



Old Home x Farmingdale 333 Armut Anacının *in Vitro* Köklenmesi Üzerine Oksin ve Polivinil Alkol Uygulamalarının Etkileri

Shabnam ALİZADEH¹ Gülüstan POLAT¹ Hatice DUMANOĞLU^{1*}

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Dışkapı, Ankara
(orcid.org/0000-0001-9546-8260); (orcid.org/0000-0002-8878-4959); (orcid.org/0000-0002-7099-7630)
*e-posta: dmanoglu@agri.ankara.edu.tr

Alındığı tarih (Received): 25.10.2017

Kabul tarihi (Accepted): 28.10.2017

Online Baskı tarihi (Printed Online): 14.08.2018

Yazılı baskı tarihi (Printed): 01.10.2018

Öz: Bu çalışmada, Old Home x Farmingdale 333 (OHxF 333) (*Pyrus communis* L.) armut anacında mikro çeliklerin *in vitro* köklenmesi üzerine PVA'nın (polivinil alkol), IBA (indolbütirik asit) ve IAA (indolasetikasit)'nin etkileri araştırılmıştır. PVA denemesinde (1. deneme), aseptik koşullarda, hızlı daldırma yöntemiyle 200 ppm IBA uygulanmış mikro çelikler, 0, 1, 2 ve 3 g l⁻¹ PVA ilave edilmiş, büyümeyi düzenleyici madde içermeyen, makro element düzeyi ½ olan MS (Murashige ve Skoog) temel besin ortamı üzerinde kültüre alınmıştır. Oksin denemesinde (2. deneme) ise IBA ve IAA'nın 0, 12, 24, 48, 120 ve 240 ppm dozlarının aseptik koşullarda yavaş daldırma yöntemiyle (1 saat) uygulandığı mikro çelikler, PVA içermeyen aynı temel besin ortamına dikilmiştir. Kültürler bir hafta karanlık, beş hafta 16 saat aydınlık koşullarda tutulmuştur. Çalışmanın sonucunda, hızlı daldırma yöntemiyle 200 ppm IBA uygulanmış mikro çeliklerde PVA (1, 2 ve 3 g l⁻¹)'nin *in vitro* köklenme oranlarını önemli düzeyde artırdığı (%75-100) belirlenmiştir. Köklenme düzeyi (ortalama 2.51), ortalama kök sayısı (ortalama 3.54 adet) ve kök uzunluğu (ortalama 17.0 mm) bakımından uygulamalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Oksin denemesinde ise en yüksek köklenme oranları IAA'nın 48, 120, 240 ppm ve IBA'nın 12, 24, 120 ppm uygulamalarında %50.0 ile %83.3 arasında kaydedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Pyrus*, mikro çoğaltım, *in vitro*, köklenme, PVA

Effects of Auxin and Polyvinyl Alcohol Treatments on *in Vitro* Rooting of Old Home x Farmingdale 333 Pear Rootstock

Abstract: In this study, effects of polyvinyl alcohol (PVA), IBA (indole-3-butyric acid) and IAA (indole-3-acetic acid) on *in vitro* rooting of micro cuttings in Old Home x Farmingdale 333 (OHxF 333) (*Pyrus communis* L.) pear rootstock. In the PVA experiment (Trial 1), micro cuttings, dipped in 200 ppm of IBA by quick-dip method under aseptic conditions, were cultured on MS (Murashige and Skoog) basal medium containing half strength of macronutrients without plant growth regulators and added PVA of 0, 1, 2 and 3 g l⁻¹. In the auxin experiment (Trial 2), micro cuttings, dipped in 0, 12, 24, 48, 120 and 240 ppm concentrations of IBA or IAA by dilute solution soaking method during an hour under aseptic conditions, were cultured on same basal medium without PVA. The cultures were incubated for a week in the dark and then for five weeks under 16-h photoperiod conditions. As a result of the study, it was determined that PVA (1, 2 and 3 g l⁻¹) significantly increased *in vitro* rooting rates (75-100%) of micro cuttings with 200 ppm IBA applied by quick-dipping method. Differences between the levels of rooting (mean 2.51), the average number of roots (mean 3.54) and root length (mean 17.0 mm) were not statistically significant. In the auxin experiment, the highest rooting rates were recorded between 50.0% and 83.3% in the applications of 48, 120, 240 ppm of IAA and 12, 24, 120 ppm of IBA.

Keywords: *Pyrus*, micropropagation, *in vitro*, rooting, PVA

1. Giriş

Old Home x Farmingdale 333 armut anacı, ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora* (Burill)) ve armut

göçüren (peardecline) hastalıklarına çok tolerant, yarı bodur, verimli ve toprağa tutunma kuvveti iyi olan bir klon anaçtır (Lombard ve

Westwood1987). Üzerine aşılana armut çeşitleriyle uyumsuzluk sorunu da bulunmadığından fidancılık sektöründe yarı bodur armut fidanı üretiminde yaygın olarak tercih edilmektedir. Dünyada ve ülkemizde bu anaca olan yoğun talep, üretimin artırılmasını ve bu kapsamda bitki çoğaltımında yüksek katsayıya ulaşmayı gerektirmektedir. Sınırlı sayıda başlangıç materyali ile zamana bağlı kalınmadan yıl boyunca çok sayıda bir örnek bitki üretimini mümkün kılan mikro çoğaltım yöntemi bu hedefi gerçekleştirmeye olanak sunmaktadır. Bu yöntem esas olarak 1) başlangıç, 2) sürgün çoğaltma, 3) köklendirme ve 4) dış koşullara alıştırma aşamalarından oluşmaktadır. Köklendirme, mikro çoğaltımın en kritik aşamalarından birisi olup başarısızlık ya da düşük başarı durumlarında çok yüksek ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Yüksek köklenme başarısı ise maliyetlerin düşürülmesine çok önemli katkıda bulunmaktadır. Mikro çoğaltımda köklenme başarısı üzerine etkili faktör genotip olmakla birlikte mikro çeliklerin fizyolojik durumu, köklendirme ortamlarının tipi, yapısı ve içeriği, köklenmeyi uyarıcı maddeler ve uygulamalar, ışık, sıcaklık, hava bileşimi gibi çevresel unsurlar başarılı bir köklenme için üzerinde durulması gereken diğer önemli konulardır (Hartmann ve ark. 2011).

Mikro çoğaltımda köklenme sorunu, üzerinde çalışılan bitki genotipine uygun protokollerin geliştirilmesi ile çözüme kavuşturulabilmektedir. Literatürde, oksin uygulamalarının mikro çeliklerde köklenme başarısının artırılmasında öncelikle ele alınan konu olduğu görülmektedir. Oksinlere, kök meristemlerinin oluşması için ihtiyaç duyulmaktadır, ancak daha sonra kök ve sürgün gelişimini engellemesi, kallus gelişimini ise artırması nedenleriyle besin ortamından uzaklaştırılması gerekmektedir (De Klerk ve Massoumi 2011). Özellikle IBA gibi stabil oksinlerin ilave edildiği köklendirme ortamlarında uzun süre tutulan mikro çeliklerde yüksek köklenme başarısına ulaşılamamakta, sağlıklı bitkicikler elde edilememektedir. Elma mikro çeliklerinin oksin içeren ortamlarda 5 günden daha fazla tutulması kök gelişimini engellediğinden bunların daha sonra oksin

içermeyen besin ortamlarına transfer edilmesi önerilmektedir (De Klerk ve Massoumi 2002). Bu bilgiler, mikro çeliklerin *in vitro* köklendirilmesinde farklı oksin uygulama yöntemlerinin ve köklenmeyi uyarıcı diğer maddelerin de araştırılmasının önemini ortaya koymaktadır.

Erturk (2013), OHxF 333 armut klon anacının mikro çeliklerinde köklenme oranlarını artırmak amacıyla ½ kuvvetindeki MS besin ortamına farklı dozlarda IBA (0, 0.5 ve 1.0 mg l⁻¹) ve putrescine (160 mg l⁻¹) ilave ettiği çalışmada en yüksek köklenme başarısını 1mg l⁻¹ IBA uygulamalarında elde etmiştir. Bu çalışmada mikro çelikler IBA'lı ortamlarda sürekli 35 gün (%74.60 ve %86.86) ya da 10 gün IBA'lı+25 gün IBA'sız ortamlarda (%62.90) tutulmuştur. Köklenme oranları bakımından bu uygulamalar arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık tespit edilememiş, ancak IBA içeren ortamlarda uzun süre tutulan mikro çeliklerde kök uzunluğunun azaldığı bildirilmiştir (Erturk 2013). Literatürde OHxF 333 anacının dışındaki diğer *P. Communis* genotiplerinde ve *Pyrus* türlerinde mikro çeliklerinin *in vitro* köklenme oranları, genotiplere ve uygulamalara göre %19 ile %98 arasında değişen oranlarda bildirilmiştir. Çalışmalarda, temel besin ortamlarının (1/2 MS (Murashige ve Skoog 1962), ¼ MS, ½ QL (Quoirin ve Lepoivre 1977), oksin tiplerinin (IBA, IAA, NAA, IBA+NAA), dozlarının (0.1-3 mg l⁻¹) ve uygulama yöntemlerinin (ortam içinde ya da daldırma), phloroglucinol (162 mg l⁻¹), polivinilpyrolidon (0.1 g l⁻¹), polivinil alkol (1-3 g l⁻¹) ilavelerinin, şeker miktarının (0, 10, 20, 30 g l⁻¹), ışık yoğunluğunun (2000 ve 3000 lüks), aktif karbon (1 g l⁻¹) ve/veya karanlık uygulamalarının (3-7 gün) araştırıldığı görülmektedir (Berardi ve ark. 1992; Moretti ve ark. 1992; Baraldi ve ark. 1993; Al-Maarri ve ark. 1994; Reed 1995; Shibli ve ark. 1997; Leite ve ark. 2000; Previati ve ark. 2002; Iglesias ve ark. 2004; Bahri-Sahloul ve ark. 2005; Lucyszyn ve ark. 2006; Quetirio ve ark. 2008; Thakur ve Kanwar 2008; Sun ve ark. 2009; Haq ve Kaloo 2010; Saadat ve ark. 2012; Hassanen ve Gabr 2012; Rehman ve ark. 2014a,

b; Aygun ve Dumanoglu 2015; Yang ve ark. 2017). Bu uygulamalar arasında yer alan PVA'nın, köklenme yeteneğine sahip *P. Communisk* lonlarında köklenme oranının ve kök sayısının iyileştirilmesinde önemli düzeyde etkili olduğu bildirilmektedir (Sun ve ark. 2009). Bu etkinin, sentetik bir polimer olan PVA'nın, besin maddelerini içeren köklenme ortamına karıştırılması ve yeni bir köklenme ortamı yapılmasıyla sağlandığı, ancak besin maddeleri ile PVA arasındaki etkileşim konusundaki bilginin açık olmadığı belirtilmiştir (Sun ve ark. 2009).

Çalışmamızda, hızlı daldırma yöntemiyle 200 ppm IBA uygulaması ile birlikte 0, 1, 2 ve 3 g l⁻¹ PVA'nın ve yavaş daldırma (1 saat) yöntemiyle 0, 12, 24, 48, 120 ve 240 ppm IBA ve IAA uygulamalarının OHxF 333 armut klon anacının *in vitro* köklenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Araştırmada bitkisel materyal olarak OHxF 333 klon armut anacına ait mikro çelikler kullanılmıştır. Mikro çelikler, 1mg l⁻¹BA (benziladenin), 0.3 mg l⁻¹GA₃ (gibberellik asit), %3 sakaroz ilave edilmiş, %0.65 agar ile katılaştırılmış pH'sı 5.8'e ayarlanmış, amonyum nitrat düzeyi 1/3 olan MS temel besin ortamında 4-5 hafta aralıklarla alt kültüre alınarak çoğaltılmış mikro sürgünlerden yaklaşık 2 cm uzunlukta hazırlanmıştır. Bu çelikler çoğaltma ortamında bulunan sitokinin ve gibberellik asitin köklenmeye olabilecek olumsuz etkilerine karşı köklenme ortamına dikilmeden önce büyümeyi düzenleyici madde katılmamış aynı içerikli MS besin ortamı üzerinde 10 gün süreyle tutulmuştur. Bu çalışmada, OHxF 333 mikro çeliklerinde *in vitro* köklenme iki farklı denemede ele alınmıştır.

1.Deneme: Bu denemede besin ortamı olarak büyümeyi düzenleyici madde içermeyen 0, 1, 2 ve 3 g l⁻¹ dozlarında PVA ilave edilmiş, makro element düzeyi ½ olan MS temel besin ortamı kullanılmıştır. Bu ortama %3 sakaroz katılmış ve pH5.8'e ayarlanmıştır. Ortam %0.65 agar ile katılaştırılmıştır. IBA solüsyonu (200 ppm), aseptik koşullarda laminar hava akışlı kabin içerisinde 1:1 oranında %96'lık etil alkol ve

sterilde iyonize su ile hazırlanmıştır. Mikro çeliklerin dip kısımları aseptik koşullarda hızlı daldırma yöntemiyle 10 saniye süreyle 200 ppm IBA solüsyonuna batırılmış ve PVA içeren ya da içermeyen besin ortamlarına dikilmiştir.

2.Deneme: Bu denemede temel besin ortamı olarak büyümeyi düzenleyici madde içermeyen ½ kuvvetinde temel MS besin ortamı kullanılmıştır. Bu besin ortamı, %2 sakaroz ilave edildikten sonra pH'sı 5.8'e ayarlanmış ve %0.7 agar ile katılaştırılmıştır. Aseptik koşullarda filtre (0.22µ) sterilizasyonu uygulanmış IBA stok solüsyonu kullanılarak steril deiyonize su ile 0, 12, 24, 48, 120 ve 240 ppm dozlarında hazırlanan IAA ve IBA solüsyonları mikro çeliklerin dip kısımlarına yine aseptik koşullarda yavaş daldırma yöntemiyle 1 saat süreyle uygulanmıştır.

Her iki denemede de besin ortamları 20x130 mm boyutlarındaki cam tüplere 10'ar ml dağıtıldıktan sonra otoklavda 121°C' ve 1 atmosfer basınç altında 20 dakika sterilize edilmiştir. Mikro çeliklerin ortamlara dikilmesinden sonra köklenmeyi teşvik etmek için kültürler ilk haftası sürekli karanlık ve daha sonra 16 saat aydınlık (35 µmol·m⁻²·s⁻¹), 8 saat karanlık fotoperiyodun uygulandığı 25±2°C sıcaklıktaki iklim odasında toplam 6 hafta süreyle inkübe edilmiştir. Denemelerin sonunda köklenen çelik oranı (%), köklenen çeliklerde ortalama kök sayısı, kök uzunluğu (mm) ve köklenme düzeyi (1=kötü, 2=orta, 3=iyi, 4=çok iyi) saptanmıştır.

Denemeler, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre 12 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Veriler, varyans analizi yöntemi ile Minitab Paket Programı (MINITAB Inc.) ile *F* testine ($P \leq 0.05$) göre kontrol edilmiş, ortaya çıkan önemli farklılıklar Duncan testi ile %5 hata sınırı esas alınarak saptanmış ve farklılıklar harfler yardımıyla belirlenmiştir. Analizlerde yüzde oranların açığı değeri karşılıkları kullanılmıştır.

3. Sonuçlar ve Tartışma

Aseptik koşullarda hızlı daldırma yöntemiyle 200 ppm IBA uygulanmış OHxF 333 mikro çeliklerinde *in vitro* köklenme üzerine PVA

dozlarının (0, 1, 2 ve 3 g l⁻¹) etkilerinin araştırıldığı 1. denemede en yüksek köklenme oranı 1 g l⁻¹ ve 3 g l⁻¹ PVA uygulamalarında %100 oranında elde edilmiştir. Bununla birlikte köklenme oranı bakımından PVA'nın bu dozlarının, 2 g l⁻¹ PVA (%75) ile arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. PVA uygulamasının yapılmadığı, sadece 200 ppm IBA'nın hızlı daldırma yöntemiyle mikro çeliklere uygulandığı kontrolde ise köklenme oranı %66.7 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 1, Şekil 1). Bu bulgumuzu destekler nitelikte Sun ve ark. (2009) da, diploid armut genotiplerinde PVA'sız ortamda %70 olan köklenme oranının, besin ortamına 1 g l⁻¹ PVA ilave edilmesi ile % 85'e ulaştığını bildirmiştir. Araştırmacılar kök sayısını da PVA kullanılmadığında yaklaşık 2 adet mikro⁻¹ çelik, 1

g l⁻¹ PVA kullanıldığında ise 4.5 adet/mikro çelik olarak saptamışlardır. Bununla birlikte çalışmamızda ortalama kök sayısı ve uzunluğu bakımından kontrol ile PVA dozları arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır. Köklenmiş çelik başına kök sayısı ortalama 3.54 adet, kök uzunluğu ortalama 17.0 mm ve köklenme düzeyi 2.51 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 1). Suda çözünebilir sentetik bir polimer olan PVA'nın köklenme başarısını artırmasının dışında bitki doku kültürlerinde vitrifikasyonu (camlaşmayı) azalttığı, toprağı stabilize ettiği ve toprak kaybını azalttığı, bitkide klorofil kapsamını arttırdığı, tuza dayanıklılığı, tohum çimlenmesini ve fide gelişimini iyileştirdiği de bildirilmektedir (Sun ve ark. 2009).

Çizelge 1. Old Home x Farmingdale 333 armut anacında aseptik koşullarda hızlı daldırma yöntemiyle 200 ppm IBA uygulanmış mikro çeliklerde *in vitro* köklenme üzerine PVA (polivinil alkol) dozlarının etkisi ^a
Table 1. Effect of PVA (polyvinyl alcohol) doses on *in vitro* rooting of microcuttings, dipped in 200 ppm of IBA by quick-dip method under aseptic conditions in Old Home x Farmingdale 333 pear rootstock a

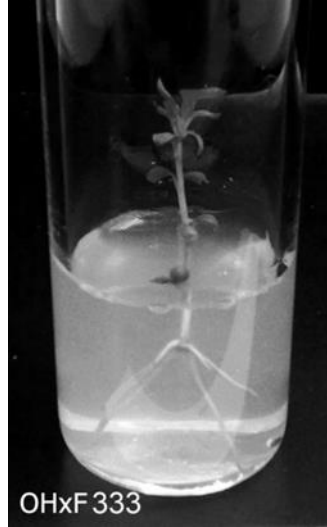
PVA ^b dozu	Köklenme oranı (%)	Ortalama kök sayısı (adet/çelik)	Ortalama kök uzunluğu (mm)	Köklenme düzeyi (1-4)
0 g/l	66.7 B ^c	4.13±1.06	17.14±2.83	2.37
1 g/l	100.0 A	3.67±0.45	13.48±1.70	2.42
2 g/l	75.0 AB	3.00±0.55	25.48±8.51	2.56
3 g/l	100.0 A	3.42±0.40	17.08±1.61	2.67
Ortalama		3.54±0.29	17.00±2.11	2.51
<i>P</i>				
PVA	0.033*	0.662 ^{ö.d.}	0.177 ^{ö.d.}	0.903 ^{ö.d.}

^a Kültürler, ilk 1 hafta tamamen karanlık koşullarda inkübe edilmiştir.

^b PVA, büyümeyi düzenleyici madde içermeyen, makro element düzeyi ½ olan MS ortamına ilave edilmiştir.

^c Duncan testine ($P \leq 0.05$) göre aynı harflerin verildiği uygulamalar arasında istatistiksel farklılık bulunmamaktadır.

^{*, ö.d.} $P \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel anlamda önemli ya da önemli değil.



Şekil 1. OHxF 333 armut anacında, hızlı daldırma yöntemiyle 200 ppm IBA uygulandıktan sonra 1 g l⁻¹ PVA içeren besin ortamında köklendirilmiş bir mikro çelik

Figure 1. A microcutting, rooted on the basal medium containing 1 g l⁻¹ PVA after dipped in 200 ppm of IBA by quick-dip method in Old Home x Farmingdale 333 pear rootstock

OHxF 333 mikro çeliklerinde *in vitro* köklenme üzerine aseptik koşullarda yavaş daldırma ile 12, 24, 48, 120 ve 240 ppm oksin uygulamalarının araştırıldığı 2. denemede köklenme oranı ve köklenen çeliklerde köklenme düzeyi bakımından oksin uygulamaları arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemli olmuştur (Çizelge 2). Bu denemede genel olarak köklenme bulguları ilk denememizin gerisinde kalmıştır. İkinci denemede en yüksek köklenme oranı %83.3 ile 120 ve 240 ppm IAA uygulamalarında elde edilmiştir. Ancak, bu uygulamalar ile IAA'nın 48 ppm (%66.7) ve BA'nın 12 ppm (%50.0), 24 ppm (%75.0) ve 120 ppm (%58.3) uygulamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Bu denemede IBA, 12 ppm gibi düşük dozlarında dahi köklenme oranını, hiçbir

uygulamanın yapılmadığı kontrole göre önemli düzeyde artırmıştır. IAA ise bu etkisini 48 ppm dozundan itibaren göstermiştir. Erturk (2013), OHxF 333 anacında besin ortamına katılan 1 mg l⁻¹ IBA'nın köklenme oranını bu değerlere benzer olarak en yüksek %62.90, %74.96 ve %86.86'ya çıkardığını bildirmektedir. Yavaş daldırma denemelerinden elde ettiğimiz köklenme başarıları, Erturk'un (2013) elde ettiği başarı oranları ile uyumludur. Köklenen çeliklerde ortalama kök sayısı çalışmamızda IAA'da ortalama 2.99 ve IBA'da 3.67 olarak belirlenmiştir. Ortalama kök uzunluğu ise bu oksinlerde sırasıyla 12.61 mm ve 8.67 mm olarak kaydedilmiştir. Mikro çeliklerde 2.33-3.50 düzeylerinde saptanan köklenme genel olarak iyi seviyede gerçekleşmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. OHxF 333 armut anacında aseptik koşullarda yavaş daldırma yöntemiyle IAA ve IBA uygulamalarının mikro çeliklerinin *in vitro* köklenmesi üzerine etkisi^a

Table 2. Effect of IAA and IBA treatments by dilute solution soaking method under aseptic condition on *in vitro* rooting of microcuttings in Old Home x Farmingdale 333 pear rootstock^a

Oksin	Doz	Köklenme oranı (%)	Ortalama kök sayısı (adet çelik ⁻¹)	Ortalama kök uzunluğu (mm)	Köklenme düzeyi (1-4)
-	Kontrol	0.0 E ^b	-	-	-
IAA	12 ppm	8.3 DE	-	-	-
	24 ppm	0.0 E	-	-	-
	48 ppm	66.7 AB	2.37±0.50	8.36±1.77	2.75 ABC
	120 ppm	83.3 A	2.00±0.60	11.36±3.13	2.50 C
	240 ppm	83.3 A	4.60±1.30	18.12±6.47	3.50 A
	Ortalama		2.99±0.80	12.61±3.79	
IBA	16 ppm	50.0 ABC	1.67±0.67	5.93±1.93	2.33 C
	32 ppm	75.0 AB	3.00±0.67	7.75±1.23	3.11 ABC
	64 ppm	16.7 CDE	5.00±3.00	6.87±0.87	3.50 A
	162 ppm	58.3 AB	3.29±0.92	8.74±1.40	3.14 ABC
	324 ppm	41.7 BCD	5.40±2.04	14.08±2.01	3.40 AB
	Ortalama		3.67±1.49	8.67±1.49	
<i>P</i>					
Oksin		0.000***	0.177 ^{ö.d.}	0.371 ^{ö.d.}	0.036*

^a Kültürler, ilk 1 hafta tamamen karanlık koşullarda inkübe edilmiştir.

^bDuncan testine ($P \leq 0.05$) göre aynı harflerin verildiği uygulamalar arasında istatistiksel farklılık bulunmamaktadır.

*, ***, ^{ö.d.} $P \leq 0.05$, $P \leq 0.001$ düzeyinde istatistiksel anlamda önemli ya da önemli değil.

Sonuç olarak, OHxF 333 anacında hızlı daldırma yöntemiyle 200 ppm IBA uygulanmış mikro çeliklerde PVA'nın 1 gl⁻¹ dozunun *in vitro* köklenme oranını %100'e çıkarmak için yeterli olacağı belirlenmiştir. Bu uygulama ile birlikte OHxF 333 anacında kallus gelişimi olmadan bol miktarda sağlıklı *in vitro* bitki üretimi mümkün olabilmektedir (Şekil 1).

Kaynaklar

- Al-Maarri K, Arnaud Y and Miginiac E (1994). Micropropagation of *Pyrus communis* cultivar 'Passe Crassane' seedlings and cultivar 'Williams': factors affecting root formation *in vitro* and *ex vitro*. *Scientia Horticulturae*, 58: 207-214.
- Aygun A and Dumanoglu H (2015). *In vitro* shoot proliferation and *in vitro* and *ex vitro* root formation of *Pyrus laeagrifolia* Pallas. *Frontiers in Plant Science*, 6: 1-8.
- Bahri-Sahloul R, Ammar S, Msallem A and Mtar R (2005). Micropropagation of three *Pyrus* rootstocks. *Advances in Horticultural Science*, 19: 21-28.
- Baraldi R, Bertazza G, Predieri S, Bregoli AM and Cohen JD (1993). Uptake and metabolism of indole-3-butyric acid during the *in vitro* rooting phase in pear cultivars (*Pyrus communis*). *Acta Horticulturae*, 329: 289-291.
- Berardi G, Neri D, Maiorino A and Adversi R (1992). *In vitro* rooting of *Pyrus calleryana*. *Acta Horticulturae*, 300: 181-188.
- De Klerk GJ (2002). Rooting of microcuttings: Theory and practice. *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant* 38: 415-422.
- De Klerk GJ and Massoumi M (2011). Understanding leads to significant improvements in microcuttings. *The roots of rooting. Prophyta, Annual*: 30-33.
- Erturk U (2013). The *in vitro* rooting performance of pear rootstock 'OHxF 333' in different rooting procedures. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11: 1424-1427.
- Hag Z and Kaloo ZA (2010). *In vitro* micro propagation of 'sand pear' *Pyrus pyrifolia* (Burm. F.) Nakai. *Frontiers of Agriculture in China*, 4: 358-361.
- Hartmann HT, Kester DE, Davies FT and Geneve RL (2011). *Plant propagation: principle and practices*. Prentice-Hall, 915 p., London.
- Hassanen SA and Gabr MF (2012). *In vitro* propagation of pear *Pyrus betulaefolia* rootstock. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci*, 12: 484-489.
- Iglesias I, Vilardell P, Bonany J, Claveria E and Dolcet-Sanjuan R (2004). Micropropagation and field evaluation of the pear (*Pyrus communis* L.) 'IGE 2002', a new selection of the cultivar Dr. Jules Guyot. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129: 389-393.
- Leite GB, Finardi N and Fortes GRL (2000). Effects of sucrose concentration in culture medium and light intensity on "*in vitro*" rooting of OHxF97 pear rootstock. *Ciencia e Agrotecnologia*, 24: 353-357.
- Lombard PB and Westwood MN (1987). *Pear Rootstocks*. In: *Rootstocks for Fruit Crops*. Edited RC Rom, RF Carlson. Publ. by a Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons, Inc., 145-183, New York.
- Lucyszyn N, Quoirin M, Ribas LL and Sierakowski R

- (2006). Effect of agar, galaktomannan and indolebutyric-acid on *in vitro* rooting of the pear cultivar 'Durondeau' and apple rootstock cultivar. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 81: 310-314.
- Moretti C, Scozzoli A, Pasini D and Paganelli F (1992). *In vitro* propagation of pear cultivars. Acta Horticulturae, 300: 115-118.
- Murashige T and Skoog F (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant., 15: 473-497.
- Previati A, Da Re F, Bassi D, Tagliavini M and Marangoni B (2002). Development of protocols for *in vitro* rooting of advanced selections of *Pyrus communis* rootstocks. Acta Horticulturae, 596: 485-486.
- Quiterio PVB, Traquina DMO, Alves MHL, Pereira MJ and Silva DJM (2008). *In vitro* establishment and multiplication of pear rootstocks. Acta Horticulturae, 800: 695-700.
- Quoirin M and Lepoivre P (1977). Improved media for *in vitro* culture of *Prunus* sp. Acta Hort., 78: 437-442.
- Reed BM (1995). Screening *Pyrus* germplasm for *in vitro* rooting response. Hort Science, 30: 1292-1294.
- Rehman HU, Gill MIS, Sidhu GS and Dhaliwal HS (2014a). Micropropagation of Kainth (*Pyruspashia*)-an important rootstock of pear in Northern Subtropical Region of India. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, 2: 188-196.
- Rehman HU, Gill MIS, Sidhu GS, Dhillon WS and Bedi S (2014b). Micropropagation of Patharnakh (*Pyruspyrifolia* (Burm F.) Nakai) pear using explants obtained from forced cuttings. Int. J. Agric.Sci&Vet.Med., 2: 54-65.
- Saadat YA, Jokar L and Jahromi LS (2012). *In vitro* rooting of *Pyrusglabra* Boiss. Microshoots. Iranian Journal of Natural Resources Research, 1: 46-51.
- Shibli RA, Ajlouni MM, Jaradat A, Aljanabi S and Shatnawi M (1997). Micropropagation in wild pear (*Pyrussyrica*). Scientia Horticulturae, 68: 237-242.
- Sun H, Bell RL and Xin L (2009). Effect of polyvinyl alcohol on *in vitro* rooting capacity of shoots in pear clones (*Pyrus communis* L.) of different ploidy. Plant Cell Tiss. Organ Culture, 99: 299-304.
- Thakur A and Kanwar J S (2008). Micropropagation of 'wild pear' *Pyruspyrifolia* (Burm F.) Nakai. II. Induction of rooting. Notulae Botanicae, Horti Agrobotanici, Cluj-Napoca, 36: 104-111.
- Yang Y, Wang D, Wang C, Wang X, Li J and Wang R (2017). Construction of high efficiency regeneration and transformation systems of *Pyrusussuriensis* Maxim. Plant Cell Tiss. Organ Cult., 131:139-150.