



Köklendirme ortamı ve hormonun dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) çeliklerinin köklenmesine etkisi

Bilal ÇETİN¹ , Yavuz YAVUZŞEFİK²

Özet

Bu çalışmada, dar yapraklı dişbudağın (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) odunlaşmış sert gövde çeliklerinin köklendirilmesi sera ortamında araştırılmıştır. Çelikler Hendek-Sakarya yöresinde doğal olarak yetişen 10-15 yaşlardaki ağaçların son yıllık sürgünlerinden vejetasyon dönemi öncesinde alınmıştır. Çalışmada köklendirme ortamı (kum, %75 kum + %25 perlit, %75 kum + %25 çakıl) ve hormonun (IBA ve IAA: 0, 100, 200, 2500 ve 5000 ppm) çeliklerin köklenme yüzdesi ve kök sayısına etkisi araştırılmıştır.

Elde edilen verilere göre; ortam ve hormon faktörü ile bunların etkileşiminin hem köklenme yüzdesine ve hem de kök sayısına etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Kum ortamında hiç köklenme olmaz iken diğer ortamlarda sadece hormonsuz işlemlerde hiç köklenme olmamıştır. En yüksek köklenme kum + perlit ortamında ve IAA'nın 2500 ppm dozunda (% 31.3) gerçekleşmiştir. Kum + çakıl ortamında ise en yüksek köklenme %18.8 ile IBA 2500 ppm dozunda sağlanmıştır. En fazla kök sayısı kum + perlit ortamında 2500 ppm IBA dozunda (8.8) sağlanırken, kum + çakıl ortamında 200 ppm IBA dozunda (9.2) saptanmıştır. Çalışma sonucuna göre türün sert çeliklerinin köklendirilmesinde kum + perlit ortamı ile 2500 ppm IBA ve IAA dozları önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: *Fraxinus angustifolia*, sert çelik, köklendirme ortamı, hormon

Effects of rooting media and hormone on rooting of ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) cuttings

Bilal ÇETİN¹ Yavuz YAVUZŞEFİK²

Abstract

This study is conducted to investigate the propagation of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) from hardwood cuttings in a greenhouse experiment. Cuttings are obtained from 10-15 years old trees before vegetation season in a natural ash stands located in jurisdictions of Hendek Forest managementship, Adapazarı. Three type of medium were used for the experiment; 1) 75% sand + 25 % perlite, 2) sand 75 % + 25% gravel and 3) only sand as control. For hormone treatment, indole butirique acid (IBA) and indole acetic acids (IAA) were used at five doses (0, 100, 200, 2500 and 5000 ppm). Treatments effect on rooting percentage and the number of the roots were evaluated using factorial design analysis.

Analysis of the data indicated that rooting percentages and the number of the roots were significantly affected by the main effects of rooting media and hormone and their interactions ($P<0.05$). None of the cuttings in sands and any of the cuttings without hormone treatments (control) had any sign of rooting. The highest rooting with 31.3 % was observed in experimental unit received sand + 2500 ppm IAA treatment. On the other hand cuttings on sand + gravel with 2500 ppm IBA treatment showed 18.8 % rooting rate. The highest average number of roots was calculated as 8.8 on cutting located in sand + perlite media with 2500 ppm IBA treatment. The number of roots on sand + gravel media with 200 ppm IBA was averaged as 9.2. Analysis of the data suggests that IBA and IAA 2500 ppm hormone type and doses in sand + perlite media had the best results for propagation of hardwood cuttings of narrow-leaved ash.

Key words: *Fraxinus angustifolia*, hardwood cuttings, rooting media, hormone

¹Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, bilalcetin@duzce.edu.tr

²Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Düzce Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü (Emekli)

Giriş

Hızlı nüfus artışı ve sanayileşme doğal kaynaklar üzerinde yoğun baskılar oluşturmakta ve bu olumsuzluktan ormanlar ciddi şekilde etkilenmektedir. Bu olumsuzluklara paralel olarak artan nüfusun orman ürünlerine olan gereksiniminin her geçen gün artması beklenmektedir (Boydak ve Çalışkan, 2014). Odun ve oduna dayalı ürünlerin karşılanması, orman ürünlerinin birim alandaki üretiminin artırılması ile sağlanabilir. Üretimi artırma, hızlı gelişen doğal türler ülkemiz koşullarına uyum sağlamış yabancı türler ve ıslah edilmiş türlerle gerçekleştirilebilir.

Araştırmamıza konu olan dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) bu ürünleri karşılama potansiyeline sahip hızlı gelişen önemli bir türdür ve hızlı gelişmesi ve değerli odunu nedeniyle Avrupa'da da önemi artmıştır (Çiçek ve Yılmaz, 2002; Fraxigen, 2005). Ülkemizde doğal ve yapay meşcerelerde ortalama artım sırasıyla yaklaşık 15 ve 25 m³ha⁻¹'a ulaşabilmektedir (Kapucu ve ark., 1999). Ancak türün doğal yayılış alanları zamanla hem tahrip edilmiş, hem de meşcere yapıları bozulmuştur.

Son elli yıldır yapılan ağaçlandırma çalışmalarında dişbudak önemli bir yer tutmaya başlamıştır (Çiçek, 2002). Fakat ağaçlandırmaların performansını etkileyen en önemli değişkenlerden birisi genetik açıdan üstün ve kaliteli ırkların kullanılmasıdır.

Vejetatif üretim ıslahçıya, üstün genotiplerin genetik yapılarını koruyarak üretim olanağı verir (Ürgenç, 1982). Vejetatif üretim yöntemlerinden biri olan çelikle üretim ayrıca dar bir alanda az miktardaki bireyden fazla sayıda bitki üretimine olanak veren, ucuz, hızlı, basit bir teknik olup, aşı ve mikro üretim tekniklerinde olduğu gibi özel teknikler uygulamayı gerektirmez. Çelikle üretimde aşı ile üretimde olduğu gibi anaçla uyumsuzluk sorunu yoktur. Çeliğin alındığı bireyin tamamen aynısı genetik değişim olmayacak şekilde üretilir (Hartmann ve Kester, 1997). Ülkemizde özellikle endüstriyel ağaçlandırmalarda kullanılan kavak fidanları üretiminde ve süs bitkileri üretiminde vejetatif üretim önemli düzeyde yapılmaktadır (Ürgenç, 1998; Birler, 2009). Ülkemizde orman ağaçlarında çelikle üretim çalışmalarına ait bilimsel yayınlar yetmişli yılların başına kadar uzanmaktadır. Yapılan çalışmalarda önceliği türün bölgesel ve ekonomik önemi ile generatif olarak üretimde sorunlar yaşanıp yaşanmadığı konusu almıştır (Coşkun, 2002).

Ülkemizde yapraklı türlerle ilgili olarak kızılâğaç (*Alnus glutinosa* L.) (Atasoy ve Küçük, 1989), kızılâğaç (*Alnus* sp.) ve huş (*Betula* sp.) (Anonymus, 1987), Fırat kavağı (*Populus euphratica* Oliv.) (Gül Baba, 1991), titre kavağı (*Populus tremula* L.) (Tulukçu ve ark., 1991), 11 adet yapraklı tür (Kızmaz, 1996), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) (Sarıbaş, 1995), saplı meşe (*Quercus robur*) ile sapsız meşe (*Quercus petraea*) ve hercai karaağaç (*Ulmus laevis* Pall.) türlerinde çelikle vejetatif üretim çalışmaları yapılmıştır. Şimdiki çalışmaya benzer işlemler daha önce bazı türlerde denenmiştir. Akbulut ve ark. (2015) mavi yemişlerde (*Vaccinium corymbosum*) sert çeliğin üretiminde farklı hormon (IBA ve IAA) ve dozun köklenme yüzdesi ve kök sayısına etkisini araştırmıştır. Kalyoncu ve ark. (2008) iğde (*Eleagnus angustifolia*) yeşil uç çeliklerinin, farklı sislemelerde IBA'nın farklı dozların belirlemeye çalışırken, Kara ve ark. (2011) biberiye (*Rosemarinus officinalis*), çördükotu (*Hyssopus officinalis*) ve adaçayı (*Salvia officinalis*) bitkilerinin çelikle üretiminde farklı dozlarda kullanılan IBA'nın etkilerini araştırmıştır.

Dişbudak türü ile ilgili olarak ise Kapucu ve ark. (1999) ve Çiçek (2002 ve 2004) tarafından doğal dişbudak ormanlarında ve ağaçlandırma sahalarında artım ve büyüme ile ilgili yapılmış çalışmalar bulunmasına rağmen vejetatif üretim ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Çiçek (2005) 1+0 ve 2+0 yaşlı fidanlardan alınan sert çeliklerle fidan üretimini araştırmış ve başarılı sonuçlar almıştır. Kızmaz (1996) değişik yaşlı fidanlardan alınan yumuşak çeliklerden sera ortamında hormonlu ve hormonsuz üretimini çalışmaları yapmıştır. Perez-Parron ve ark. (1994), Tonon ve ark. (2001) ve Preece ve ark. (1987) ise mikro üretim ile dişbudağın çoğaltılması çalışmaları yapmıştır. Van Sambeek ve ark. (2007) dişbudağın

çelikle üretiminin çok güvenilir bir üretim yöntemi olmadığını bunun yerine tohum, aşı, daldırma ve mikro üretimin daha kesin sonuçlar verdiğini iddia etmektedir. Çiçek ve ark. (2006, 2010) ise çelikle üretilen fidanların tohumla üretilenlere göre ilk yıllarda daha iyi büyüme performansı gösterdiğini belirlemişlerdir.

Geniş bir coğrafyada farklı ekolojik koşullarda yayılış gösterebilen dar yapraklı dişbudak hem kaliteli oduna sahip olması, hem hızlı gelişmesi ve hem de peyzaj düzenlemesinde aranan özelliklere sahip olması nedeniyle önemli bir ağaç türüdür.

Dolayısıyla bu çalışmanın amacı yeteri kadar araştırma yapılmayan dişbudağın sert çelikle çoğaltılmasıdır. Bu amaçla doğal meşcerelerde bulunan 10-15 yaşlarındaki bireylerden alınan çeliklere farklı ortamlarda farklı hormon uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada kullanılan sert çelikler türün Süleymaniye-Hendek-Sakarya yöresinde bulunan yaklaşık 10-15 yaşlarındaki doğal meşcerelerindeki ağaçlardan 2002 yılı Şubat ayında alınmıştır. Çelikler ağaçların tepelerinin üst kısımlarındaki dallarının son yıllık sürgünlerinden temin edilmiştir. Alınan çelikler naylon torbalara konularak aynı gün içinde laboratuvara taşınmış ve dikim zamanı olan mart ayının başına kadar buzdolabında ($2\pm 1^{\circ}\text{C}$) saklanmıştır.

Köklendirme ortamı olarak saf kum, %75 kum + %25 perlit ve %75 kum + %25 çakıl olmak üzere üç farklı ortam kullanılmıştır. Kum materyali 0.1–1.0 mm çapında, çakıl materyali ise 3.0–10 mm boyutlarındadır. Hazırlanan ortamlar ayrı ayrı iyice karıştırılmış ve sonra kaplara doldurulmuştur. Çalışmada ayık tipi kaplar (4x4x23 cm) kullanılmıştır. Hazırlanan kaplar doğu-batı istikametinde yaklaşık 12x6.5 m boyutlarında ve 4 m yükseklikteki naylon seraya, yerden 1 m yükseklikteki tezgâhlar üzerine yerleştirilmiştir. Kaplar çeliklerin dikiminden önce iyice sulanarak dikime hazır hale getirilmiştir.

Hormon olarak indol bütirik asit (IBA) ve indol asetik asit (IAA) kullanılmış ve bunların her birinin 0 (kontrol), 100, 200, 2500 ve 5000 ppm dozları denenmiştir. Toplam dokuz hormon dozu kullanılmıştır.

Yöntem

Araştırmada çelik tipi, köklendirme ortam ve köklendirme hormonu faktörlerinin çeliklerin köklenme yüzdesi ve kök sayısına etkisi araştırılmıştır. Çalışma rastlantı parselleri desenine göre üç tekrarlı gerçekleştirilmiştir. Her işlem kombinasyonunu temsilen 16 adet fidan kullanılmıştır. Buna göre; 2 çelik tipi (uç çelik, alt çelik) x 3 köklendirme ortamı (saf kum, %75 kum + %25 perlit, %75 kum + %25 çakıl) x 9 hormon (kontrol, IBA 100, 200, 2500, 5000 ile IAA 100, 200, 2500 ve 5000 ppm) x 16 çelik x 3 tekrar=2592 adet çelik kullanıldı. Ancak, uç çeliklerde hiç köklenme olmadığı için çalışma tek bir çelik tipi ile (alt çelik) yürütülmüş kabul edilmiştir. Buna göre deneme iki faktörlü deneme 3 ortam x 9 hormon şeklinde almıştır. Buna bağlı olarak istatistikler iki faktör üzerinden yapılmıştır.

Çalışma; doğu-batı istikametinde tesis edilen naylon serada (eni 6.5 boyu 12 ve yüksekliği 4 m havalandırma şekli önden) yerden 1 m yükseklikteki tezgâhlar üzerinde ayık tipi kaplarda yapılmıştır. Çelikler rastlantı parselleri deneme desenine göre tezgâhlara yerleştirilmiştir.

Dikimden hemen önce tüm çeliklerin alt uçları 2–3 cm yukarısından keskin bir bıçakla meyilli kesilerek yüzey tazelenmiştir. Çeliklerin dipten 2–3 cm'lik kısımları IBA ve IAA zayıf çözeltisinde (100 ve 200 ppm) 24 saat bekletilirken, yoğun çözeltiliye (2500 ve 5000 ppm) ise 5 saniye daldırdıktan sonra kaplara dikilmiştir. Dikim yapılan çeliklerde en az iki tomurcuğun toprak yüzeyinde kalmasına özen gösterilmiştir. Çelikler 2002 yılı Mart ayının ilk haftasında dikilmiştir.

Köklendirme süresi boyunca çeliklerin sulanması ve seranın havalandırması düzenli yapılmıştır. Mayıs ayının ortalarına doğru sıcaklığın artmaya başlaması ile sera örtüsünün üzeri gölgeleme amacıyla kireçlenmiştir. Dikimden yaklaşık 20 gün sonra tomurcuk patlaması görülmeye başlamıştır. Dikimin üçüncü haftasından itibaren çelik örneklerinin kallus ve kök oluşumu olup olmadığı takip edilmiştir. Çeliklerin dikildiği Mart ayı başından, söküldüğü Ağustos ayı sonuna kadar sera içi sıcaklık değerleri 09:00, 13:00 ve 17:00 saatlerinde her gün ölçülmüş ve sıcaklık değerleri bitki büyüme ve gelişmesi için uygun kabul edilen 15-30°C aralığında kalması sağlanmıştır. Ağustos ayının sonlarına doğru çelikler deneme desenine uygun şekilde sökülmüş, köklenen ve köklenmeyenler çelikler kaydedilmiştir. Köklenen çeliklerde ana gövdeye bağlı olan ve en az 1 cm uzunluğundaki kökler sayılmıştır. Böylece işlem kombinasyonlarına göre köklenme yüzdeleri ve köklenen çeliklerin kök sayıları belirlenmiştir.

Köklendirme ortamı ve hormonun çeliklerin köklenme yüzdesi ve kök sayısına etkisini belirlemek amacıyla elde edilen verilere deneme desenine uygun olacak şekilde varyans analizleri (ANOVA) uygulanmıştır ($p < 0.05$). Varyans analizi öncesinde değişkenlere ait verilerin normal dağılım gösterip göstermediği kontrol edilmiş ve gerekli dönüşümler uygulanmıştır. ANOVA sonuçlarının önemli bulunması halinde ortalamaların karşılaştırılması amacıyla "Tukey Testi" kullanılmıştır ($\alpha = 0.05$). Analizlerde SPSS paket istatistik programından yararlanılmıştır.

Bulgular

Elde edilen verilere uygulanan varyans analizleri sonucunda ortam ve hormon faktörü ile bunların etkileşiminin çeliklerin hem köklenme yüzdesi ve hem de kök sayısına etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$, Çizelge 1).

Çizelge 1. Ortam ve hormon faktörünün köklenme yüzdesi ve kök sayısına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

| Değişken | Kaynak | Serbestlik derecesi | Kareler ortalaması | F | P |
|------------------|----------------|---------------------|--------------------|---------|-------|
| Köklenme yüzdesi | Ortam | 2 | 1739.039 | 70.674 | 0.000 |
| | Hormon | 8 | 208.892 | 8.489 | 0.000 |
| | Ortam x hormon | 16 | 78.258 | 3.180 | 0.001 |
| | Hata | 54 | 24.607 | | |
| | Genel | 80 | | | |
| Kök sayısı | Ortam | 2 | 242.849 | 120.620 | 0.000 |
| | Hormon | 8 | 25.220 | 12.526 | 0.000 |
| | Ortam x hormon | 16 | 9.314 | 4.626 | 0.000 |
| | Hata | 54 | 2.013 | | |
| | Genel | 80 | | | |

Köklenme yüzdesi ve kök sayısına ilişkin ortalamaların karşılaştırılması aşağıda verilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Köklenme yüzdesi ve kök sayısına ilişkin ortalamaların karşılaştırılması

| Faktör | Seviye | Köklenme Yüzdesi | Kök Sayısı |
|--------|---------------|--------------------|------------|
| Ortam | Kum (kontrol) | 0.0 a ¹ | 0.0 a |
| | Kum + perlit | 15.5 b | 5.0 b |
| | Kum + çakıl | 11.3 c | 5.3 b |
| Hormon | Kontrol | 0.0 a | 0.0 a |
| | IBA 100 | 6.9 abc | 3.1 b |
| | IBA 200 | 9.7 bcd | 5.6 c |
| | IBA 2500 | 13.9 cd | 5.4 c |
| | IBA 5000 | 7.6 bc | 3.5 bc |
| | IAA 100 | 4.8 ab | 2.8 b |
| | IAA 200 | 9.7 bcd | 2.5 b |
| | IAA 2500 | 16.0 d | 4.1 bc |
| | IAA 5000 | 11.8 bcd | 4.1 bc |

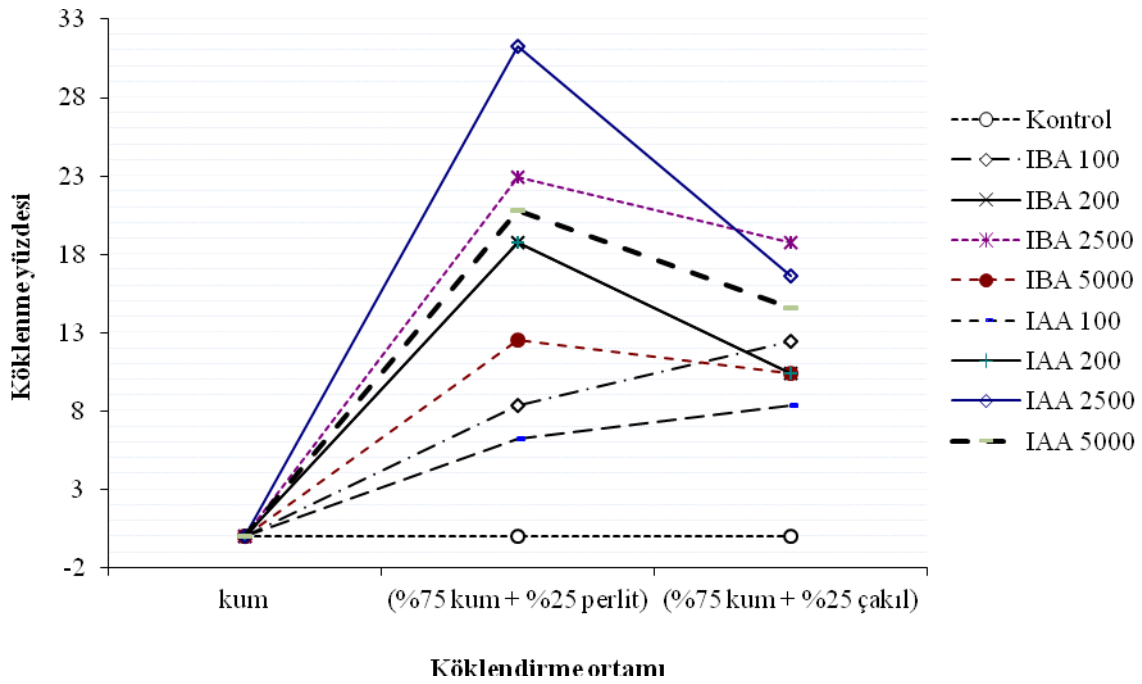
¹ Aynı faktör içinde sütunlarda aynı harflerle gösterilen ortalamalar farsızdır (P<0.05)

Ortam faktörüne göre ortalamalar dikkate alındığında saf kum (kontrol) ortamında hiç köklenme olmazken, kum + perlit ortamında ortalama %15.5 köklenme, kum + çakıl ortamında ise %11.3 oranında köklenme olmuş ve istatistiki fark çıkmıştır. Buna göre, kum + perlit ortamında kum + çakıl ortamından yaklaşık 1.5 kat daha fazla bir köklenme olmuştur. Kök sayısı bakımında ise köklenme olan kum + perlit ve kum + çakıl ortamları arasında istatistiki bir fark çıkmamıştır (P<0.05, Çizelge 2).

Hormon faktörüne göre ortalamalar değerlendirildiğinde hormon kullanılmayan kontrol işleminde hiç köklenme olmazken, en yüksek köklenme %16.0 IAA 2500 ppm'lik dozunda olmuştur. İkinci en yüksek köklenme % 13.9 ile IBA 2500 ppm'lik dozunda elde edilmiştir. En düşük köklenme yüzdesi %4.8 IAA olmuştur. Bu da en yüksek köklenmenin yaklaşık dörtte biridir. En fazla kök sayısı 5.6 adet kök ile IBA 200 ppm dozunda en az kök sayısı ise 2.5 adet kök sayısı ile IAA 200 ppm'lik dozunda elde edilmiştir (P<0.05, Çizelge 2).

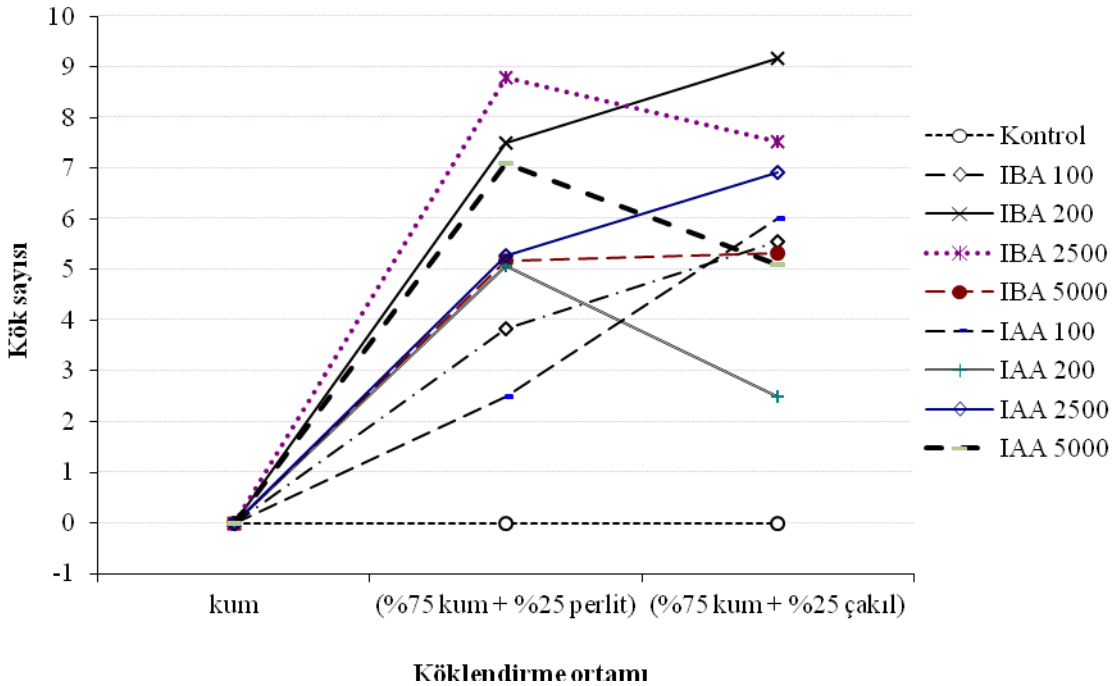
Köklendirme ortamı ile hormon etkileşiminin köklenme yüzdesine etkisi Şekil 1'de ve kök sayısına etkisi ise Şekil 2'de verilmiştir.

Faktör etkileşimi dikkate alındığında kum ortamında ve hormon kullanılmayan kum + perlit ve kum + çakıl ortamlarında hiç köklenme olmamıştır. Diğer ortamlarda köklenme elde edilmiştir. En yüksek köklenme kum + perlit ortamında %31.3 ile IAA 2500 ppm dozunda olurken, ikinci en yüksek köklenme %22.9 ile IBA 2500 ppm de elde edilmiştir. Kum + çakıl ortamında yine en yüksek köklenme IBA ve IAA 2500 ppm dozunda ve sırasıyla %18.8 ve % 16.7 olmuştur. Köklenme olan ortamlarda en düşük köklenme IAA 100 ppm dozunda gerçekleşmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Köklendirme ortamı x hormon etkileşiminin köklenme yüzdesine etkisi

Etkileşim grafiği incelendiğinde en fazla kök sayısı 9.2 adet kökle ile kum + çakıl ortamında ve 200 ppm IBA dozunda gerçekleşmiştir. Bunu 8.8 adet kök sayısı ile kum + perlit ortamı ve 2500 ppm IBA dozu izlemiştir. Köklenme elde edilen ortamlarda, en az kök sayısı (2.5 adet) kum + perlit ortamında 100 ppm IAA dozunda elde edilirken, yine kum + çakıl ortamında 200 ppm IAA işleminde aynı kök sayısı saptanmıştır.



Şekil 2. Köklendirme ortamı x hormon etkileşiminin kök sayısına etkisi

Tartışma ve Sonuç

Çalışmada esasen alt ve uç olmak üzere iki farklı sert çelik tipi kullanılmıştır. Ancak uç çeliklerde hiç köklenme gerçekleşmediğinden değerlendirmeler alt çelik tipi üzerinden yapılmıştır. Ortamın köklenmeye etkisi önemli bulunmuş, kum ortamında hiç köklenme ve buna bağlı olarak hiçbir kök oluşumu olmamıştır. Diğer ortamlarda ise hormon kullanılmayan kontrol işlemi hariç, diğer tüm işlemlerde belirli ölçüde köklenme ve buna bağlı olarak kök sayısı elde edilmiştir. Ayrıca köklendirme ortamı ile hormonun etkileşiminin köklenme yüzdesi ve kök sayısına etkisi de önemli bulunmuştur.

Yapılan çeşitli çalışmalar, çelikle üretimde gerek çeliğin alındığı anacın yaşı ve gerekse kullanılan çelik tipi (uç ve alt çelik) vejetatif üretimde köklenme yüzdesi üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Bu konuda yapılan bazı çalışmalarda dip çeliklerin orta ve uç çeliklere oranla daha yüksek başarı gösterdiği tespit edilmiştir. Williams ve ark. (1991) akçağaç (*Acer pseudoplatanus*), Kanwar ve ark. (1996) karaağaç ve çeşitli kavak tür ve melezlerinde yapılan bazı çalışmalarda dip çeliklerin daha başarılı olduğunu belirlemişlerdir (Hanses ve ark., 1981, Panetsos ve ark., 1994). Hercai karaağaçta 1+0 yaşlı fidanlardan alınan sert çeliklerin köklendirme çalışmaları araştırılmış ve fidanların alt ve uç bölümünden alınmış ve kalınlıklarına göre iki gruba ayrılmıştır. Çelik tipinin ve kalınlığının köklenme yüzdesine önemli düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir (Çiçek ve ark., 2005). Çelikle üretimde çeliklerin alındığı anacın yaşı arttıkça, çeliklerin köklenme oranı düşmekte ve çelik sağlığı azalmaktadır. Buna karşılık genç fidanlardan üretilen çeliklerin köklenme, gelişme ve yaşama yüzdeleri daha yüksek çıkmaktadır (Alan ve ark., 2001). Meşe türlerinden saplı meşe ve sapsız meşe türlerinde ortet yaşı arttıkça kök sayısının azaldığı bulunmuştur (Spethmann, 1986). Yine saplı meşenin 1 ve 2 yaşlı ortetlerden alınan çeliklerde IBA hormonu kullanmış, 1 yaşlı ortetlerde %94 oranında köklenme olurken 2 yaşlı ortetlerde, %68 oranında köklenme elde edilmiştir (Enescu, 1988). Dar yapraklı dişbudağın 1+0 ve 2+0 yaşlı fidanlarından alınan sert gövde çelikleri dip, orta ve uç bölümünden olmak üzere üç tipte alınmış, kalınlıklarına göre de ikişerli gruba ayrılmış ve fidanlık yastıklarına dikilmiştir. Çalışma sonunda çelik yaşı, çelik tipi ve çelik yaşı x çelik tipi etkileşiminin köklenme yüzdesini önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır (Çiçek, 2005). Van Sambeek ve ark. (2007) dişbudağın çelikle üretim çalışmalarından elde ettiği sonuçlarda çelikle üretimin çok güvenilir bir üretim yöntemi olmadığını, ancak tohum, aşı daldırma ve mikro üretimin daha iyi bir üretim şekli olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Perez-Parron ve ark. (1994), Tonom ve ark. (2001) ve Preece ve ark. (1987) tür ile ilgili mikro üretim çalışmaları yapmıştır. Çiçek ve ark. (2010) yine türle ilgili olarak tohumdan ve çelikten üretilen fidanların 3 yıllık arazi performanslarının karşılaştırıldığı çalışmada çelikle üretilen fidanların tohumdan yetiştirilen fidanlara oranla daha iyi çap ve boy artımı yaptığı belirlenmiştir. Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subs. *barbata*) çeliklerinin köklendirme çalışmalarında kök yüzdesi bakımından 1/0 yaşlı materyallerden alınan çelikler 2/0 yaşlı materyal çeliklerine göre takriben 4 kat daha fazla köklenme, 2 kat daha fazla kök adedi oluşturmuştur (Yahyaoğlu ve ark., 2002). Kalyoncu ve ark. (2008) perlit ortamında iğde yeşil uç çeliklerini, faklı sisleme ve IBA'nın farklı dozlarında köklendirmiş ve en yüksek köklenme % 85-90 nem seviyesindeki ortamda kontrol, 500 ppm ve 1500 ppm doz uygulamalarından (%100) elde etmiştir. Kök sayısı bakımından, en yüksek değeri % 85-90 nem seviyesinde, 500 ppm doz uygulamasından (18.8 adet/çelik) elde edilmiştir. Yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı üzere çelikle üretimde anaç yaşı ve çeliğin tipi başarıyı önemli düzeyde etkilemektedir. Dolayısıyla çelikler daha genç bireylerden alınmış olsaydı daha yüksek köklenme beklenebilirdi.

Köklendirme ortamı ve hormon etkileşimine göre en yüksek köklenme kum + perlit ortamında %31.3 ile 2500 ppm IAA dozunda olurken, kum + çakıl ortamında 2500 ppm IBA ve IAA dozlarında (%18.8 ve 16.7) gerçekleşmiştir. Köklenme olan her iki ortamda ve köklenen çeliklerde en düşük köklenme %6.2 ile IAA 100 ppm dozunda olmuştur (Şekil 1).

Farklı orman ağacı türleri üzerinde yürütülen köklendirme çalışmaları hormon kullanımının çeliklerin köklenme yüzdesi üzerine olumlu etkisinin olduğunu ortaya koymuştur. Ancak bazı çalışmaların bunun aksine sonuç verdiği tespit edilmiştir. Örneğin, Kızmaz (1996) yalancı akasya türünün çelikle çoğaltılması üzerine yaptığı bir çalışmada köklendirme hormonu olarak IBA kullanmış ve köklenme, hormon kullanılmayan kontrol işlemlerinde daha fazla gerçekleşmiştir. Yine aynı çalışmada dar yapraklı dişbudak hormonsuz yumuşak çeliklerinin köklenmesinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Kızmaz, 1996). Bu bilgiler dikkate alındığında, yumuşak dişbudak çeliklerinin köklenmesine hormon seviyesinin olumsuz etki yaptığı ancak sert çeliklerin köklenmesine ise olumlu etki yaptığı ortaya çıkmaktadır. Yüksek dozlarda (konsantrasyonlarda) kullanılan hormonlar çeşitli türler için zararlı sonuçlar verebilmektedir. Yüksek dozlar tomurcukların gelişmesini engelleyebilir veya yaprakların sararıp dökülmesine neden olabilir. Genellikle zehirli konsantrasyon seviyesinin hemen altındaki bir konsantrasyon, kök uyarımı bakımından çok elverişli olarak mütalaa edilmektedir (Hartman ve Kester, 1997).

Bu çalışmada en yüksek kök sayısı 9.2 adet ile kum + çakıl ortamında ve 200 ppm IBA dozunda olmuştur. Buna yakın bir ise 8.8 adet ile kum + perlit ortamında ve 2500 ppm IBA dozunda sağlanmıştır. Köklenme elde edilen ortamlarda ve köklenen çeliklerde en az kök sayısı (2.5 adet) kum + perlit ortamında 100 ppm IAA dozunda sağlanırken kum + çakıl ortamında yine 200 ppm IAA dozunda sağlanmıştır (Şekil 2). Kısaca, ortam ile hormon etkileşiminin kök sayısını etkilediği saptanmıştır. Akbulut ve ark. (2015) mavi yemişlerde sert çelikle üretiminde farklı (IBA ve IAA) dozun köklenme üzerine köklenme yüzdesi ve kök sayısına etkisi araştırmış ve en iyi köklenme IBA hormonunda (%51) en yüksek kök sayısı (5.9) yine aynı hormonun 500 ppm gerçekleşmiş ve fidan üretiminde uygun hormon dozları ile başarılı şekilde çelikle üretimin yapılabileceğini belirtmiştir. Kara ve ark. (2011) biberiye, çördükotu ve adaçayı bitkilerinin çelikle çoğaltımı üzerine, IBA dozlarının etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada doz etkili olmuştur. Bu bitkilerde IBA'nın 4000 ppm dozunda bitkilere göre sırasıyla % 85.0, 82.3 ve 81.0 köklenme oranı ve 28.8, 21.6 ve 10.6 adet kök sayısı tespit edilmiştir.

Ağaçlandırmalarda fidanların başarılı bir şekilde yaşama ve gelişmesi kök yapısı ve sayısı ile yakından ilişkilidir. Bu yüzden genel olarak fidanların zengin saçak kök yapısına sahip olması istenir (Kızmaz, 1996). Bu amaçla iyi bir kök yapısına sahip materyallerin üretilmesi büyük önem taşımaktadır. Köklendirilen çeliğin küçük ve kılcak kök bakımından zayıf bir kök yapısı ile arazi koşullarında başarı sağlamak oldukça zordur. Onun için köklendirmede ve kök yapısı üzerinde etkili hormonlar tek tek olabileceği gibi birbiriyle karıştırılarak kullanılması, bunların tek başlarına kullanılmalarına oranla bazı durumlarda daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Eşit miktarda hormon karışımlarında değişik türlerde çeliklerin köklenmesini daha fazla teşvik ettiği ve kök miktarının, bu maddelerin tek tek kullanılmasına oranla, daha fazla olduğu bulunmuştur (Hartmann ve Kester, 1997). Bundan dolayı araştırmada kullanılan IBA ve IAA hormonlarının ikisinin birlikte, değişik oranlarda kullanılması ile daha etkili sonuçlar elde edilebilir.

Öneriler

Dar yapraklı dişbudak çok değerli odunu ve hızlı gelişme yeteneği ve ayrıca peyzaj düzenleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılması nedeniyle önemli bir ağaç türüdür.

Bu araştırmada kullanılan ortamlardan daha farklı ortamlar, özellikle turba içeren ortamlar kullanılması durumunda daha yüksek köklenme sağlanabilir. Çelikle üretimde en yaygın olarak kullanılan materyalin perlit ve torf olduğu bilinmektedir. Bu amaçla daha yüksek köklenme için torf ve perlitin değişik oranlarda kullanıldığı köklendirme ortamlarının kullanılması önerilebilir. Köklendirme ortamı x hormon etkileşiminin köklenme ve kök sayısına etkili olması daha farklı ortam ve hormonların denenebileceğini ortaya koymaktadır.

Çalışmaya göre, sert çelikle çoğaltmada uç çeliklerde köklenme olmadığında, sert çelikle çoğaltmada alt çelikler kullanılmalıdır. Türün sert çelikle köklendirilmesinde çeliklerin daha genç bireylerden alınması başarıyı arttıracaktır. Türün daha değişik yaşlardaki bireylerinden çelik alınarak türde yaşın köklendirme üzerine etkisi araştırılabilir. Bu çalışmada IBA ve IAA hormonlarının değişik dozları tek başına kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre köklenme yüzdesi ve kök sayısında öne çıkan hormon dozları birlikte uygulanabilir. Böylelikle daha yüksek köklenme sağlanabilir.

Genel olarak tüm yapraklı türlerde yeşil çeliklerin daha yüksek köklenme sağladığı bilinmektedir. Bu anlamda farklı yaşlardaki ağaçlardan alınacak yeşil çeliklerin köklendirilmesi araştırılabilir.

Sınırlı imkânlar nedeniyle bu çalışmada otomatik sera kullanılamamıştır. Bilindiği gibi sıcaklık ve nem kontrolünün köklenme üzerine önemli etkisi vardır. Nemin ve sıcaklığın sisleme ile kontrol edildiği yeterli gölgelemenin sağlandığı sera koşullarında daha yüksek köklenme veya başarı beklenebilir.

Kaynaklar

- Akbulut M, Bakoğlu N ve Baykal H 2015. Mavi yemişlerde (*Vaccinium corymbosum*) Çelikle Üretimde Farklı Hormon Dozlarının Köklenme Üzerine Etkisinin İncelenmesi *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 Ormançılar Derneği, I. Ulusal Ormancılık Kongresi. Sayfa 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**, Ankara.
- 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.
- Coşkun, S 2002. Batı Karadeniz bölgesinde bazı ibrelili ve yapraklı türlerin çelikle köklenmesi üzerine araştırmalar. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Teknik Bülten No: **7**, Bolu.
- 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)**. Sayfa 21-26.
- Çiçek E, Tilki F, Özbayram A K ve 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. and Yılmaz, M. 2002. The importance of *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* as a fast growing Tree for Turkey, In: Proceedings IUFRO Meeting Management of Fast Growing Plantations, 11-13 September 2002, İzmit. Pp. 192-200.
- Çiçek, E 2002. Adapazarı Süleymaniye subasar ormanında meşcere kuruluşları ve gerekli silvikültürel önlemler. Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Çiçek, E 2004. Dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus agustifolia* Vahl.) plantasyonlarında bazı meşcere özelliklerinin silvikültürel yönden değerlendirilmesi. G. Ü. *Orman Fakültesi Dergisi*. **4:2**, 205-219.
- Çiçek, E 2005. Dar yapraklı dişbudağın (*Fraxinus agustifolia* Vahl.) çelikleri üretimi. G. Ü. *Orman Fakültesi Dergisi*. Cilt:5 No:1

- Çiçek E, Tilki F ve Çiçek N, 2006. Field Performance of Narrow-leaved Ash (*Fraxinus angustifolia* Valh.) Rooted Cuttings and Seedlings. *Journal of Biological Sciences* 6 (4): 750-753.
- Enescu, V 1988. Research studies on Oak cutting (*Quercus robur* L.) premises for the Improvement Based on clonal selection. *Silvea Genetica* 37, 3-4.
- Fraxigen, 2005. Ash species in Europe: Biological characteristics and practical guidelines for sustainable use. A summary of findings from the Fraxigen project EU project EVK-CT-00108. Oxford Forestry Institute, University of Oxford, UK. pp: 128.
- 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**.
- Hanses E A and Tolsted D N 1981. Effect of cutting diameter and stem or branch position on establishment difficult-to root clone of a *Populus alba* hybrid. *Can. J. of For. Res.* **11:3**, 723-727.
- Hartmann T H and Kester D E 1997. Plant propagation: Principles and Practices, Sixth Edition, Prentice Hall, s. 770.
- Kalyoncu H, Ersoy N ve Yılmaz M 2008. Seleksiyon İslahıyla Belirlenen Bir İğde (*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
- Kanwar B S, Bhardwaj S D and Shamet G S 1996. Vegetatif propagation of *Ulmus laevigata* by stem cutting. *Journal of Tropical Forest Science*, **8:3**, 333-338.
- 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 Derim Dergisi*, **28 (2)**:71-81.
- Kapucu F, Yavuz H ve Gül A U 2002. 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.
- Kızmaz, M 1996. Bazı yapraklı ağaç türlerinin vejetatif yolla üretilmesi üzerine bir araştırma. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: **262**.
- Panetsos K P, Scaltsoyiannes A V and Alizoti P G 1994. Vejetatif propagation of *Platanus orientalis* x *Platanus occidentalis* F1 hybrids by stem cutting. *Forest Genetics*. **1:3**, 125-130.
- Perez-Parron M A, Gonzales-Bonito M E and Perez C 1994. Micropropagation of *Fraxinus angustifolia* from mature and juvenile plant material *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, **37, (3)**: pp. 297–302
- Preece P, Christ L, Enenberger J and Zhao J 1987. Micropropagation of ash (*Fraxinus*) Comb. *Proc. Int. Plant Prop. Soc.*, **37**, pp. 366–372
- Sarıbaş, M 1995. Yalancı akasyanın Türkiye ormancılığındaki önemi. Kök ve gövde çelikleri ile üretimi, I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt No: **4**, Sayfa 113-118.
- Schroeder W R and Walker D S 1990. Effect of cutting position on rooting and shoot growth of two poplar clones. *New Forests*. **4:4**, 281-289.
- Spethmann W and Hamzah A 1987. Growing hormone induced root system types in cuttings of some broad leaved tree species. International Symposium on Propagation of Ornamental Plants.
- Tonon G, Capuana M and 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, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 3395/442, 715 s., İstanbul.
- Van Sambeek J W and Preece J E 2007. Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits, pp. 179–192.
- Willias A, Mayhead G J and Good J E G 1991. Vegetative propagation of sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.). *Quarterly J. of Forestry*. 85:3, 179-182.
- Yahyaoğlu Z, Ayan S, Gerçek V ve Şahin A 2002. *Alnus glutinosa* subsp. *barbata* çeliklerinde köklendirme denemeleri. II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, II. Cilt, Sayfa 423-430, 15-18 Mayıs. Artvin.