

## Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) Yeşil Uç Çeliklerinin Köklenmesi Üzerine Farklı Hormon ve Nispi Nem Uygulamalarının Etkisi

İsmail Hakkı KALYONCU\*<sup>1</sup> Nilda ERSOY<sup>1</sup> Metin AYDIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 42031 Kampüs-Konya/Türkiye

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi, Sarayönü Meslek Yüksekokulu, 42430 Sarayönü-Konya/Türkiye

\*Yazışma yazarı: kalyon@selcuk.edu.tr

**Özet:** Bu çalışmada, Konya İli Alaaddin Keykubat kampus alanında yetişen bir mahlep (*Prunus mahaleb* L.) tipinden erken Haziran (3 Haziran) tarihinde, yıllık sürgünlerinden alınarak hazırlanan yeşil uç çelikleri, "Sisleme Sisteminde" % 85-90 ve % 95-100 hava nispi nem ortamı, Indol-3-Butirik Asit'in (IBA) uygulanan 5 farklı konsantrasyonu (0, 500, 1500, 2500 ppm ve 3500 ppm) ve perlit (0.0-5.0 mm) köklendirme ortamında köklendirmeye tabi tutulmuştur. Araştırmada, dikilen mahlep çeliklerinin tümünün canlı kaldığı ve yüksek oranda köklendiği belirlenmiştir. Çeliklerde kalluslanma en yüksek, % 95-100 nem seviyesindeki kontrol grubundan (% 41.50) elde edilmiştir. Köklenme oranı % 95-100 nem seviyesinde, 2500 ppm ve 3500 ppm doz uygulamalarından (% 100) elde edilmiştir. Çeliklerde köklenme yüzey uzunluğu, en fazla % 95-100 nem seviyesinde 3500 ppm doz uygulamasında (4.196 cm) belirlenmiştir. Kök sayısı bakımından, en yüksek değer % 95-100 nem seviyesindeki 3500 ppm doz uygulamasından (27.667 adet/çelik) elde edilmiştir. En uzun kök yine % 95-100 nem seviyesinde, 3500 ppm doz uygulamasından (5.958 cm), en kısa kök ise % 95-100 nem seviyesinde, 2500 ppm doz uygulamasından (0.204 cm) elde edilmiştir. Çeliklerde kök dallanması, yine en yüksek % 85-90 nem seviyesinde 3500 ppm doz uygulamasında (2.958 adet/çelik) belirlenmiştir. Mahlep yeşil çelik köklendirmesinde % 95-100 nem seviyesi, % 85-90 nem seviyesine göre daha yüksek değerler göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Mahlep, yeşil uç çelik, sisleme sistemi, nem, hormon, köklendirme

### The Effects of Some Hormone and Humidity Levels on Rooting of Mahaleb (*Prunus mahaleb* L.) Softwood Top Cuttings

**Abstract:** In this research, softwood top cuttings were taken from one of mahaleb (*Prunus mahaleb* L.) type grown in Konya Alaaddin Keykubat campus in early June. The softwood cuttings of the mahaleb's were rooted in pumice medium (0.0-5.0 mm) under misting system after treating with 0 (control), 500, 1500, 2500 ppm and 3500 ppm Indole-3-Butyric Acid (IBA) under 2 different humidity of 85-90 % and 95-100 %. In the research, all the cuttings getting alive and rooted high ratio. The highest ratio of cutting callus formation was found control group (% 41.50) in % 95-100 humidity level. The highest rooting was found from control, 2500 ppm and 3500 ppm hormone doses to be 100 % in 95-100 % relative humidity. The highest rooting area length was found 3500 ppm hormone dose (4.196 cm) in 95-100 % relative humidity. In point of root number, the highest number was found from 3500 ppm hormone level application (27.667 number/cutting) in % 95-100 humidity level. The longest root was found from control group (5.958 cm) in 95-100 % humidity level, the shortest one was found from 2500 ppm IBA dose (0.204 cm) in 95-100 % humidity level. The highest root branching was found 3500 ppm hormone dose (2.958 number/cutting) in 95-100 % humidity level. 95-100 % humidity level was found better than 85-95 % humidity level for rooting of mahaleb softwood cutting.

**Key words:** Mahaleb, softwood top cutting, misting system, humidity, hormone, rooting

### Giriş

Mahlep ağacı *Rosaceae* familyası, Mahlep Batı Asya' da çok yaygın olarak *Prunoidea* alt familyasının bir üyesidir. yetişmekle birlikte, Doğu ve Orta Avrupa'

nın ılık ve kuru iklime sahip olan yerlerinde de yetişmektedir (Aydın ve Ögüt, 2002).

Mahlep ağacı kayalık ve güneşli yerlerde yetişir. Yapraklarını döken küçük ağaç yada ağacık formunda ve beyaz kokulu çiçekleri vardır. Bu tür, hastalıklara karşı dirençli ve duyarsızdır, dolayısıyla kiraz (*Prunus avium*) ve Marasca vişnesine (*Prunus cerasus* var. marasca) anaç olarak kullanılmaktadır (Moreno ve ark. 1996).

Türkiye'deki mahlep üretim alanlarının yaklaşık 18.375 ha olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye'den toplanan mahleplerin büyük bir kısmı ihraç edilmektedir. Türkiye'de yöresel ilaçlarda tonik ya da anti diyabetik olarak, turta ve şekerlemelerde ise tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır. Mahlep çekirdekleri, önemli bir protein ve yağ asitleri kaynağıdır. Çekirdeklerinden elde edilen yağ, vernik hazırlamada çok değerlidir (Sezik ve Başaran, 1985).

Sezik ve Başaran (1985), mahlep ağaçlarından ilaç eldesi ve ihracatında Amasya ve Tokat illerimizin iki önemli merkez konumunda olduklarını bildirmektedirler. Ağaca verilen isim bölgelere göre değişim göstermekte; Zile (Tokat)'de endulus, Amasya ve Tokat'da mahlep yada melhem; Merzifon (Amasya)'da idris yada pis ağaç olarak adlandırılmaktadır.

Sürgün çeliklerinde adventif kök oluşumu genetik, çevresel ve içsel faktörlerle düzenlenen kompleks bir işlemdir (Haissig ve Davis, 1994; Hartmann ve ark. 1997; Husen ve Pal, 2000, 2001a; 2007c; Husen, 2007; Casson ve Lindsey, 2003; Smart ve ark. 2003; Bakshi ve ark. 2005; Ludwig-Müller ve ark. 2005; Zalesny ve ark. 2005). Doğal genetik değişimler nedeniyle aynı lokasyonda denenen genotipler arasında köklenme kabiliyeti bakımından farklı sonuçlar alındığı pek çok çalışmada rapor edilmiştir (Haines ve ark. 1992; Husen ve Pal, 2003a; Husen, 2004). Anaç bitkilerden alınan genç çeliklerdeki adventif kök oluşumu pek çok çalışmada umut verici bulunmuştur (Husen, 2004; Husen ve Pal, 2007c). Oksinler hücre bölünmesi, hücre uzaması ve farklılaşmayı içeren pek çok işlemi etkileyerek bitkinin

büyüme ve gelişmesini düzenleyebilmektedirler (Srivastava, 2002).

Sürgün çeliklerine oksin uygulamaları köklenme başlaması, çıkış ve kök taslaklarının gelişmesi boyunca metabolik değişimlerde önemli rol oynamaktadır. Kök taslaklarının oluşumu ve gelişiminin temel fizyolojik ve biyokimyasal yönlerinin anlaşılması için birtakım girişimlerde bulunulabilmektedir (Haissig ve Davis, 1994; Pal, 1995; Liu ve ark. 1996; 1998; Güneş, 2000; Husen ve Pal, 2001b; 2007a; Smart ve ark. 2003; Ludwig-Müller ve ark. 2005; Rout, 2006). Köklenme için çeliklerdeki karbonhidrat içeriği çok önemlidir ve adventif kök oluşumu boyunca karbonhidratlar çeliğin bazal kısmında birikmektedirler (Haissig, 1984). Oksinler çeliğin üst kısımlarında ve yapraklarında bulunan karbonhidratların köklenme bölgesine doğru hareket etmelerinde önemli rol oynarlar (Nanda ve ark. 1972; Altman ve Wareing, 1975; Haissig, 1986; Husen ve Pal, 2007a). Oksinler kök oluşumunda hidroliz enzimlerinin aktivitesinin artmasıyla nişastanın hareketinin artmasını ve böylece şekerlerin elverişliliğinin artmasını teşvik etmektedirler (Altman, 1972). Bazı türlerde fotosentezle elde edilen şekerler çeliğin bazal kısmına taşınarak adventif kök olumunu uyarmaktadır (Davis ve Potter, 1981; Bakshi ve Husen, 2002). Metabolik markörler olarak bilinen enzimler, bitki gelişme ve farklılaşması boyunca değişim göstermektedir (Bhattacharya, 1988). Çeliklerin köklenme bölgelerindeki enzim aktiviteleri, köklerde hücrel farklılaşmanın kolay, hızlı ve güvenli olmasını sağlayabilmektedirler (Husen ve Pal 2007a).

Bu çalışmada, mahlebin yeşil uç çeliklerinin köklenme durumları belirlenmeye çalışılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Konya ili Alaaddin Keykubat kampus alanında yetişen mahlep (*Prunus mahaleb* L.) tipinden erken Haziran (3 Haziran) tarihinde, yıllık sürgünlerden alınarak hazırlanan yeşil uç çelikleri araştırmanın biyolojik materyalini oluşturmuştur. Yeşil

uç çeliklerinin köklendirildiği ortamın üst kısmını % 85-90 ve % 95-100 hava nispi nem seviyesindeki iki farklı ortam, alt kısmını çeliklerin içine yerleştirildiği ve köklendirildiği ortam olarak iri tarım perliti (0.0-5.0), bitki büyüme düzenleyicisi olarak ise Indol-3-Butirik Asit'in (IBA) değişik dozları [0 (kontrol), 500, 1500, 2500 ppm ve 3500 ppm] kullanılmış ve bunlar çalışma materyalini oluşturmuştur.

#### Yöntem

Araştırma, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama serasında bulunan "Sisleme Ünitesinde" yürütülmüştür. Yeşil uç çelikleri, bir yıllık sürgünlerin en uç kısmından, üzerinde 1-2 yaprak çifti taşıyacak şekilde, 15-25 cm boyunda, 2.5-3.5 mm kalınlığında, yumuşak odunlaşmanın başladığı en dip kısmındaki gözün 1-2 cm altından meyilli bir şekilde kesilerek, her bir sürgünden bir adet yeşil uç çeliği şeklinde hazırlanmıştır (Kalyoncu, 1996).

Araştırmada Indol-3-Butirik Asit'in (IBA) (% 50' si % 95' lik etil alkol ve % 50' si saf su olmak üzere), 0 ppm (kontrol), 500 ppm, 1500 ppm, 2500 ppm, 3500 ppm' lik konsantrasyonları uygulanmıştır. Uygulamada demetler halindeki çeliklerin 1-2 cm'lik dip kısımları beş saniye süreyle IBA çözeltisi içerisinde tutulmuş ve çıkarıldıktan sonra alkolün uçması için de kısa bir süre bekletilmiştir. Sıra üzeri ve sıra arası 10 x 10 cm olacak ve çelik boylarının 1/3'ü dışarıda kalacak şekilde, sisleme sisteminde köklendirme ortamı olarak kullanılan süper iri tarım perliti içerisinde dikilmişlerdir (Kalyoncu, 1996).

Çelikler, sisleme ünitesinin nispi nemi birbirinden bağımsız olan bölümlerinde % 85-90 ve % 95-100 nem seviyesinde tutulmuşlardır. Köklendirme ortam sıcaklığı 18-20°C, hava sıcaklığı 29-31°C arasında olmuştur. İki farklı hava nispi nem ortamında ve farklı hormon dozu uygulamaları yapılarak yürütülen bu araştırma tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzeyde üç tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her bir tekerrürde 8 adet çelik kullanılmıştır. Mahlep çelikleri 4

hafta süreyle sisleme sisteminde köklendirmeye tabi tutulduktan sonra çeliklerde şu incelemeler yapılmıştır; çeliklerde canlılık (adet), çelik uzunluğu (cm), kalluslanma durumu (%), köklenme oranı (%), çelik çapı (cm), köklenme yüzey uzunluğu (cm), kök sayısı (adet/çelik), en uzun kök boyu (cm), en kısa kök boyu (cm), kök dallanması (adet/çelik), çelik kök çapı (cm). İncelenen bu özellikler bakımından ölçüm ve sayımlar yapılarak, Kalyoncu (1996)'ya göre değerlendirilmiştir. Özellikler her tekerrürde bulunan 8 adet çelikte incelenmiştir. Köklendirmeye alınan çelikler, uygulama süresince yakından takip edilerek sıcaklıkları ve nem düzeyleri kontrol edilmiştir. Elde edilen veriler, buna göre istatistiksel analizlere tabi tutulmuş bu analizlerde "MINITAB" bilgisayar paket programı kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar Duncan testiyle kontrol edilmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).

#### Bulgular ve Tartışma

Araştırmada köklenmeye tabi tutulan mahlep çeliklerinde kalluslanma durumu (%), köklenme oranı (%), köklenme yüzey uzunluğu (cm), kök sayısı (adet/çelik), en uzun kök boyu (cm), en kısa kök boyu (cm), kök dallanması (adet/çelik) gibi karakterler istatistiki olarak incelenmiş ve bu karakterlere ait ortalamalar ve Duncan testi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çelikler canlılık bakımından incelendiğinde Çizelge 1'den de anlaşılacağı gibi kontrol gurupları dahil tüm uygulamalarda ve tekerrürlerde kullanılan 8'er adet olmak üzere 24 adet çeliğin tümünde % 100 canlılık elde edilmiştir. Çelik boyları 15-25 cm, çelik kalınlıkları ise 2.5-3.5 mm arasında olmuştur.

Çeliklerde kalluslanma ve köklenme oranı bakımından nem seviyeleri, IBA dozları arasındaki farklar ve nem seviyesi x IBA dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. En yüksek kalluslanma oranı % 95-100 nem ortamındaki kontrol grubundan (% 41.7) elde edilirken, en düşük kalluslanma oranı ise 1500 ppm ve 3500 ppm doz uygulamalarından (% 0.0) elde edilmiştir.

Çizelge 1. Mahlep yeşil uç çeliklerinde nem seviyesi ve hormon dozu uygulamalarının çelik özelliği üzerine etkileri

Çelik Özellikleri	Nem Seviyeleri	IBA Hormon Dozları (ppm)					Nem Ortalama
		0 (kontrol)	500	1500	2500	3500	
Kallus Durumu (%)	% 85-90	33.340 ±0.144	4.200 ±0.072	12.500 ±0.760	33.340 ±0.144	16.670 ±0.072	20.010 ±0.341
	%95-100	41.700 ±14.400	8.340 ±7.200	0.000 ±0.000	4.200 ±7.200	0.000 ±0.000	10.850 ±17.600
Hormon Ortalama		37.520 ±13.700	6.270 ±6.800	6.250 ±0.553	18.770 ±19.000	8.340 ±10.200	15.430 ±28.000
Köklenme Oranı (%)	% 85-90	70.840 ±26.000	62.500 ±12.500	45.840 ±18.000	45.840 ±19.100	54.170 ±7.200	55.840 ±46.500
	%95-100	79.170 ±7.200	83.340 ±19.100	95.840 ±7.200	100.000 ±0.000	100.000 ±0.000	91.670 ±12.200
Hormon Ortalama		75.010 ±17.700	72.920 ±18.400	70.840 ±64.900	72.920 ±32.000	77.090 ±25.500	73.760 ±35.500
Köklenme Yüzey Uzunluğu (cm)	% 85-90	0.354a ±0.130	0.513a ±0.265	0.696a ±0.395	0.979a ±0.308	0.633a ±0.151	0.635b ±0.313
	% 95-100	0.542d ±0.201	1.063d ±0.313	2.354c ±0.220	3.313b ±0.875	4.196a ±0.397	2.293a ±1.463
Hormon Ortalama		0.448c ±0.183	0.788c ±0.397	1.525b ±0.952	2.146a ±1.406	2.415a ±1.970	1.464 ±1.338
Kök Sayısı (adet/çelik)	% 85-90	2.500a ±1.111	2.792a ±1.394	3.125a ±0.750	2.958a ±2.130	3.875a ±0.125	3.050b ±1.188
	% 95-100	5.167c ±0.520	3.750c ±3.403	16.125b ±1.352	18.625b ±5.580	27.667a ±5.377	14.267a ±9.760
Hormon Ortalama		3.833c ±1.654	3.271c ±2.384	9.625b ±7.187	10.792b ±9.376	15.771a ±13.468	8.658 ±8.900
En Uzun Kök (cm)	% 85-90	1.358a ±0.767	1.071a ±0.541	0.983a ±0.892	0.692a ±0.397	0.713a ±0.066	0.963b ±0.573
	% 95-100	2.479c ±0.928	4.225b ±0.574	5.792a ±0.711	5.000ab ±0.783	5.958a ±0.794	4.691a ±1.463
Hormon Ortalama		1.919b ±0.978	2.648ab ±1.798	3.388a ±2.731	2.746a ±2.424	3.335a ±2.917	2.827 ±2.187
En Kısa Kök (cm)	% 85-90	0.458 ±0.292	0.450 ±0.319	0.254 ±0.246	0.204 ±0.125	0.263 ±0.127	0.326b ±0.228
	%95-100	0.508 ±0.227	0.983 ±0.238	0.263 ±0.283	0.825 ±0.243	0.963 ±0.548	0.848a ±0.336
Hormon Ortalama		0.483 ±0.235	0.717 ±0.386	0.608 ±0.455	0.515 ±0.382	0.613 ±0.523	0.587 ±0.387
Kök Dallanması (adet/çelik)	% 85-90	0.167 ±0.289	0.292 ±0.191	0.125 ±0.217	0.125 ±0.217	0.125 ±0.125	0.167b ±0.193
	%95-100	0.583 ±0.260	2.042 ±0.754	2.917 ±1.822	1.917 ±0.794	2.958 ±1.003	2.083a ±1.265
Hormon Ortalama		0.375 ±0.335	1.167 ±1.077	1.521 ±1.919	1.021 ±1.111	1.542 ±1.678	1.125 ±1.319

<sup>a,b,c,...</sup>: Aynı satırda ayrı harf bulunduran ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

En yüksek köklenme oranı, % 95-100 nem seviyesindeki ortamda 2500ppm ve 3500ppm doz uygulamalarından (% 100) elde edilmiştir. Nem seviyeleri bakımından % 95-100 nem seviyesinde, % 85-90 nem

seviyesine göre daha yüksek oranda kök oluştuğu belirlenmiştir. En düşük kök oranının ise, % 85-90 nem seviyesinde, 1500 ppm ve 2500 ppm doz uygulamalarında (% 45.84) olduğu

görülmüştür. Rather ve ark. (2005), anaç üretimi amacıyla sıfır enerji kullanımıyla oluşturulan nemli koşullarda mahlep (*Prunus mahaleb*) ve kiraz (*Prunus avium*) çeliklerini kullanmışlardır. Çelikleri 3 farklı dönemde (yapraklanmadan 6, 8 ve 10 hafta sonra) almışlar ve 4 farklı IBA (0, 3000, 6000 ppm ve 9000 ppm) dozları uygulamışlardır. Ortamdaki nem oranının artması ve sıcaklığın bir miktar yükselmesi çeliklerdeki kök oluşumunu arttırmıştır. İki anacın çeliklerinde adventif kök oluşturma açısından kabiliyetleri farklı bulunmuştur. Mahlep çeliklerinin köklenme oranı daha yüksek bulunmuştur. Farklı IBA uygulamaları arasında 6000 ppm lik doz etkili bulunmuştur. Dönem olarak ise yapraklanmadan 8 hafta sonra alınan çelikler daha iyi sonuç vermişlerdir. Kalyoncu ve Ecevit (1995), kızılıç yeşil çeliklerinde, 4000 ppm IBA uygulaması ve farklı yüksek nem seviyelerinde yaptıkları çalışmada % 98.33 oranında yüksek köklenmenin olduğunu, kalluslanmanın kontrol grubunda elde edildiğini, buna karşın 4000 ppm IBA doz uygulamasında kalluslanmaya rastlamadıklarını bildirmişlerdir. Kalyoncu (1996) da, kızılıç yeşil çeliklerinde farklı nem ve hormon dozu uygulamalarıyla, perlit ortamındaki köklendirme çalışmalarında yeşil çeliklerin hiçbir zarara uğramadan oldukça başarılı köklendiğini ve bunun yanı sıra perlitin de çeliklerin köklendirilmesinde ideal bir köklendirme ortamı olduğunu bildirmektedir. Hormon dozu uygulamalarının köklendirmeyi kolaylaştırarak, kök oluşumunu da artırdığını ifade etmektedirler. Ayrıca hormon uygulaması ile kalluslanmanın düşük kaldığı ve kalluslanma yerine köklenmenin teşvik edildiğini bildirmektedir. Kalyoncu ve Özer (2000), gilaburu yeşil çeliklerinin erken Haziranda, değişik nem seviyeleri, değişik IBA doz uygulamaları ve perlit ortamındaki köklendirme denemesinde kontrol gruplarında kalluslanmanın daha yüksek olduğunu ve kalluslanmanın % 85-90 nem seviyesinde, % 95-100 nem seviyesinden daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Mahlep yeşil çeliklerinin köklendirilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen

sonuçlar, diğer araştırmacıların yeşil çelik köklendirme denemelerinden elde ettikleri sonuçlarla uyum göstermektedir (Dmitrienko, ve ark.1984; Ivanicka and Cvopa, 1977; Ivanicka, 1988; Özbek ve ark., 1961; Suriyapananont, 1990; Zora ve ark. 1986; Özer ve Kalyoncu, 2007; Kalyoncu ve ark., 2007).

Zhang ve ark. (2004), *Prunus tomentosa*, CAB, Gisela 5, Gisela 6 ve Colt gibi anaçlar üzerinde çalışmışlardır. Bu amaçla Haziran başlarında sağlıklı damızlık anaçlardan uzun çelikler (15 cm) hazırlamışlardır. Çeliklerin tepe kısımlarında 2-3 yaprak bırakıp diğerlerini koparmışlardır. Köklendirme ortamı, dere kumu olmuştur. Çelikler 1000 mg/l ABT köklendirme tozu, 400 mg/l NAA, köklendirmeyi teşvik edici Genwang adı verilen solüsyona 2 saniye süre ile daldırılmışlardır. Çelikler plastik altına alınmışlardır. ABT 1, NAA ve Genwang uygulanan Gisela 5 ve Gisela 6 çeliklerinin köklenme oranları sırasıyla; % 65.0-75.0, % 56.0-84.0 ve % 53.8-76.9 olarak bulunmuştur. Dick ve Leakey (2006), tek bir kiraz ağacından (20 yaş üzerinde olan) erken yaz boyunca (Haziran) alınarak sisleme ünitesine yerleştirilen 4 farklı çelik tipinin köklenme potansiyellerini kıyaslamışlardır. Çelik tipleri; aynı yıl ve bir önceki yıl oluşan genç obur sürgünler, olgun gövde sürgünleri (aynı yıl oluşan lateral uzun sürgünler, çok yıllık tepede oluşan kısa sürgünler). Çelik tiplerinin boğum arası uzunluk, sürgün çapı ve yaprak alanı gibi morfolojik özellikleri oldukça önemli bulunmuş ( $P<0.05$ ), özellikle de çeliklerin karbonhidrat rezervleri arasında büyük farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Yaşlı sürgünlerde köklenme çok zayıfken (sırasıyla yaşlı odun çeliklerinde % 4, odunsu çeliklerde % 7), genç çelikler iyi köklenmişlerdir (sırasıyla odun çeliklerinde % 65, odunsu çeliklerde % 77). Köklenme periyodunun sonunda yaprak dökümü yaşlı odun çeliklerinde (% 16-78) diğer çelik tiplerinden (% 1.6-9.0) belirgin olarak daha yüksek bulunmuştur. Döküm ve yaprak çürümelerinden dolayı yaprak kaybı olmuştur. Dick ve Leakey'in (2006) yaptıkları çalışmadan elde ettikleri sonuçlar bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermekte, Dick ve

Leakey'in (2006) genç çeliklerin daha iyi köklendiği ifadesi, yaptığımız çalışmadaki yeşil uç çeliklerinin daha iyi köklendiği fikrini ve sonuçlarını desteklemektedir. Diğer araştırmacıların çalışmaları da ağırlıklı olarak çalışmadan elde edilen sonuçları destekler mahiyettedir. Kalyoncu (1996), kızılıçıkta erken Haziranda aldığı yeşil çelikleri, sisleme sisteminde % 80-90 ve % 90-100 nem seviyesinde, perlit ortamında, IBA'nın 3000 ppm ve 4000 ppm doz uygulamalarında iyi bir köklenme elde etmiştir. Kalyoncu (1996) yaptığı bu çalışmada, sisleme sisteminde oluşturulan farklı hava nispi nem ortamlarının hem köklenme ve hem de köklenme ile ilgili diğer özellikler üzerinde farklı ve önemli etkilerinin bulunduğunu bildirmektedir. Erken Haziranda aldığı kızılıçık yeşil çeliklerinde farklı IBA doz uygulamaları, farklı nem ve perlit ortamında en yüksek köklenmeyi % 96.66 oranında 4000 ppm doz uygulamasından % 90-100 nem ortamında elde edildiğini bildirmektedir. Genellikle nem artışıyla birlikte köklenmenin arttığını ifade etmektedir. Kalyoncu ve Özer (2000), çalışmalarında perlit ortamında, her iki nem seviyesinde ve denedikleri tüm dozlarda % 100 köklenme elde ettiklerini bildirmektedirler. Konuyla ilgili diğer araştırmacılar da benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Kalyoncu ve Ecevit (1995) yaptıkları çalışmada nemin belirli bir orandaki yüksekliğinin köklenmeyi etkilediğini fakat nem artışının % 100'e yaklaştığı sınırlarda köklenme artışı olmadığını ortaya koymaktadırlar. Bu denemede elde edilen sonuçlarla, diğer araştırmacıların yaptıkları benzer çalışmalardan elde ettikleri sonuçlar birbirini desteklemektedir (Dmitrienko, ve ark. 1984; Ivanicka ve Cvopa, 1977; Ivanicka, 1988; Özbek ve ark., 1961; Suriyapananont, 1990; Zora ve ark., 1986; Kalyoncu ve Ecevit, 1985; Özgüven ve Ak, 1993; Özer ve Kalyoncu, 2007; Kalyoncu ve ark., 2007).

Köklenme yüzey uzunluğu bakımından nem seviyeleri, IBA dozları ve nem seviyeleri x IBA doz interaksyonu istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Nem seviyeleri incelendiğinde % 95-100 nem seviyesi (2.293 cm), % 85-90

nem seviyesinden (0.635 cm) daha üstün bulunmuştur. Hormon dozları incelendiğinde, en yüksek 3500 ve 2500 ppm doz seviyelerinden sırasıyla 2.415 cm ve 2.146 cm, en düşük değer ise kontrol ve 500 ppm seviyesinde sırasıyla 0.448 cm ve 0.788 cm olarak belirlenmiştir. Nem seviyeleri x IBA dozları interaksyonu incelendiğinde, % 85-90 nem seviyesindeki uygulamalar arasında fark bulunmamıştır. % 95-100 nem seviyesinde en yüksek değer, 3500 ppm dozunda 4.196 cm, en düşük değer ise kontrol grubundan 0.542 cm olarak elde edilmiştir. Kalyoncu ve Özer (2000), gilaburu yeşil çeliklerinin, erken Haziranda, değişik nem seviyeleri, değişik IBA doz uygulamaları ve perlit ortamındaki köklendirme denemesinde çeliklerde köklenme yüzey uzunluğuna etkilerini incelemişler ve her iki nem seviyesinde de köklenme yüzey uzunluğu IBA doz uygulamalarında doz artışıyla artmış, % 85-90 nem seviyesinde, % 95-100 nem seviyesine göre daha yüksek değer göstermiştir. Yapılan diğer benzer çalışmalarda elde edilen sonuçlar elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir (Kalyoncu ve Ecevit, 1995; Kalyoncu, 1996; Özer ve Kalyoncu, 2007; Kalyoncu ve ark., 2007).

Kök sayısı bakımından ortalamalar incelendiğinde ise, tüm uygulamalar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Nem seviyelerinden % 95-100 seviyesinde elde edilen değer (14.267 adet/çelik), % 85-90 seviyesinden yüksek (3.050 adet/çelik) bulunmuştur. Hormon dozları incelendiğinde ise, en yüksek kök sayısı 3500 ppm doz uygulamasından (15.771 adet/çelik), en düşük kök sayısı 500 ppm ve kontrol grubundan sırası ile 3.271 ve 3.833 adet/çelik olarak belirlenmiştir. Nem seviyeleri x hormon dozları interaksyonu ele alındığında % 85-90 nem seviyesinde uygulamalar arasında fark bulunamamış, % 95-100 nem seviyesinde en yüksek 3500 ppm'lik doz uygulamasında (27.667 adet/çelik), en düşük 500 ppm ve kontrol uygulamalarından sırası ile 3.750 ve 5.167 adet/çelik olarak elde edilmiştir. Kalyoncu (1996), kök sayısı bakımından da yüksek nem ve yüksek IBA konsantrasyon ortamında daha fazla kök sayısı elde

etmiştir. Kalyoncu ve Özer (2000), gilaburu yeşil çeliklerinin köklenmesiyle ilgili yaptıkları çalışmada faktörlerin kök sayısına etkilerini incelemişler ve en fazla kök sayısının yüksek nem seviyesindeki ortamdan ve 3500 ppm IBA dozundan elde etmişlerdir. Diğer araştırmacılar da benzer sonuçlara ulaşmışlardır (Kalyoncu ve Ecevit, 1995; Özer ve Kalyoncu, 2007; Kalyoncu ve ark., 2007).

En uzun kök oluşumu bakımından ortalamalar incelendiğinde, tüm uygulamalar arasında istatistiki bakımdan önemli fark bulunmuştur ( $P<0.01$ ). % 85-90 nem seviyesinde (0.963 cm), % 95-100 nem seviyesinden daha yüksek değer (4.691cm) elde edilmiştir. Hormon doz uygulamalarında en düşük değer 1.919 cm, kontrol grubundan elde edilirken, diğer IBA doz uygulamaları arasında fark bulunmamıştır. Nem seviyeleri x IBA dozları interaksyonu incelendiğinde, % 85-90 nem seviyesindeki ortamda doz uygulamaları arasında fark bulunmamış, % 95-100 nem seviyesindeki ortamda ise 3500 ppm ve 2500 ppm dozları en yüksek (5.958 cm, 55.792 cm) değer göstermiş, en düşük değer ise kontrol grubundan (2.479cm) elde edilmiştir. En kısa kök bakımından ortalamalar incelendiğinde, nem uygulamaları arasında istatistiki bakımdan fark bulunmuş ( $P<0.01$ ), % 95-100 nem seviyesinde (0.848cm), % 85-90 ne seviyesine göre (0.326cm) daha yüksek değer elde edilmiştir. Diğer uygulamalar arasında istatistiki bakımdan herhangi bir fark bulunmamıştır. Kalyoncu ve Özer (2000), gilaburu yeşil çeliklerinde en uzun kökü nispeten düşük nem seviyesinde, kontrol grubundan elde etmişlerdir. En kısa kök oluşumunu yüksek nemde ve 2500 ppm IBA doz uygulamasında elde etmişlerdir. Benzer sonuçlar başka araştırmacılar tarafından da elde edilmiştir (Kalyoncu ve Ecevit, 1995; Kalyoncu, 1996; Özer ve Kalyoncu, 2007; Kalyoncu ve ark., 2007).

Çeliklerde kök dallanması bakımından ortalamalar incelendiğinde nem seviyeleri arasında önemli fark bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Nem seviyelerinden % 95-100 nem seviyesi (2.083 adet/çelik), % 85-90 nem seviyesinden (0.167 adet/çelik) daha

yüksek bulunmuştur. Diğer uygulamalar arasında istatistiki bakımdan herhangi bir fark bulunmamıştır. Kalyoncu ve Özer (2000), gilaburu yeşil çeliklerinde kök dallanmasını en yüksek nem seviyesindeki kontrol grubundan elde etmişlerdir. Kök dallanması bakımından, kontrol grupları IBA doz uygulamalarından daha fazla dallanma göstermişlerdir. Kolay köklenmenin olduğu ve çeliklerin ortamda daha az süre kaldığı durumlarda kök dallanmasının daha az olduğu bildirilmektedir. Diğer araştırmacılar da bu sonuçları desteklemektedir (Kalyoncu ve Ecevit, 1995; Kalyoncu, 1996; Özer ve Kalyoncu, 2007; Kalyoncu ve ark., 2007).

Çelikler ortalama kök çapı bakımından her iki nem seviyesi değerlendirildiğinde 0.444mm ile 4.928mm arasında değişmekte olup, uygulamalar arasında istatistiki fark bulunmamıştır.

### Sonuç

Bu çalışmada, mahlebin yeşil uç çeliklerinin köklenme durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Denemede mahlep yeşil uç çelikleri için erken Haziranda, Sisleme Sisteminde, % 85-90 ve % 95-100 hava nispi nem ortamı, Indol-3-Butirik Asit'in (IBA), 0, 500, 1500, 2500 ppm ve 3500 ppm konsantrasyonu ve perlit (0.0-5.0 mm) köklendirme ortamı kullanılmıştır. Bu ortamların tümü köklenmeye oldukça yüksek katkı sağlamıştır.

Araştırma sonucunda, dikilen mahlep çeliklerinin tümünün canlı kaldığı ve yüksek nem ortamında, yüzde yüz köklenmenin olduğu belirlenmiştir. Perlit ortamının çok iyi bir köklendirme ortamı olduğu, bunun yanında değişik dozlardaki hormon uygulamalarının ve nem artışının mahlep yeşil çeliklerinde köklenmeye oldukça olumlu katkılarının olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, mahlepte yeşil çelikle köklendirme çalışması çok yüksek sonuç vermektedir. Birçok bakımdan avantajlı olan ve zor köklenen bitkilerde de köklendirilmenin yapılabildiği yeşil çelikle köklendirme, mahlep için de çok uygun bir metottür. Yeşil çelikle üretimin sahip olduğu avantajlar, teknik tarıma uygunluğu,

küçük mekanlarda çok masraf gerektirmeden yapılabilmesi, nispeten hızlı ve çok sayıda bitki köklendirilerek, yeni bitki elde edilmesi ve bunun ilgili alanlara sunumu, birim alandan elde edilen gelirin artırılması, iş temin etmesi, teknik tarıma hizmeti, küçük alanların değerlendirilmesi, faaliyetin oldukça değişik yerlerde yapılabilmesi, çiftçilerin sosyo-ekonomik yapısına, tarıma ve ekonomiye sağlayacağı önemli katkıları, kolaylığı, olumlu sonuçları ve uygulanabilirliğinden dolayı önerilmektedir.

### Kaynaklar

- Altman, A., 1972. Role of auxin in root initiation in cuttings. Proc Inter Plant Prop Soc 22:284–294.
- Altman, A. and Wareing, P. F., 1975. The effect of IAA on sugar accumulation and basipetal transport of <sup>14</sup>C-labelled assimilates in relation to root formation in *Phaseolus vulgaris* cuttings. Physiol Plant 33:32–38.
- Aydin, C., Ögüt H. ve Konak M., 2002. Some physical properties of Turkish Mahaleb. *Biosyst. Eng.* 2002; **82**: 231–234.
- Bakshi, M., Bansal, S. and Husen, A., 2005. Rooting of softwood nodal cuttings of *Dalbergia sissoo* Roxb. (Shisham) as influenced by stump height and position of cuttings on shoots. Ind J For 28:307–315.
- Bakshi, M. and Husen, A., 2002. Net photosynthesis in leafy nodal cuttings of *Eucalyptus* hybrid under intermittent mist as influenced by the auxin application. Ind For 128:65–69.
- Bhattacharya, N. C., 1988. Enzymes activities during adventitious rooting. In: Davis TD, Haissig BE, Sankhla N (eds) Adventitious root formation in cuttings, Dioscorides Press, Portland, pp 88–101.
- Casson, S. A. and Lindsey, K., 2003. Genes and signalling in root development. New Phytol 158:11–38.
- Davis, T. D. and Potter, J. R., 1981. Current photosynthetic as a limiting factor in adventitious root formation on leafy pea cuttings. J Am Soc Hortic Sci 106:278–282.
- Dick, J.M. and Leakey, R. R. B., 2006. Differentiation of the dynamic variables affecting rooting ability in juvenile and mature cuttings of cherry (*Prunus avium*). Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 81(2): 296-302.
- Dmitrienko, N. G., Kovaleva, A. F., Maslova, V. A. and Senin, V. I., 1984. Effect of mineralized water on the rooting of softwood cuttings. Sadovodstvo. No: 8, 18-19.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 1021, Ders Kitabı:295, Ankara.
- Güneş, T., 2000. Peroxidase and IAA-oxidase activities during rooting in cuttings of three poplar species. Turk J Bot 24:97–101.
- Haines, P. I., Wong, C. Y. and Chia, E., 1992. Prospects for the production of superior selection age phenotypes of *Acacia mangium* and *A. auriculiformis*. In: Breeding Technologies for Tropical Acacias. ACIAR Proceedings, No. 37 pp 11–118.
- Haissig, B. E., 1984. Carbohydrate accumulation and partitioning in *Pinus banksiana* seedlings and seedling cuttings. Physiol Plant 61:13–19.
- Haissig, B. E., 1986. Metabolic process in adventitious rooting of cuttings. In: Jackson MB (ed) New root formation in plants and cuttings. Martinus Nijhoff Pub, Dordrecht, pp 141–189.
- Haissig, B. E. and Davis, T. D., 1994. A historical evaluation of adventitious rooting research to 1993. In: Davis TD, Haissig BE (eds) Biology of adventitious root formation. Plenum Press, New York and London, pp 275–331.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T. and Geneve, R. L., 1997. Plant propagation principle and practices. 6th ed. Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi, pp 276–328.

- Husen, A. and Pal, M., 2000. Analytical studies on the effects interaction with respect to position, season and auxin on adventitious root formation in stem cuttings of mature teak (*Tectona grandis* Linn. f.). *Ann Forest* 8:253–261.
- Husen, A. and Pal, M., 2001a. Interactive effect of auxin and etiolation on adventitious root formation in cuttings of *Tectona grandis* Linn. f. *Ind For* 127:526–532.
- Husen, A. and Pal, M., 2001b. Clonal propagation of *Tectona grandis* (Linn. f.): effects of IBA and leaf area on carbohydrates drifts and adventitious root regeneration on branch cuttings. *Ann Forest* 9:88–95.
- Husen, A. and Pal, M., 2003a. Effect of serial bud grafting and etiolation on rejuvenation and rooting cuttings of mature trees of *Tectona grandis* Linn. f. *Silvae Genet* 52:84–87.
- Husen, A., 2004. Clonal propagation of *Dalbergia sissoo* Roxb. by softwood nodal cuttings: effects of genotypes, application of IBA and position of cuttings on shoots. *Silvae Genet* 53:50–55.
- Husen, A. and Pal, M., 2007a. Metabolic changes during adventitious root primordium development in *Tectona grandis* Linn. f. (teak) cuttings as affected by age of donor plants and auxin (IBA and NAA) treatment. *New Forest* 33:309–323.
- Husen, A. and Pal, M., 2007c. Effect of branch position and auxin treatment on clonal propagation of *Tectona grandis* Linn. f. *New Forest* 34:223–233.
- Ivanicka, J. and Cvopa, J., 1977. Propagation of dogwood (*Cornus mas* L.) by softwood and semi-hardwood cuttings. *Gartenbauwissenschaft*, 42(4): 169–171.
- Ivanicka, J., 1988. Propagation of unusual fruit crops from softwood cuttings under Mist. *Vedecke Prace Vyskumneho Ustavu Ovocyh a Okrasnych Drevin v Bojniciach*. 7, 163-170; 14.
- Kalyoncu, İ. H., ve Ecevit, F. M., 1995. Farklı nem seviyelerinin kızılçık (*Cornus mas* L.) yeşil çeliklerinde köklenme üzerine etkileri. Türkiye II Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi (3-6 Ekim 1995), Cilt I (Meyve), s 273-276. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Balcalı-Adana.
- Kalyoncu, İ. H., 1996. Konya Yöresindeki Kızılçık (*Cornus mas* L.) Tiplerinin Bazı Özellikleri ve Farklı Nem Ortamlarındaki Köklenme Durumu Üzerine Bir Araştırma, Selçuk Üniv. Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Basılmamış), Konya.
- Kalyoncu, İ. H. ve Özer, E., 2000. Gilaburu'nun (*Viburnum opulus* L.) yeşil yan çeliklerle köklendirilmesi ve fidan elde edilmesi. II. Ulusal Fidancılık Sempozyumu (25-29 Eylül 2000). 1.1-10, Bademli-Ödemiş, İzmir.
- Kalyoncu, İ. H., Babaoğlu, D. ve Yılmaz, M., 2007. Gilaburu'nun (*Viburnum opulus* L.) yeşil uç çeliklerinde çelik köklenmesi üzerine bazı hormonların etkileri. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt 1: Meyvecilik, (04-07 Eylül 2007), Erzurum.
- Liu, Z. H., Hsiao, I. C. and Pan, Y. W., 1996. Effect of naphthaleneacetic acid on endogenous indole-3-acetic acid, peroxidase and auxin oxidase in hypocotyl cuttings of soybean during root formation. *Bot Bull Acad Sin* 37:247–253.
- Liu, Z. H., Wang, W. C. and Yen, Y. S., 1998. Effect of hormone treatment on root formation and endogenous indole-3-acetic acid and polyamine levels of *Glycine max* cultivated in vitro. *Bot Bull Acad Sin* 39:113–118.
- Ludwig-Mueller, J., Vertocnik, A. and Town, C. D., 2005. Analysis of indole-3-butyric acid-induced adventitious root formation on *Arabidopsis* stem segments. *J Exp Bot* 56:2095–2105.
- Moreno, M. A., Montanes, L., Tabuenca, M. C. and Cambra, R., 1996. The performance of adara as a cherry

- rootstock. *Sci. Hortic.* 1996; **65**: 85–91.
- Nanda, K. K., Bhattacharya, N. C., Murti, K. G. and Kaur, N. P., 1972. Studies on isoperoxidases and their relationship with rooting stem and Hypocotyl cuttings of *Populus Nigra* and *Phaseolus mango*. In: Mohan Ram HY (ed) Symp Cur Trends Plant Sci, Delhi University, New Delhi, Oct 3–10, pp 28–30.
- Özbek, S; Özhan, M. ve Yılmaz, M., 1961. Çay çeliklerinin köklenmesi üzerine muhtelif hormonların tesiri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı Yıl:11, Fasikül 2.
- Özer, E. ve Kalyoncu, İ. H., 2007. Gilaburu (*Viburnum opulus* L.)'nun yeşil çelikle çoğaltma imkanlarının araştırılması. Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi 21(43): 46-52. Konya.
- Özgüven, A. I. ve Ak, B. E., 1993. Indol Butirik Asidin (IBA) nar çeliklerinin köklenmesi üzerine etkisi. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 8, (3):1-10. Adana.
- Pal, M., 1995. Rooting stem cuttings of woody plants. In: Bawa R, Khosla PK, Kohli RK (eds) Forestry improvement. Bishen Singh Mahendra Pal Singh, Dehra Dun, pp 37–58.
- Rather, G. H., Baba and A. M., Banday, F. A., 2005. Propagation of cherry rootstock through soft wood cuttings in zero energy chamber. *Horticultural Journal* Volume: 18 Issue: 2 Pages: 75-79 Published: 2005.
- Rout, G. R., 2006. Effect of auxins on adventitious root development from single node cuttings of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze and associated biochemical changes. *Plant Growth Regul* 48:111–117.
- Sezik, E. and Basaran, A., 1985. Phytochemical investigations on the plants used as folk medicine and herbal tea in Turkey: II. Essential oil of *Stachys lavandulifolia* Vahl. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University* 21 (1985), pp. 98–107.
- Smart, D. R., Kocsis, L., Walker, M. A. and Stockert, C., 2003. Dormant bud and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants. *J Plant Grow Regul* 21:296–314.
- Srivastava, L. M., 2002. Plant growth and development: hormones and environment. Reed Elsevier India Private Limited, New Delhi, India, pp. 341–375.
- Suriyapananont, V., 1990. Stem cutting of Japanese aprikot as related to growth regulators, rooting media and seasonal changes. *Acta Horti.*, No: 274, 475-480; 9.
- Zalesny, R. S., Jr, Riemenscheider, D. E. and Hall, R. B., 2005. Early rooting of dormant hardwood cuttings of *Populus*: analysis of quantitative genetics and genotype environment interactions. *Can J For Res* 35:918–929.
- Zhang, K. C.; Zhang X. M. and Yan. G. H., 2004. Experiment of propagation of cherry rootstock by soft cutting. *China Fruits*, No.3, Pages: 56-57.
- Zora, S., Sandhu, A. S. and Dhillon, B. S., 1986. Cslusing and rooting behaviour of stem cuttings of peach (*Prunus persica* Batsch) cv. Sharbati in response to Indole Butyric Acid and Cyclophosphamide. *Advances in Research on Temperate Fruits. Proceedings of the National Symposium on Temperature Fruits, 15-18 March, Himachal Pradesh Agricultural University, Solan, India.* 141-146;12.