş*Hormon	13.21	6	2.20	2.21	0.058
	Hata	47.75	48	1.00		
	Genel	701.29	71			
Kalın kök	Ortam	6.30	1	6.30	2.63	0.111
	Yaş	2.206	2	1.10	0.46	0.634
	Hormon	10.44	3	3.48	1.45	0.239
	Ortam*Yaş	8.88	2	4.44	1.86	0.167
	Ortam*Hormon	7.64	3	2.55	1.06	0.374
	Yaş*Hormon	26.90	6	4.48	1.87	0.105
	Ortam*Yaş*Hormon	8.16	6	1.36	0.57	0.754
	Hata	114.90	48	2.39		
	Genel	185.41	71			

Anaç yaşına göre, 1-2 yaş grubundaki bireylerden alınan çeliklerde %80.0 köklenme ile diğer yaş grubundan alınan çeliklere göre çok daha fazla köklenme elde edilmiştir (Çizelge 2). Diğer iki yaş grubundaki anaçlardan alınan çeliklerde köklenmeler yaklaşık %5 civarında kalmıştır. Hormon dozuna göre değerlendirildiğinde 1000, 3000 ve 5000 ppm

dozlarda köklenmeler yaklaşık %31 (% 30.0-33.3) civarında olup kontrol işleminden daha fazla olmuştur.

Çizelge 2. Anaç yaşı ve hormon dozuna göre köklenme yüzdesinin değişimi.

Faktör	Faktör seviyesi	Köklenme yüzdesi (%) ve \pm standart sapma
Anaç yaş (yıl)	1- 2	80.0 a \pm 12.3
	18-20	4.4 b \pm 5.4
	38-40	5.0 b \pm 6.0
Hormon dozu (ppm)	Kontrol	24.4 b \pm 33.0
	1000	33.3 a \pm 40.2
	3000	30.0 a \pm 37.2
	5000	31.5 a \pm 38.5

Her sütun içinde aynı harflerle gösterilen ortalamalar farksızdır ($p<0.05$)

İnce kök sayısına *ortam x anaç yaşı* etkileşiminin etkisine ilişkin *Duncan* testi sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. En fazla ince kök sayısı her iki ortamın ortalaması olan 6.8 adet ile 1-2 yaş grubunda, sonra 18-20 anaç yaşlı torf + perlit ortamındaki çeliklerde olmuştur. En az ise 18-20 ve 38-40 yaşlı anaçlardan alınan ve perlit ortamındaki çeliklerde elde edilmiştir.

Çizelge 3. Ortam x anaç yaşı etkileşiminin ince kök sayısına etkisi.

Ortam	Anaç yaşı (yıl)	İnce kök sayısı (adet) ve \pm standart sapma
Torf +perlit	1- 2	6.3 a \pm 0.8
	18-20	1.7 b \pm 2.0
	38-40	0.8 bc \pm 1.4
Perlit	1- 2	7.3 a \pm 1.5
	18-20	0.4 c \pm 1.0
	38-40	0.5 c \pm 1.1

Her sütun içinde aynı harflerle gösterilen ortalamalar farksızdır ($p<0.05$)

Hormon x anaç yaşı etkileşiminin ince kök sayısına olan etkisine ait veriler Çizelge 4’de verilmiştir. En fazla ince kök sayısı 8.0 adet ile 5000 ppm hormon çözeltilisinde ve 1-2 yaş grubunda olmuştur. Diğer dozların 1-2 yaş gruplarında yine yüksek sayıda kök elde edilirken, diğer yaş gruplarında 1 adet ve daha az ince kök oluşmuştur. 1-2 yaş grubunda 5000, 3000 ve 1000 ppm hormon çözeltililerine batırılan çelikler kontrolden sırasıyla yaklaşık %36, %14 ve %10 daha fazla ince kök elde edilmiştir.

Çizelge 4. *Hormon x anaç yaşı etkileşiminin ince kök sayısına etkisi*

Hormon dozu (ppm)	Anaç yaşı (yıl)	İnce kök sayısı (adet) ± ve standart sapma
Kontrol	1- 2	5.9 b±0.9
	18-20	0.5 d±1.3
	38-40	0.0 d±0.0
1000	1- 2	6.5 b±0.8
	18-20	3.0 c±1.8
	38-40	0.5 d±1.2
3000	1- 2	6.7 bc±1.2
	18-20	0.2 d±0.4
	38-40	0.8 d±1.3
5000	1- 2	8.0 a±1.1
	18-20	0.5 d±1.3
	38-40	1.0 d±1.4

Her sütun içinde aynı harflerle gösterilen ortalamalar farklıdır ($p<0.05$)

3.2. Sürgün boyu ve çapına ait bulgular

Sürgün boyu ve çapına ait verilere yapılan varyans analizleri sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir. Sürgün boyuna göre, *ortam x anaç yaşı x hormon dozu* üçlü etkileşiminin sürgün boyuna etkisi önemlidir. Sürgün çapına ise sadece anaç yaşının etkisi önemli olurken, diğer faktör ve bunların etkileşimlerinin etkisi olmamıştır ($P<0.05$ ve Çizelge 5).

Çizelge 5. *Sürgün boyu ve çapına ortam, anaç yaşı ve hormon dozunun etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.*

Değişken	Kaynak	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	P
Sürgün boyu (cm)	Ortam	99.88	1	99.88	7.47	0.009
	Yaş	784.98	2	392.4	29.36	0.000
	Hormon	136.50	3	45.50	3.40	0.025
	Ortam*Yaş	288.24	2	144.12	10.78	0.000
	Ortam*Hormon	89.03	3	29.68	2.22	0.098
	Yaş*Hormon	408.03	6	68.06	5.09	0.000
	Ortam*Yaş*Hormon	343.25	6	57.21	4.28	0.002
	Hata	641.76	48	13.37		
	Genel	2791.67	71			
Sürgün çapı (mm)	Ortam	0.00	1	0.00	0.00	0.985
	Yaş	27.09	2	13.55	12.48	0.000
	Hormon	3.85	3	1.28	1.18	0.327
	Ortam*Yaş	2.25	2	1.13	1.04	0.362
	Ortam*Hormon	2.11	3	0.70	0.65	0.589
	Yaş*Hormon	8.42	6	1.40	1.29	0.279
	Ortam*Yaş*Hormon	7.23	6	1.21	1.11	0.370
	Hata	52.09	48	1.09		
	Genel	103.03	71			

Sürgün boyuna ait Duncan testi sonuçları Çizelge 6’da verilmiştir. En uzun sürgün boyu 27.0 cm ile torf + perlit ortamındaki 1-2 yaş grubunun 5000 ppm dozunda olmuştur. Diğer işlemlerde çok daha düşük sürgün boyu değerleri elde edilmiştir. Torf+perlit ortamındaki 1-2 yaş grubunda 1000 ve 3000 ppm hormon uygulanan çelikler aynı gruptaki kontrollerinden daha kısa sürgün boyuna sahip iken, 5000 ppm hormon uygulanan çelikler aynı gruptaki kontrollerinden iki kat daha fazla boya sahiptiler.

Çizelge 6. Ortam x anaç yaşı x hormon dozu üçlü etkileşiminin sürgün boyuna etkisi.

Ortam	Anaç yaşı (yıl)	Hormon dozu (ppm)	Sürgün boyu (cm) ve ± standart sapma
		Kontrol	11.8 b±1.8
	1-2	1000	5.8 bc±1.3
		3000	7.3 bc±1.1
		5000	27.0 a±13.7
		Kontrol	1.2 c±2.1
Torf+perlit	18-20	1000	4.5 c±3.1
		3000	0.8 c±1.3
		5000	1.4 c±2.5
		Kontrol	1.2 c±2.1
	38-40	1000	2.2 c±2.9
		3000	2.5 c±2.2
		5000	0.0 c±0.0
		Kontrol	5.0 bc±1.0
	1-2	1000	4.6 c±0.3
		3000	5.0 bc±1.9
		5000	5.3 bc±1.8
		Kontrol	0.0 c±0.0
Perlit	18-20	1000	7.0 bc±7.2
		3000	0.8 c±1.4
		5000	2.5 c±2.4
		Kontrol	1.7 c±3.0
	38-40	1000	1.4 c±2.4
		3000	1.2 c±1.0
		5000	3.1 c±1.2

Her sütun içinde aynı harflerle gösterilen ortalamalar farksızdır ($p<0.05$).

Anaç yaşının sürgün çapına etkisine bakıldığında; 1-2 yaş grubu çeliklerinin sürgün çapı, diğer iki yaş gruplarındaki sürgün çaplarının iki katından daha fazladır (Çizelge 7).

Çizelge 7. Anaç yaşının sürgün çapına etkisi.

Faktör	Seviye	Sürgün çapı (mm) ± ve standart sapma
Anaç yaşı (yıl)	1-2	2,4 a±4.8
	18-20	1,1 b±1.3
	38-4	1,1 b±1.3

Her sütun içinde aynı harflerle gösterilen ortalamalar farksızdır ($p<0.05$).

4. Tartışma

Çalışmada; 1-2 yaşlı anaçlardan alınan çeliklerin köklenme yüzdesi %80 ile diğer anaç yaşı grubundaki bireylerden (%5) 16 kat daha yüksektir. (Çizelge 2). Literatürde de anaç yaşının çeliğin köklenme yüzdesine önemli etkisi olduğu vurgulanmaktadır. Aynı türde yapılmış başka çalışmada 1+0 ve 2+0 yaşlı fidanlarından alınan farklı tip çelikler fidanlık yastıklarına dikilmiş, çalışma sonunda çelik yaşı, çelik tipi ve *çelik yaşı x çelik tipi* etkileşimi köklenme yüzdesini önemli düzeyde etkilemiştir (Çiçek, 2005). Dar yapraklı dışbudağın sera ortamında yumuşak (yeşil) çelikle üretiminin yapıldığı çalışmada 1+0 yaşlı fidanlarda %100 başarı sağlanırken, 4+0 yaşlı fidanlardan alınan çeliklerde köklenme ve %43'e düşmüştür (Kızmaz, 1996). Anaç yaşı ile ilgili Alan ve ark. (2001) çelikle üretim çalışmasında, çeliklerin alındığı anacın yaşı arttıkça, çeliklerin köklenme oranının düştüğünü ve çelik sağlığının azaldığını tespit etmiştir. Buna karşılık genç fidanlardan üretilen çeliklerin köklenme, gelişme ve yaşama yüzdelerinin daha yüksek olduğunu ifade etmiştir. Yine saplı meşenin 1 ve 2 yaşlı bireylerinden alınan çelikler IBA hormonu ile işleme tabi tutulmuş, 1 yaşlı bireylerde %94 oranında köklenme olurken, 2 yaşlı bireylerde köklenme %68 olmuştur. (Enescu, 1988). Farklı kavak klonları ile yapılan bir çalışmada, 1+0 yaşlı genç fidanlardan alınan çelikler ile yaşlı ağaçlardan alınan çelikler köklendirilmiş ve genç bireylerden alınan çeliklerin daha iyi gelişim gösterdiği tespit edilmiştir (Rana ve ark., 1995). Bu sonuçlardan farklı olarak Van Sambeek ve ark. (2007) ise, dışbudak türlerinin çelikle üretiminin güvenilir bir yöntem olmadığını belirtmektedirler. Bunun yerine tohum, aşı daldırma ve mikro üretim gibi diğer üretim yöntemlerinin daha iyi bir üretim yöntemi olduğunu belirtmişlerdir.

Köklendirmelerde IBA kullanımı genelde köklenmeyi teşvik etmektedir (Hartmann ve Kester, 1997). Bu araştırmada IBA kullanımı köklenme yüzdesini artırmıştır. İnce kök sayısına bakıldığında; *ortam x anaç yaşı* ve *anaç yaşı x hormon* etkileşimleri etkili olmuştur (Çizelge 1). *Ortam x anaç yaşı* etkileşiminde saf perlit ortamında 7.3 adet ve torf + perlit ortamında ise 6.3 adet kök ile en fazla ince kök 1-2 yaşındaki anaçlarda olmuştur (Çizelge 3). *Anaç yaşı x hormon dozu* etkileşiminde ince kök bütün hormon dozlarında ve kontrolde 1-2 yaşlı anaçlarda alınan çeliklerde yüksek sayıda olmuş, bunlar içerisinde de en fazla 8 adet kökle 5000 ppm dozda olmuştur (Çizelge 4). Ancak kalın kök oluşumuna hiçbir faktörün etkisi olmamıştır (Çizelge 1). Aynı türde hormon kullanılarak sert çelikle üretimi ile ilgili yapılan bir çalışmada IBA ve IAA'in köklenmeye ve kök sayısına olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Çalışmada farklı hormon ve dozlarda çelikler işleme tabi tutulmuş, en yüksek köklenme %31,3 IAA'nın 2500 ppm dozunda ve %18,8 ile IBA'nın 2500 ppm dozunda olmuştur. En fazla kök sayısı 9.2 adet ile kum + çakıl ortamında ve 200 ppm IBA dozunda olurken, kum + perlit ortamında ve 2500 ppm IBA'da 8.8 adet kök sayısı elde

edilmiştir. Kontrol işlemindeki kök adedi bu sayılarından çok daha düşük olmuştur (Çetin, 2003; Çetin ve Yavuzşefik, 2016).

Köklenme yüzdesi ve kök sayısı tespiti ile ilgili Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subs. *barbata*) çeliklerinin köklendirme çalışmalarında köklenme yüzdesi bakımından 1+0 yaşlı fidanlardan alınan çelikler 2+0 yaşlı fidanlardan alınan çeliklere göre yaklaşık 4 kat daha fazla köklenme ve 2 kat daha fazla kök oluşturmuştur (Yahyaoglu ve ark., 2002). Kalyoncu ve ark. (2008) perlit ortamında iğde yeşil uç çeliklerini, farklı sisleme ve IBA'nın farklı hormon dozlarında köklendirmiş ve en yüksek köklenme, 500 ppm ve 1500 ppm dozda (%100) elde etmiştir. Kök sayısı bakımından, en yüksek değeri 500 ppm dozunda (18.8 adet/çelik) elde edilmiş ve hormonun kök sayısına olumlu etkisi olmuştur. Akbulut ve ark. (2015) Mavi yemişlerin sert çelikle üretiminde farklı (IBA ve IAA) dozun köklenme yüzdesi ve kök sayısına etkisi araştırmıştır. En yüksek köklenme yüzdesi IBA'da (%51) en fazla kök sayısı (5.9 adet) yine aynı hormonun 500 ppm dozunda olmuştur. Köklenme yüzdesi ve kök sayısının tespiti ile ilgili Kara ve ark. (2011) Biberiye, Çördükotu ve Adaçayı üretiminde, IBA hormonunun farklı dozları kullanılmış ve dozun etkili olduğu belirlenmiştir. IBA'nın 4000 ppm dozunda bitkiler sırasıyla % 85.0, 82.3 ve 81.0 köklenme yüzdesi ve 28.8, 21.6 ve 10.6 adet kök sayısı elde edilmiş ve hormon köklenme oranı ve kök sayısını artırtmıştır. Leylandi cypress (x *Cupressocyparis leylandii*) gövde çelikleri ile üretiminde çelikler uygulanan farklı yaralanma ve farklı dozlarda (kontrol, 5000 ve 10000 ppm) işleme tabi tutulmuş. En yüksek köklenme yüzdesi ve kök sayısı 10000 ppm dozda elde edilmiştir (De Silva ve ark, 2005).

Sürgün boyuna ait sonuçlara göre en iyi sürgün boyu 27.0 cm ile torf +perlit ormanındaki 1-2 yaş grubunun 5000 ppm dozunda olmuştur (Çizelge 6). Sürgün çapı üzerine sadece anaç yaşı faktörü etkili olmuş ve 1-2 yaşındaki anaçlarda ortalama 2.4 mm kalınlıkta çap oluşurken, diğer yaş gruplarında bu değer 1.1 mm'de kalmıştır. (Çizelge 7). Aynı türle ilgili Çiçek (2005) 1+0 yaşlı ve 2+0 yaşlı fidanlardan aldığı farklı tiplerdeki sert gövde çelikleri ile fidan üretmiş. En yüksek sürgün çapı ve boyu 1+0 yaşlı alt çeliklerde, en düşük ise uç çeliklerde saptanmıştır. Yine tür ile ilgili Çiçek ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada tohumdan ve çelikten üretilen fidanların 3 yıllık arazi performanslarının karşılaştırıldığında çelikle üretilen fidanlar tohumdan yetiştirilen fidanlardan daha iyi çap ve boy büyümesi yaptığı görülmüştür. Bir başka dişbudak türü olan *Fraxinus pennsylvanica*'da, 1+0 yaşlı fidanlar, 1-2 yaşlı kütük sürgünleri ve 3-15 alınan sert çelik materyali araziye dikilmiş ve 1+0 yaşlı fidanlardan alınan dip çelikler %94 köklenme başarısı ve aynı zamanda en yüksek boy ve çapa ulaşılmıştır. Diğer yaş gruplarında daha düşük başarılar elde edilmiştir (Kennedy, 1977). Lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.)'nın çelikle üretiminde farklı çelik tipi ve dozlar kullanılmış. En yüksek köklenme ve sürgün boyu dip çelik tipinde

ve IBA dozunun 8000 ppm dozda olmuştur (Çiçek ve Özel, 2021). Yapılan çalışmalar ve bu çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında hormonun sürgün boyuna olumlu etkisi olduğu görülmektedir.

Genel olarak çalışma sonuçlarına bakıldığında genç bireylerden alınan çeliklerin köklenme yüzdesi, kök sayısı, çap ve boy değerleri daha yaşlı bireylere göre daha iyidir. Araştırmada; anaç yaşının ve hormon dozunun köklenme yüzdesi ve kök sayısında etkili olduğu görülürken, sürgün çapına anaç yaşının ve sürgün boyuna ise ortamın bariz olumlu etkisinin olduğu görülmüştür.

5. Sonuç

Dar yapraklı dişbudak çok farklı ekolojik bölgelerde yetişebilmesi, odunun değerli oluşu, hızlı gelişme yeteneği ve peyzaj düzenlemelerinde çok kullanılması nedeniyle kıymetli bir türdür. Bu çalışmada türün çelikle üretimi araştırılmış ve araştırma sonucunda türün, 1-2 yaşlarındaki bireylerden alınan, 5000 ppm'de işleme tabi tutulup torf + perlit ortamına dikilen çelikler iyi sonuçları vermiştir.

Bu ve diğer benzer çalışmalarda olduğu gibi türün sert çelikle köklendirmelerde özellikle genç bireylerden alınan çeliklerin başarıyı önemli derecede arttırdığı görülmektedir. Bunun yanında çelikle üretimde IBA hormonun kullanılması köklenme yüzdesi ve kök sayısına olumlu etkiler yaptığı tespit edilmiştir. Ortam olarak daha iyi bir çap, boy ve kök elde etmek için perlit yerine torf ağırlıklı ortamların kullanılması özellikle boy büyümesini önemli derecede arttırmıştır. Türün çelikle fidan üretimde belirtilen faktörler dikkate alındığında köklenme oranı yüksek ve iyi boy büyümesi yapabilen kaliteli fidanlar elde edilebileceği görülmüştür.

Teşekkür

Bu çalışma Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2021.02.02.1192).

Kaynaklar

- Akbulut, M. Bakoğlu, N., ve Baykal, H. (2015). Mavi yemiş (*Vaccinium corymbosum*)’lerde çelikle üretimde farklı hormon dozlarının köklenme üzerine etkisinin incelenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(2), 52-56.
- Alan, M. Korkmaz, B. Tulukçu, M., ve Ezen, T. (2001). *Vejetatif üretimin ağaç ıslahı açısından önemi ve ormancılığımızda kullanılan vejetatif üretim yöntemleri*. Türkiye Ormancılar Derneği, I. Ulusal Ormancılık Kongresi, 480-496. Ankara.
- Anonymus, (1987). *Some vegetative propagation techniques*. International Symposium on Propagation of Ornamental Plants.
- Atasoy, H., ve Küçük, M. (1989). Kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.) çeliklerinin köklendirilmesi üzerine çalışmalar. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü*, Teknik Raporlar Serisi No:36-39.
- Birler, A. S. (2009). *Endüstriyel orman ağaçlandırmaları*. Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No:4, 256 s., İstanbul.
- Boydak, M., ve Çalışkan, S. (2014). *Ağaçlandırma*. OGEM-VAK. Yayınları 714 s., İstanbul.
- Çetin, B. (2003). ‘Sivri meyveli dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahi.) fidanlarının vejetatif yöntemlerle üretilmesi’. Yüksek Lisans Tezi, A.İ.B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu
- Çetin, B., ve Yavuzşefik, Y. (2016). Köklendirme ortamı ve hormonun dişbudak (*Fraxinus agustifolia* Vahl.) çeliklerinin köklenmesine etkisi. *D.Ü. Ormancılık Dergisi*, 12(1) 154-164.
- Çiçek, E. (2001). Subasar ormanların özellikleri ve Türkiye’nin subasar ormanları, İ.Ü. *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 52(2), 107-114.
- Çiçek, E. (2002). ‘Adapazarı Süleymaniye subasar ormanında meşcere kuruluşları ve gerekli silvikültürel önlemler’. Doktora Tezi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Çiçek, E. (2005). Dar yapraklı dişbudağın (*Fraxinus agustifolia* Vahl.) çelikleri üretimi. *G. Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 5(1).
- Çiçek, E., ve Yılmaz, M. (2002). *The importance of Fraxinus angustifolia subsp. oxycarpa as a fast growing Tree for Turkey*. Proceedings, IUFRO Meeting Management of Fast Growing Plantations, 192-200, 11-13 September 2002, İzmit.
- Çiçek, E. Bilir, N., ve Çiçek, N. (2005). Hercai karaağaç’ta (*Ulmus laevis* Pall.) gövde çeliği ile fidan üretimi. *A.İ.B.Ü Ormancılık Dergisi*, 1(1), 21-26.
- Çiçek, E. Tilki, F. Özbayram, A. K., & Çetin, B. (2010). Three-year growth comparison between rooted cuttings and seedlings of *Fraxinus angustifolia* and *Ulmus laevis*. *Journal of Applied Sciences Research*, 6(3), 199-204.

- Çiçek, E., ve Özel, A. (2021). Lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.)’da çelikle çoğaltmada uygun çelik tipi ve IBA dozunun belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2), 254-264.
- Davis, P. H. (1987). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, vol.7, Edinburg.
- De Silva, H. Mckenzie, B.A., & Bloomberg, M. (2005). Indolebutyric acid and wounding induced rooting in callused, non-rooted Leyland cypress (*x Cupressocyparis leylandii*) stem cuttings. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33(4), 407-412.
- Enescu, V. (1988). Research Studies on Oak Cutting (*Quercus robur* L.): Premises for the improvement based on clonal selection. *Silva Genetica*. 37(3-4), 165-166.
- Eriksson, G. (2001). *Conservation of Noble Hardwoods in Europe*. Can. J. For. Res. 31, 577-587.
- Fidan, C. Özbayram, A. Gültekin, H.C. Tamyüksel, H. Demirsu, N., ve Cabak, E. (2019). Arazi hazırlığı ve kültür bakım yöntemlerinin dar yapraklı dişbudağın (*Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa* Vahl.) ağaçlandırma başarısına etkileri. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 6(2), 119-127.
- Fidan, C. Özbayram, A.K. Gültekin, H.C., & Tamyüksel, H. (2020). Effect of sowing type and seedbed density on the morphological characteristics of narrow-leaved ash seedlings in different nurseries. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 20(2), 74-85.
- Gülbaba, G. A. (1991). Fırat kavağı (*Populus euphratica* Oliv.)’nın vejetatif yoldan üretilmesi. *Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 1191(1).
- Hartmann, T.H., & Kester, D.E. (1997). *Plant Propagation: Principles and Practices*, Sixth Edition, Prentice Hall, 770.
- Kalyoncu, H. Ersoy, N., ve Yılmaz, M. (2008). Seleksiyon ıslahıyla belirlenen bir iğde (*Elaeagnus angustifolia* l.) tipinin yeşil uç çeliklerinin köklenmesi üzerine farklı hormon ve nem seviyeleri etkisinin araştırılması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 9-18.
- Kapucu, F. Yavuz, H., ve Gül, A.U. (1999). Dişbudak meşcerelerinde hacim, bonitet endeks ve normal hasılat tablosunun düzenlenmesi. K.T.Ü., Fen Bil. Ens., Araş. Fonu Başk., Sonuç Raporu. Proje Kod No: 96.113.001.4, Trabzon.
- Kara, N. Baydar, H., ve Erbaş, S. (2011). Farklı çelik alma dönemleri ve IBA dozlarının bazı

- tıbbi bitkilerin köklenmesi üzerine etkileri, *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28(2):71-81.
- Kennedy, H. E. (1977). *Planting depth and source affect survival of planted green ash cuttings*. USDA Forest Service, Southern For. Exp. Station, Research Note, SO 224, 3.
- Kızmaz, M. (1996). Bazı yapraklı ağaç türlerinin vejetatif yolla üretilmesi üzerine bir araştırma. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten No: 262.
- Perez-Parron, M. A. Gonzales-Bonito, M.E., & Perez, C. (1994). Micropropagation of *raxinus angustifolia* from mature and juvenile plant material. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 37(3), 297–302.
- Pliura, A. (1999). *Fraxinus spp. conservation strategy*. In: *Noble Hardwood Network*. Report of the 3rd Meeting, 13-16 June 1999, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 8-20.
- Preece, P. Christ, L. Enenberger, J., & Zhao, J. (1987). Micropropagation of ash (*Fraxinus*) *Comb. Proc. Int. Plant Prop. Soc.*, 37, 366–372.
- Rana, B.S., Lodhiyai, L.S., & Singh, R.P. (1995). Certain experiments on nursery techniques for propagation of poplar plants from shoot cuttings. *Indian Forester*. 121(7), 634-642.
- Sarıbaş, M. (1995). *Yalancı akasyanın Türkiye ormancılığındaki önemi, Kök ve gövde çelikleri ile üretimi*, I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 4, 113-118.
- Özbayram, A.K., & Çiçek, E. (2020). Initial planting density experiments of narrow leaved ash in Turkey: Ten year results. *Şumarski list*, 144(5-6), 269-278.
- Özbayram, A.K., & Çiçek, E. (2018) Thinning experiments in narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) plantations: 10-year results. *New Forests*, 49(5), 585-598.
- Tonon, G. Capuana, M., & Di Marco, A. (2001). Plant regeneration of *Fraxinus angustifolia* by in vitro shoot organogenesis. *Scientia Horticulturae*, 87, 291 - 301.
- Tulukçu, M. Toplu, F., ve Tunçtaner, K. (1991). Titrek kavak (*Populus termula* L.)'ın çelikle üretilmesi üzerine araştırmalar. *Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi*. Teknik Bülten No:154.
- Ürgenç, S. (1982). *Orman ağaçları ıslahı*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 293, İstanbul.
- Ürgenç, S. (1998). *Ağaç ve süs bitkileri fidanlık ve yetiştirme tekniği*. İkinci Baskı. Yayın No: 442, İstanbul.
- Van Sambeek, J.W., & Preece, J.E. (2007). *Protocols for micropropagation of woody trees and fruits*. Springer Dordrecht, 179–192.

Yahyaođlu, Z. Ayan, S. Gerçek, V., ve Şahin, A. (2002). *Alnus glutinosa* subsp. *barbata* çeliklerinde köklendirme denemeleri. II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Kafkas Üniversitesi, Artvin.