



## **OHxF 97 ve OHxF 333 Armut Klon Anaçlarının Mikroçoğaltımı**

### Micropropagation of Pear Clone Rootstocks OHxF 97 and OHxF 333

**Yunus Emre TUNCEL<sup>1</sup>, Bekir ŞAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Burdur İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Burdur  
· [yunusemre.tuncel@tarimorman.gov.tr](mailto:yunusemre.tuncel@tarimorman.gov.tr) · ORCID > 0000-0001-7265-6912

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta  
· [bekirsan@isparta.edu.tr](mailto:bekirsan@isparta.edu.tr) · ORCID > 0000-0001-6483-8433

#### **Makale Bilgisi/Article Information**

**Makale Türü/Article Types:** Araştırma Makalesi/Research Article

**Geliş Tarihi/Received:** 17 Şubat/February 2023

**Kabul Tarihi/Accepted:** 28 Mart/March 2023

**Yıl/Year:** 2023 | **Cilt-Volume:** 38 | **Sayı-Issue:** 2 | **Sayfa/Pages:** 315-330

**Atıf/Cite as:** Tuncel, Y. E., Şan B. "OHxF 97 ve OHxF 333 Armut Klon Anaçlarının Mikroçoğaltımı"  
Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 38(2), Haziran 2023: 315-330.

**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Bekir ŞAN

## OHXF 97 VE OHXF 333 ARMUT KLON ANAÇLARININ MİKROÇOĞALTIMI

### ÖZ

Son yıllarda hızlı ve hastalıksız fidan üretimine olanak sağlayan doku kültürü yöntemleri önem kazanmıştır. Ancak gerek çoğalma gerekse köklenme aşamalarında karşılaşılan sorunlar doku kültürü teknikleriyle üretimi sınırlandırmaktadır. Bu çalışmada, OHxF-97 ve OHxF-333 armut anaçlarında bazı uygulamaların mikroçoğaltım üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmanın çoğaltma aşamasında iki farklı deneme yapılmıştır. 1. denemede benzil amino pürinin (BAP) farklı dozları (2, 3, 4, ve 5 mg/l) ile indol bütirik asitin (İBA) farklı dozlarının (0.3 ve 0.5 mg/l) oluşturduğu kombinasyonlar MS besin ortamına eklenmiştir. Denemede iyi sonuç veren uygulamanın (2 mg/l BAP+0.5 mg/l İBA) kontrol olarak kullanıldığı 2. denemede ise karbon kaynağı olarak sakkaroz ve glikoz ile gümüş tiyosülfatın (GTS) (5 ve 10 µM) çoğalma üzerine etkileri belirlenmiştir. İlk denemede hem OHxF-97 hem OHxF-333 anaçlarında besin ortamına 2 mg/l BAP+0.5 mg/l İBA ilavesinin en yüksek sürgün sayısını (sırasıyla, 5.2 ve 2.1 adet/eksplant) verdiği belirlenmiştir. 2. denemede karbon kaynağı ve GTS'nin OHxF-97 anacında çoğalma üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. OHxF-333 anacında ise besin ortamına glikoz ve glikoz+5 µM GTS ilavesinin kontrole göre sürgün sayısını (sırasıyla, 2.6 ve 2.5 adet/eksplant) önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Çalışmanın köklendirme aşamasında da 2 deneme kurulmuştur. İlk denemede, İBA (1, 2 ve 3 mg/l) ve aktif kömür (0 ve 1 mg/l) kombinasyonlarının etkisi belirlenmiştir. Buna göre en yüksek köklenme oranı her iki anaçta da 2 mg/l İBA içeren aktif kömürsüz ½ MS ortamında meydana gelmiştir. Aktif kömür uygulamasının köklenmeye etkisi önemsiz bulunmuştur. 2. denemede ise en yüksek köklenme oranı her iki anaçta da 2 mg/l İBA+150 mg/l demir (Fe-EDDHA) ilave edilmiş ½ MS ortamında gerçekleşmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aktif Kömür, Armut, Demir, Gümüş Tiyosülfat.



## MICROPROPAGATION OF PEAR CLONE ROOTSTOCKS OHXF 97 AND OHXF 333

### ABSTRACT

Recently, micropropagation that allow rapid and disease-free plant propagation have gained importance. However, the problems encountered in both the propagation and rooting stages limit the micropropagation. In this study, the effects of some applications on micropropagation of OHxF-97 and OHxF-333 pear roots-

stocks were investigated. Two different trials were conducted during the propagation stage. In the first trial, combinations of different doses of benzyl amino purine (BAP) (2, 3, 4, and 5 mg/l) and different doses of indole butyric acid (IBA) (0.3 and 0.5 mg/l) were added to the MS medium. The effects of sucrose and glucose as a carbon source and silver thiosulfate (5 and 10  $\mu$ M) on propagation were determined in the second experiment, in which the application that gave good results in the first experiment (2 mg/l BAP+0.5 mg/l IBA) was used as the control. It was determined that the addition of 2 mg/l BAP+0.5 mg/l IBA to the medium in OHxF-97 and OHxF-333 rootstocks gave the highest shoot number (5.2 and 2.1 units/explant, respectively). In the second experiment, the effects of carbon source and silver thiosulfate on propagation in OHxF-97 rootstock were found to be insignificant. It was determined that the addition of glucose and glucose+5  $\mu$ M silver thiosulfate to the medium in OHxF-333 rootstock significantly increased the number of shoots (2.6 and 2.5 units/explant, respectively) compared to the control. In the rooting stage of the study, 2 trials were set up. In the first trial, the effect of combinations of IBA (1, 2 and 3 mg/l) and activated charcoal (0 and 1 mg/l) was determined. Accordingly, the highest rooting rate occurred in  $\frac{1}{2}$  MS medium with 2 mg/l IBA on both rootstocks. The effect of activated charcoal on rooting was found to be insignificant. In the second experiment, the highest rooting rate was achieved in  $\frac{1}{2}$  MS medium with 2 mg/l IBA+150 mg/l iron (Fe-EDDHA) on both rootstocks.

**Keywords:** Activated Coarcoal, Iron, Pear, Silver Thiosulphate.



## 1. GİRİŞ

Armut (*Pyrus communis* L.) Rosales takımının, Rosaceae familyasının, *Pyrus* cinsi içerisine girmektedir. Dünyada 22 türü bulunmakla birlikte, *Pyrus communis* L. ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan en önemli türdür (Dumanoğlu ve ark., 2006; Serttaş ve Öztürk, 2020a). Son yıllarda armut bahçe tesisinde kuvvetli büyüme ve gelişme gösteren çöğür anaçların yerine, bodur yada yarı bodur gelişme gösteren ayva ve armut klon anaçları üzerine aşılınmış çeşitler kullanılmaktadır. Armut klon anaçları, ayva klon anaçlarına göre daha kuvvetli gelişme göstermektedir. Ayva klon anaçları kullanıldığında ağaçların gelişme kuvvetlerinin kontrolü, erkencilik, meyve verim ve kalitesinde artış sağlanmaktadır. Ancak ayva klon anaçlarının kloroza, kış soğuklarına ve ateş yanıklığı hastalığına hassasiyet, toprağa zayıf tutunma ve aşı uyumsuzluğu gibi olumsuz faktörlerden dolayı farklı anaç ıslah çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda geliştirilen Pyrodwarf, OHxF, Farold, Fox ve BP serisi armut klon anaçlarının kullanımı artış göstermiştir (Serttaş ve Öztürk, 2020b). Klon anaçları aynı kalıtsal yapıda olduklarından dolayı aynı özelliklere sahip bireyler meydana gelmektedir. Klon anaçların üzerine aşılanan

çeşitlerin gelişme kuvvetleri, soğuğa, kuraklığa, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılıkları aynıdır. Klon anaçlar üzerine aşılı çeşitler daha erken meyveye yatmakta, verim ve kalite daha yüksek olmaktadır. Anaçların bodurlaştırıcı özellikleri sayesinde bakım ve kültürel işlemler daha az iş gücü ile yapılabilir (Özden, 2007). Klon anaçlarının çoğaltılmasında kullanılan daldırma, çelik gibi yöntemlerin yanısıra, kısa sürede çok fazla bitki üretimini sağlayan mikroçoğaltım yöntemleri kullanılmaya başlanmış ve giderek önem kazanmaktadır (Alizadeh ve ark., 2018).

Doku kültürü tekniklerinin bitki yetiştiriciliği ve genetiği yönünden önemli avantajları vardır. Bu teknikler kısa sürede hızlı ve kitlesel üretime olanak sağladığı gibi, bitki materyallerinin hastalıklardan arınmış olarak üretilmesi de sağlanabilmektedir. Ayrıca nesli tükenmekte olan türlerin korunması ve çoğaltılması zor olan türlerin üretiminde de doku kültürü yöntemlerinden yararlanılabilmektedir (Şengül, 2012). Ancak mikroçoğaltımda; yavaş büyüme, vitrifikasyon (hiperhidrisite), kontaminasyon, yoğun işgücü ve girdi kullanımı sonucu oluşan yüksek maliyet, zayıf köklenme, dış koşullara aktarmada düşük tutum oranı gibi olumsuzluklar meydana gelmekte ve bu olumsuzluklar da çok fazla ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu sorunların büyük bir kısmı besin ortamının içeriğinden kaynaklanmaktadır. Besin ortamı; genel olarak saf su, makro-mikro elementler, vitaminler, karbonhidratlar, bitki büyüme düzenleyicileri ile jel yapıcı maddelerden oluşmaktadır. Bununla birlikte mikroçoğaltımda sorunlar ile karşılaşıldığında çoğalma katsayısı ve köklenmeyi artırmak amacıyla besin ortamlarına bazı organik bileşikler, poliaminler, aktif kömür gibi maddeler de ilave edilebilmektedir (Özzembak ve ark., 2018). Son yıllarda birçok süs bitkisi türlerinde ve meyve anaçlarında doku kültürü tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak birçok bitki türünün doku kültürü ile üretiminde önemli sorunlar bulunmaktadır. Armut anaçlarının da doku kültürü yöntemleri ile çoğaltımına yönelik araştırmalar yapılmıştır (Erig ve ark., 2004; Nikolova, 2017; Alizadeh ve ark., 2018). Ancak gerek çoğaltma aşaması, gerekse köklenme aşamasında hala sorunlarla karşılaşmaktadır. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda armut anaçlarının doku kültürü ile çoğaltımında gümüş tiyosülfat (GTS) kullanımına rastlanmamıştır. Köklenme aşamasında besin ortamına organik demir ilave edilmesine yönelik ise sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Sotiropoulos ve ark., 2006). Bu nedenle çoğaltma katsayısının ve köklenme oranının artırılması için yeni araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Çalışmada armut fidan üretiminde anaç olarak kullanılan verimli, hastalıklara ve soğuklara karşı dayanımı oldukça iyi olan OHxF 333 ve OHxF 97 armut klon anaçlarının mikroçoğaltımında kullanılan protokollerin geliştirilerek daha etkili bir çoğaltıma katkı sağlamak hedeflenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak OHxF 97 ve OHxF 333 armut klon anaçlarının sürgünlerinden elde edilen eksplantlar kullanılmıştır. Anaçlara ait yaklaşık 2-3 cm uzunluğundaki sürgün uçları Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsü bünyesinde yürütülen proje kapsamındaki bitkilerden Mayıs ayı içerisinde alınmıştır.

OHxF 97 armut anacı, kuvvetli bir gelişim göstermekte olup, verimli, armut ateş yanıklığı ve armut geriye doğru ölüm (peardecline) hastalıklarına ve soğuklara karşı dayanıklı bir anaçtır.

OHxF 333, OHxF serisinin ticari olarak en çok tercih edilen anaçtır. OHxF 333, ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora* (Burill)) ve armut geriye doğru ölüm (peardecline) hastalıklarına oldukça dayanıklı, yarı bodur, verimli ve toprağa tutunma kuvveti iyi olan bir klon anaçtır. Üzerine aşılana armut çeşitleriyle uyumsuzluk sorunu da olmadığından fidancılık sektöründe yarı bodur armut fidanı üretiminde yaygın olarak tercih edilmektedir (Alizadeh ve ark., 2018; Hepaksoy, 2019).

### 2.2. Yöntem

Anaçlardan Mayıs ayı içinde 2-3 cm uzunluğunda alınan sürgün uçları musluk suyu altında 15 dakika süre ile yıkanmıştır. Sonra %70'lik etanol içerisinde 1 dakika bekletilmiş ve steril saf su ile yıkanarak alkolden arındırılmıştır. Son olarak ise birkaç damla tween 20 içeren %18'lik sodyum hipoklorit (%15 Cl içerikli) çözeltisinde 18 dakika çalkalanmış ve 3 kez 5'er dakika süreyle steril saf su ile yıkanarak sodyum hipokloritten tamamen arındırılmıştır. Steril edilen sürgün uçları steril kurutma kağıdı üzerinde nemi alındıktan sonra yaklaşık 0.5-1cm uzunluğunda hazırlanarak besin ortamlarına aktarılmıştır. Başlangıç ortamında MS (Murashige ve Skoog) besin ortamına 1mg/l BAP, 0.01 mg/l IBA ve 0.3 mg/l GA<sub>3</sub> ilave edilmiştir. Besin ortamlarının pH'sı 5.8'e ayarlandıktan sonra 30 g/l sakkaroz, 7 g/l agar eklenmiştir. Çalışmanın tüm aşamalarında besin ortamları 121 °C sıcaklıkta otoklav içerisinde 14 dakika süre ile steril edilmiştir. Sürgün uçları başlangıç ortamında yaklaşık 3 hafta süre ile 24±1 °C sıcaklık ve yaklaşık 120±10 µmol/m<sup>2</sup>s ışık şiddetine ayarlı iklim odasında 16 saat aydınlık 8 saat karanlık koşullarda kültüre alınmıştır. Bu sürenin sonunda sağlıklı sürgünler çoğalma aşaması için hazırlanan besin ortamlarına aktararak çoğaltılmıştır. Çalışmanın hem çoğaltma hem köklendirme aşamalarında eksplantlar aynı iklim odası koşullarında kültüre alınmıştır.

### 2.2.1. Sürgün Çoğaltma Aşaması

Çoğaltma aşaması 2 aşamalı olarak yapılmıştır. Denemenin 1. aşamasında eksplant olarak 2-3 boğumlu ( $\geq 2$ cm) mikrosürgünler kullanılmıştır. Bu aşamada 2, 3, 4 ve 5 mg/l BAP dozları ile 0.3 ve 0.5 mg/l IBA'nın oluşturduğu kombinasyonlar besin ortamına ilave edilmiştir. Ayrıca besin ortamlarına 30 g/l sakkaroz ve 7 g/l agar eklenerek pH' sı 5.8'e ayarlanmıştır. Hazırlanan besin ortamları 100 ml iç hacme sahip olan magenta kaplarına 25 ml olarak konulmuş ve 2-3 boğumlu mikrosürgünler dikilmiştir. Kültürler 4'er hafta aralıklarla 2 defa alt kültüre alınmıştır. Her iki alt kültürün sonunda regenerasyon oranları, eksplant başına sürgün sayıları ve sürgün uzunlukları belirlenmiş ve iki alt kültürün ortalamaları alınmıştır.

Denemenin 2. aşamasında ise GTS ve karbon kaynağının çoğaltma katsayısı üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla 1. denemede en iyi sonucu veren 2 mg/l BAP + 0.5 mg/l IBA içeren besin ortamlarına GTS (0, 5 ve 10  $\mu$ M) ve karbon kaynağı olarak 30 g/l sakkaroz ya da glikoz ilave edilmiştir. Besin ortamına dikilen 2-3 boğumlu mikrosürgünler aynı iklim odası koşullarında 4'er hafta süre ile 2 defa alt kültüre tabi tutulmuştur. Kültürlerin sonunda her bir alt kültür için regenerasyon oranı, eksplant başına sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu değerleri belirlenmiş ve ortalamaları alınmıştır.

### 2.2.2. Köklendirme Aşaması

Köklendirme aşamasında 2 farklı deneme yapılmıştır. Birinci denemede IBA ve aktif kömürün köklenme üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla  $\frac{1}{2}$  MS besin ortamına 0, 1, 2 ve 3 mg/l IBA dozları ile 1 g/l aktif kömür, 20 g/l sakkaroz ve 7 g/l agar ilave edilmiş ve pH'sı 5.8'e ayarlanmıştır. Daha sonra ısıtılarak agar ve aktif kömürü çözülen besin ortamları, 100 ml'lik cam magentalar içerisine yaklaşık 25'er ml olacak şekilde konulmuş ve otoklavlanarak steril hale getirilmiştir. Yaklaşık 2 cm uzunluğunda hazırlanan sağlıklı mikrosürgünler besin ortamlarına aktarıldıktan sonra sıcaklığı  $24 \pm 1$  °C olan iklim odasında kültüre alınmıştır. İnkübasyonun ilk 10 gününde karanlık koşullarda bırakılan kültürler, sonraki günlerde 16 saat aydınlık/8 saat karanlık koşullarda 4 haftalık inkübasyona tabi tutulmuştur. Bu sürenin sonunda mikrosürgünlerde köklenme oranı, kök sayısı ve kök uzunluğu değerleri ölçülmüştür.

İkinci denemede besin ortamına şelatlanmış Fe (Sequestrene 138) ilave edilerek köklenme üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla köklendirme denemesinin ilk aşamasında en yüksek köklenme oranının elde edildiği 2 mg/l IBA içeren  $\frac{1}{2}$  MS ortamına ilave olarak 100 yada 150 mg/l demir ilave edilmiştir. Besin ortamlarına dikilen yaklaşık 2 cm uzunluğundaki sağlıklı sürgünler aynı koşullardaki iklim odasında 10 gün karanlık, 4 hafta aydınlık koşullarda inkübasyona tabi tutul-

muştur. Bu sürenin sonunda mikrosürgünlerde köklenme oranı, kök sayısı ve kök uzunluğu değerleri belirlenmiştir.

### 2.2.3. Deneme Deseni ve Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmada, çoğaltma ve köklendirme denemeleri tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü ve her tekerrürde 4 eksplant olacak şekilde kurulmuştur. Elde edilen sonuçlar Minitab 17 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma testine göre belirlenerek farklı harfler ile gösterilmiştir. İstatistik analizlerde yüzde değerlerin arcsin açısı transformasyon karşılıkları kullanılmıştır.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Sürgün Çoğaltma Aşaması

Sürgün çoğaltma aşamasında 2 farklı deneme yapılmıştır. 1. deneme sonucunda rejenerasyon oranı, eksplant başına sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Çoğaltma aşamasında kullanılan farklı büyümeyi düzenleyici kombinasyonlarının eksplant başına sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde, ortamlar arasındaki farklar istatistik olarak %5 hata seviyesinde önemli bulunmuştur. OHxF 97 anacında yapılan çalışmada; rejenerasyon oranı %95-100 oranında gerçekleşmiştir. Çalışmada tüm uygulamaların eksplant başına sürgün sayısı değerlerini önemli düzeyde artırdığı saptanmıştır. Uygulamaların sürgün uzunluğu değerlerini ise kontrole göre artırmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte BAP konsantrasyonunun artması ile kontrole göre sürgün uzunluğunun azaldığı görülmüştür. OHxF 97 anacında sürgün sayısı bakımından 4 mg/l BAP+0.3 mg/l IBA uygulaması dışındaki kombinasyonları içeren uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. İstatistik anlamda önemli olmamakla birlikte en yüksek sürgün sayısı 5.2 adet/eksplant ve en yüksek sürgün uzunluğu 27.42 mm ile 2 mg/l BAP+0.5 mg/l IBA ile desteklenmiş MS ortamında elde edilmiştir (Şekil 1A).

OHxF 333 anacında rejenerasyon oranı ve sürgün sayısı bakımından uygulamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz iken, uygulamaların sürgün uzunluğu üzerine olan etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada, istatistik anlamda önemli olmamakla birlikte 2 mg/l BAP + 0.5 mg/l IBA ile desteklenmiş MS ortamında 2.1 adet/eksplant ile en yüksek sürgün sayısı ve 24.96 mm ile en yüksek sürgün uzunluğu elde edilmiştir.

**Çizelge 1.** Farklı oranlarda BAP ve IBA içeren MS ortamlarının OHxF 97 ve OHxF 333 anaçlarının mikroçoğaltımı üzerine etkileri

**Table 1.** Effects of MS media containing different ratios of BAP and IBA on micropropagation of OHxF 97 and OHxF 333 rootstocks

Uygulamalar		OHxF 97				OHxF 333				
BAP (mg/l)	IBA (mg/l)	Rejenerasyon Oranı (%)	Sürgün Sayısı (adet)	Sürgün Uzunluğu (mm)	Rejenerasyon Oranı (%)	Sürgün Sayısı (adet)	Sürgün Uzunluğu (mm)			
0	0	95	1.2	c*	23.02	abc	95	1.0	18.50	c
2	0.3	100	5.1	a	26.80	ab	100	1.1	24.59	ab
2	0.5	95	5.2	a	27.42	a	100	2.1	24.96	a
3	0.3	95	4.9	ab	23.49	abc	95	1.1	18.56	c
3	0.5	95	4.3	ab	23.32	abc	100	1.1	20.05	abc
4	0.3	100	3.7	b	21.06	c	100	1.1	15.65	c
4	0.5	100	4.5	ab	22.90	abc	100	1.2	19.90	bc
5	0.3	100	4.3	ab	21.01	c	95	1.1	18.37	c
5	0.5	95	4.5	ab	21.72	bc	95	1.7	20.28	abc

\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

Bu çalışmada, OHxF 97 klon anacında 2 mg/l BAP içeren MS ortamında en yüksek sürgün sayısı elde edilmiştir. Bizim çalışmamıza benzer şekilde yapılan diğer çalışmalarda (Boudabous ve ark., 2010; Güçlü ve ark., 2010; Sulusoğlu ve Çavuşoğlu, 2013; Rehman ve ark., 2014; Nikolova, 2017; Aydın ve Yarılgaç, 2021; Öznelçi ve Yiğit, 2022) MS ortamına BAP ilavesinin sürgün sayısını kontrole göre önemli oranda artırdığı bildirilmektedir. Bu araştırmada, çoğaltma çalışmalarının ilk denemesinden elde ettiğimiz sonuçlar değerlendirildiğinde, besin ortamına büyüme düzenleyici maddelerden BAP ilavesinin OHxF 97 anacında sürgün sayısını artırdığı, OHxF 333 anacında ise etkili olmadığı belirlenmiştir. Her iki anaçta da BAP konsantrasyonunun artmasına paralel olarak sürgün uzunluğunda belli oranda bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar başka araştırmacılar tarafından da ifade edilmektedir. Siddique ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırmada besin ortamına ilave edilen TDZ, BAP ve KIN konsantrasyonlarının artması ile sürgün uzunluğunun azaldığı bildirilmektedir. Mikroçoğaltım çalışmalarında sürgün uzunluğunun çok düşük olması istenmemektedir. Nitekim Clapa ve ark. (2013) yaptıkları araştırmada başarılı bir köklenme için sürgün uzunluğunun 3 cm'den yüksek olması gerektiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar 2.5 cm'den kısa sürgünlerin yaklaşık %62 oranında köklendiğini, 3 cm'den uzun sürgünlerin ise %98 oranında köklendiğini belirtmişlerdir. Mikroçoğaltım çalışmalarında sürgün sayısı yanında sürgün uzunluğu değerlerinin de önemli bir kriter olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle çoğaltma aşamasında gereksiz yüksek sitokinin konsantras-



yonundan kaçınılmalıdır. Ayrıca bu aşamada sürgün uzunluğunu artırıcı uygulamalar üzerinde durulmalıdır.

Sürgün çoğaltma aşamasının ikinci denemesinde armut anaçlarının mikroçoğaltımı üzerine besin ortamına GTS ve glikoz ilave edilmesinin etkileri belirlenmiştir (Çizelge 2). OHxF-97 anacının mikroçoğaltımı üzerine, besin ortamına GTS ve farklı karbon kaynakları ilave edilmesinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. OHxF 97 anacında uygulamalara göre rejenerasyon oranları %90 ile %100 arasında, sürgün sayıları 4.3 ile 5.0 adet/eksplant arasında ve sürgün uzunluğu değerleri ise 12.54 ile 18.48 mm arasında değişmiştir.

Araştırmada besin ortamına farklı karbon kaynağı ve GTS ilave edilmesinin OHxF 333 armut anacında rejenerasyon oranı üzerine etkisi istatistik olarak önemsiz, sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu üzerine etkileri ise istatistik olarak önemli bulunmuştur. Sürgün sayısı bakımından değerlendirildiğinde glikoz içerikli çoğaltma ortamında 0 ve 5  $\mu$ M GTS içeren ortamların sürgün sayısını (sırasıyla, 2.6 ve 2.5 adet/eksplant) kontrole göre önemli oranda artırdığı, diğer uygulamaların ise etkilemediği tespit edilmiştir. Sürgün uzunluğu değerleri incelendiğinde ise sakkaroz içerikli çoğaltma ortamına 5 ya da 10  $\mu$ M GTS ilavesinin OHxF 333 anacında sürgün uzunluğunu (sırasıyla, 24.59 ve 24.96 mm) kontrole göre önemli oranda artırdığı saptanmıştır (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** GTS ve farklı karbon kaynaklarının OHxF 97 ve OHxF 333 armut anaçlarında rejenerasyon oranı, sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu üzerine etkileri

**Table 2.** The effects of GTS and different carbon sources on regeneration rate, shoot number and shoot length in OHxF 97 and OHxF 333 pear rootstocks

Uygulamalar*		OHxF 97			OHxF 333				
Karbon Kaynağı (30g/l)	GTS ( $\mu$ M)	Rejenerasyon Oranı (%)	Sürgün Sayısı (adet/eksplant)	Sürgün Uzunluğu (mm)	Rejenerasyon Oranı (%)	Sürgün Sayısı (adet/eksplant)	Sürgün Uzunluğu (mm)		
Sakkaroz	0	100	4.7	18.48	95	1.4	b**	18.50	c
Sakkaroz	5	100	5.0	13.24	95	2.1	ab	24.59	ab
Sakkaroz	10	90	4.3	12.54	95	1.7	ab	24.96	a
Glikoz	0	100	4.9	14.00	100	2.6	a	18.56	c
Glikoz	5	100	4.6	17.90	100	2.5	a	20.05	abc
Glikoz	10	100	4.7	15.15	95	2.1	ab	15.65	c

\* Tüm uygulamalara 2 mg/l BAP ve 0.5 mg/l IBA ilave edilmiştir.

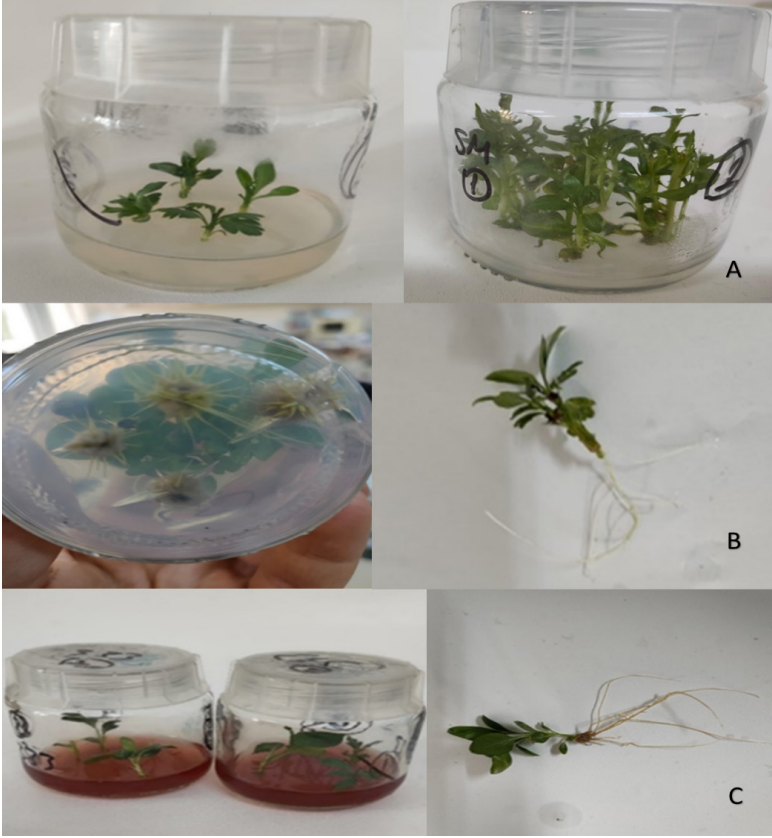
\*\*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

Yaptığımız çalışmada çoğaltma ortamına GTS ilavesinin her 2 anaçta da eksplant başına sürgün sayısı üzerine bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak besin ortamına sakkaroz yerine glikoz yada glikoz + 5 µM GTS ilave edilmesinin OHxF 333 anacında eksplant başına sürgün sayısı üzerine olumlu etki gösterdiği görülmüştür. Sakkaroz içerikli besin ortamında ise 5 ve 10 µM GTS ilavesinin sürgün uzunluğunu kontrole göre artırdığı saptanmıştır. Farklı karbon kaynaklarının ve AgNO<sub>3</sub> uygulamalarının mikroçoğaltım başarısı üzerine etkili olduğu başka araştırmacılar tarafından da ifade edilmektedir. *Prunus mume* türünün mikroçoğaltımı üzerine yapılan bir çalışmada bizim sonuçlarımızı destekler şekilde besin ortamına glikoz ilave edilmesinin sakkaroz, sorbitol ve früktoz ilave edilmesine göre daha başarılı sonuçlar verdiği bildirilmektedir (Harada ve Murai, 1996). Araştırmacılar sakkaroz içeren ortamlarda kloroz görüldüğünü bildirmişlerdir. Sarropoulou ve ark. (2016) yapmış oldukları çalışmada vişne (CAP-6P) ve kiraz (Gisela 6) anaçlarında etilen inhibitörü olan Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CoCl<sub>2</sub> ve AgNO<sub>3</sub> uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Araştırmalarının sonucunda AgNO<sub>3</sub> uygulamasının her iki anaçta da kontrol uygulamasına göre sürgün sayısını önemli oranda artırdığını bildirmişlerdir. Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ve CoCl<sub>2</sub> uygulamalarında ise CAP-6P anacında sürgün sayısında önemli bir artış olmadığını, Gisela 6 anacında ise sürgün sayısında önemli artış olduğunu tespit etmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalar ve çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde etilen inhibitörlerinin etkilerinin farklı olmasının sebebi tür ve çeşitler arasındaki genetik farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Mikroçoğaltım çalışmalarında besin ortamlarına GTS ilavesinin gerekli olmadıkça eklenmemesi gerektiği söylenebilir. Ancak *in vitro* koşullarda etilen üretiminden kaynaklanan, sararma, yaprak dökülmesi ya da gelişme geriliği gibi sorunlar ile karşılaşıldığında besin ortamına GTS ilavesinin çözüm getirebileceği düşünülmektedir. Çoğalma katsayısı düşük olan OHxF 333 anacında glikoz ile birlikte besin ortamına 5 µM GTS ilavesinin etkili olması, bu anaçta etilen birikimi sorununun olabileceğini düşündürmektedir. Besin ortamına GTS ilave edilmesinin bitkilerde etilen sentezini engellediği ve buna bağlı kararmaları önlediği Feng ve ark. (2010) tarafından da bildirilmiştir.

### 3.2. Köklendirme Aşaması

Çoğaltma aşamasında elde edilen mikrosürgünlerin köklendirilmesi amacıyla 2 farklı deneme yapılmıştır. 1. denemede IBA ve aktif kömürün farklı dozlarının oluşturduğu kombinasyonları içeren besin ortamlarının köklenme üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen köklenme oranı, kök sayısı ve kök uzunluğu değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. OHxF 97 anacında en yüksek köklenme oranları 1, 2 ya da 3 mg/l IBA ilave edilmiş ½ MS ortamlarında (sırasıyla, %60, %65 ve %55) meydana gelmiştir. İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte en yüksek kök sayısı (4.00 adet) 2 mg/l IBA ve 1g/l aktif kömür ilave edilmiş ½ MS ortamında elde edilmiştir. Ortama aktif kömür ilavesinin kök uzunluğu değerlerini artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

OHxF 333 anacında en yüksek köklenme oranı (%55) 2 mg/l IBA ilave edilmiş ½ MS ortamında meydana gelmiştir (Şekil 2B). Köklenen eksplant başına en yüksek kök sayısı değeri 8 adet ile 3 mg/l IBA+1 g/l aktif kömür ilave edilmiş ortamda tespit edilmiştir. Bununla birlikte bu ortam ile 2 ve 3 mg/l IBA içeren ½ MS ortamlarından elde edilen kök sayıları (sırasıyla,4.67 ve 5.21 adet/eksplant) arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. OHxF 333 anacında uygulamaların kök uzunluğu üzerine etkisi ise önemsiz kalmıştır.



**Şekil 1.** A; 2 mg/l BAP+0.5mg/l İBA içeren MS ortamında sürgün rejenerasyonu, B; 2mg/l İBA içeren ½ MS ortamında köklenme, C; 2mg/l İBA+150mg/l Fe-EDDHA (Sequestrene 138) içeren ½ MS ortamında köklenme.

**Figure 1.** A; Shoot propagation in MS medium containing 2 mg/l BAP+0.5 mg/l IBA, B; Rooting in ½ MS medium containing 2 mg/l IBA, C; Rooting in ½ MS medium containing 2 mg/l IBA+150 mg/l Fe-EDDHA (Sequestrene 138)

**Çizelge 3.** Farklı IBA ve aktif kömür kombinasyonlarının OHxF 97 ve OHxF 333 anaçlarında köklenme üzerine etkileri

**Table 3.** Effects of different combinations of IBA and activated charcoal on rooting of OHxF 97 and OHxF 333 rootstocks

Uygulamalar		OHxF 97				OHxF 333					
IBA (mg/l)	Aktif Kömür (g/l)	Köklenme Oranı (%)	Kök Sayısı (adet / eksplant)	Kök Uzunluğu (mm)	Köklenme Oranı (%)	Kök Sayısı (adet / eksplant)	Kök Uzunluğu (mm)	Kök Uzunluğu (mm)	Kök Uzunluğu (mm)		
0	0	0	b*	-	-	0	c	-	-		
1	0	60	a	3.2	2.60	ab	15	bc	3.5	bc	2.48
2	0	65	a	3.5	2.64	ab	55	a	4.67	ab	1.07
3	0	55	a	2.2	1.82	b	40	ab	5.21	ab	0.66
1	1	10	b	1.5	4.50	a	0	c	-	-	-
2	1	15	b	4.0	4.10	a	5	c	1.00	c	3.00
3	1	5	b	3.0	5.30	a	5	c	8.00	a	1.56

\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir ( $P < 0.05$ ).

Köklendirme çalışmalarında seyreltilmiş besin ortamlarının kullanımı, tamamen karanlık koşullarda inkübasyon ve besin ortamına IBA ve aktif kömür ilave edilmesinin olumlu etkilerinin olduğu başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Grigoriadou ve Leventakis 2000; Thomas, 2008; Dumanoglu ve ark., 2009; Aygün ve Dumanoglu, 2015; Yıldırım ve ark., 2015). Mersinin mikroçoğaltımı üzerine yapılan bir araştırmada ½ MS ortamına 1 mg/l IBA ve 2 g/l aktif kömür ilavesinin köklenmeyi %80 oranında teşvik ettiği ifade edilmiştir (Şan ve ark., 2015). Yine bizim sonuçlarımıza benzer şekilde Guardian şeftali anacının *in vitro* köklendirilmesi çalışmasında ½ MS ortamına 2 mg/l NAA ya da IBA ilave edildikten sonra 1 hafta karanlık ve ardından aydınlık koşullarda inkübasyonun köklenmeyi teşvik ettiği belirtilmektedir (Şan ve ark., 2015). Besin ortamına aktif kömür ilave edilmesinin ise köklenmeyi etkilemediği bildirilmektedir (Erig ve ark., 2004). Ancak Xiaolong ve ark. (2021) ve Boudabous ve ark. (2010) ise çalışmalarında aktif kömürün kontrol uygulamasına göre köklenme oranını önemli derecede arttırdığını bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmanın sonucu ve diğer çalışmaların sonuçlarını değerlendirdiğimizde, köklenme ortamlarına aktif kömür ilavesinin farklı tür ve çeşitlerin *in vitro* köklendirme çalışmalarında farklı etkisinin olduğu görülmektedir. Besin ortamına aktif kömür ilavesinin bazı bitkilerin yara yüzeylerinden salgılanan fenolik maddeleri adsorbe ederek eksplantın zarar görmesini engellediği, yine ışık klimasını değiştirerek köklenmeyi teşvik ettiği bildirilmektedir (Thomas, 2008). Bununla birlikte besin ortamına ilave edilen aktif kömürün vitaminleri, demir-çinko şelatlarını ve büyümeyi düzenleyici maddeleri de adsorbe edebildiği bilinmektedir. Bizim çalışmamızda aktif kömürün köklenme

oranını düşürmesinin nedeni besin ortamına ilave edilen İBA'nın aktif kömür tarafından adsorbe edilmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Nitekim yapılan araştırmalarda besin ortamına ilave edilen 2,4-D ve BA'nın *sırasıyla* %99.5 ve %98'inin aktif kömür tarafından adsorbe edildiği bildirilmiştir (Thomas, 2008). Bu nedenle aktif kömürlü ortamlarda *in vitro* köklendirme çalışmaları planlanırken, düşük dozda aktif kömür ve daha yüksek dozda büyüme düzenleyici maddelerin besin ortamına ilave edilmesi düşünülmelidir.

Köklendirme denemelerinin 2. aşamasında besin ortamına *şelatlanmış* Fe (Sequestrene 138) ilavesinin etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda köklenme oranı, eksplant başına kök sayısı ve kök uzunluğu değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Köklendirme aşamasında kullanılan ortamların köklenme oranı, eksplant başına kök sayısı ve kök uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde, OHxF 97 anacında ortamlar arasındaki farklar istatistik olarak önemsiz, OHxF 333 anacında ise köklenme oranı ve kök uzunluğu değerleri bakımından ortamlar arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuştur. OHxF 97 ve OHxF 333 armut anaçlarında en yüksek köklenme oranları (*sırasıyla*, %80 ve %75) ve en yüksek kök sayıları (*sırasıyla* 3.40 ve 5.30 adet/eksplant) 150 mg/l demir ilave edilmiş ½ MS ortamında meydana gelmiştir (Çizelge 4, Şekil 1C). Kök uzunlukları bakımından değerlendirildiğinde ise OHxF 97 anacında istatistik olarak önemsiz olmakla birlikte en yüksek değer (9.42 mm) 150 mg/l demir ilave edilmiş ortamda olduğu tespit edilmiştir. OHxF 333 anacında ise en yüksek kök uzunluğunun (11.05 mm) 100 mg/l demir ilave edilmiş ortamda olduğu saptanmıştır.

Yaptığımız çalışmada köklendirme ortamına demir ilavesinin etkisi OHxF 333 anacında istatistik olarak önemli bulunmuştur. OHxF 97 anacında istatistik olarak önemsiz olmakla birlikte köklenmeyi nispeten olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Bizim çalışmamıza benzer şekilde başka araştırmacılar tarafından da besin ortamlarına organik demir ilavesinin kontrol uygulamasına göre köklenme oranını artırdığı bildirilmektedir (Molassiotis ve ark., 2003; Antonopoulou ve ark., 2007; Sadeghi ve ark., 2014). Antonopoulou ve ark. (2007) tarafından yapılan araştırmada GF-677 anacının *in vitro* köklenmesi üzerine Fe-EDDHA uygulamasının etkileri araştırılmıştır. Araştırmacılar bizim sonuçlarımıza paralel olarak 93.5 mg/l Fe-EDDHA içeren ortamda %30 köklenme elde ederken, 187.0 ve 280.5 mg/l Fe-EDDHA içeren ortamlarda %100 köklenme başarısı elde etmişlerdir. Başka bir araştırmada GF-677 anacının Fe-EDTA (MS ortamı) yada FeCl<sub>3</sub> içeren ortamlarda köklenmediği, Fe-EDDHA (Sequestren 138) içeren besin ortamlarında ise %100 oranında köklendiği bildirilmektedir (Molassiotis ve ark., 2003). Benzer şekilde Sotiropoulos ve ark. (2006) tarafından OHxF 333 armut anacının *in vitro* köklenmesi üzerine farklı demir kaynaklarının [FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O ve FeEDDHA] etkileri incelenmiş ve en yüksek köklenmenin (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>[Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>]·6H<sub>2</sub>O içeren besin ortamında gerçekleştiği belirtilmiştir. Çalışmamızda Sequestren 138 içeren ortamlarda köklendirilen bitkilerin daha sağlıklı ve yeşil olduğu dikkat çekmiş-

tir. Sequestrin 138 içeren ortamlarda köklenme oranının yüksek olmasının nedeni bitkilerde demir eksikliğinin olmaması olabilir. Nitekim Clapa ve ark. (2018) yaptıkları araştırmada besin ortamına ilave edilen demir *şelatı* (Sequestrin 138) dozunun artışına paralel olarak sürgün uzunluğunun arttığını, bitkilerin klorofil ve karotenoid içeriğinin yükseldiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar Sequestrin 138 içeren ortamlarda çoğaltılan bitkilerin dış koşullara daha kolay adapte olduğunu da ifade etmişlerdir. Bununla birlikte besin ortamına ilave edilen demir kaynaklarının farklı sonuçlar verdiği de görülmektedir. Licea-Moreno ve ark. (2015) tarafından 9 farklı ceviz melezinin mikroçoğaltımı üzerine 2 farklı demir kaynağının (Fe-EDTA, Fe-EDDHA) etkileri araştırılmıştır. Araştırmacılar bazı genotiplerin Fe-EDTA içeren ortamda daha iyi köklendiğini, bazı genotiplerin ise Fe-EDDHA içeren ortamda daha iyi köklendiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 4.** Köklenme ortamına farklı dozlarda demir ilavesinin OHxF 97 ve OHxF 333 anaçlarının köklenmesi üzerine etkileri

**Table 4.** The effects of iron supplementation at different doses on the rooting medium of OHxF 97 and OHxF 333 rootstocks.

Uygulamalar		OHxF 97			OHxF 333		
IBA (mg/l)	Demir (mg/l)	Köklenme Oranı (%)	Kök Sayısı (adet /eksplant)	Kök Uzunluğu (mm)	Köklenme Oranı (%)	Kök Sayısı (adet /eksplant)	Kök Uzunluğu (mm)
2	-	50	2.42	5.74	45	b*	6.29
2	100	45	2.89	6.85	65	ab	11.05
2	150	80	3.40	9.42	75	a	9.31

\* Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (P<0.05).

## 4. SONUÇ

Sonuç olarak elde edilen verilere göre bitki büyüme düzenleyicilerden BAP çoğaltma çalışmaları için yeterli sonuç vermiş, ancak daha iyi sonuçlar elde edilebilmesi için BAP'ın yanında farklı bitki büyüme düzenleyici kombinasyonlarının birlikte etkisinin incelenmesi gerektiği düşünülmektedir. Yapılan literatür araştırmalarında aktif kömürün köklendirme çalışmalarında genel olarak köklenme oranını arttırdığı bildirilmiştir. Ancak yapmış olduğumuz çalışmada ortama aktif kömür ilavesi köklenme oranını düşürmüştür. Aktif kömürün farklı bitki tür ve çeşitlerinde genetik farklılıktan dolayı *in vitro* köklendirmeye etkisinin aynı olmadığı düşünülmektedir. Köklendirme çalışmamızın ikinci aşamasında ortama organik demir (Sequestrene 138) ilavesi yapılmış ve kontrol ortamına göre köklenme oranında artış görülmüştür. *In vitro* köklendirme çalışmalarında oksin

özellikli büyümeyi düzenleyiciler ile birlikte farklı demir kaynaklarının etkileri üzerine daha detaylı araştırmalar yapılmalıdır. Sonuç olarak çalışmamızda kullanılan yöntemlerden elde edilen sonuçlar, OHxF 97 anacının mikroçoğaltımı için uygun bulunmuştur. Ancak OHxF 333 anacının mikroçoğaltımı için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### Etik

Bu çalışma etik kurul onayı gerektirmez.

### Yazar Katkı Oranları

Çalışmanın Tasarlanması (Design of Study): YET(%20), BŞ(%80)

Veri Toplanması (Data Acquisition): YET(%90), BŞ(%10)

Veri Analizi (Data Analysis): YET(%50), BŞ(%50)

Makalenin Yazımı (Writing Up): YET(%40), BŞ(%60)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu (Submission and Revision): YET(%10), BŞ(%90)

### KAYNAKLAR

- Alizadeh, S., Polat, G., Dumanoğlu, H., 2018. Old Home x Farmingdale 333 armut anacının *in vitro* köklenmesi üzerine oksin ve polivinil alkol uygulamalarının etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35 (Ek Sayı): 47-53. <https://doi.org/10.13002/jafag4482>
- Antonopoulou, C., Dimassi, K., Therios, L., Chatzissavvidis, C., Papadakis, L., 2007. The effect of Fe-EDDHA and of ascorbic acid on *in vitro* rooting of the peach rootstock GF-677 explants. Acta Physiologiae Plantarum, 29: 559-561. <https://doi.org/10.1007/s11738-007-0067-9>
- Aydın, E., Yarılgaç, T., 2021. *In vitro* propagation of some mahaleb genotypes as candidate rootstock for sweet cherries. Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences, 31(4): 847-857. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.892027>
- Aygün, A., Dumanoğlu, H., 2015. *In vitro* shoot proliferation and *in vitro* and ex vitro root formation of *Pyrus elaeagnifolia* Pallas. Frontiers in Plant Science, 6: 225. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00225>
- Boudabous, M., Mars, M., Marzougui, N., Ferchichi, A., 2010. Micropropagation of apple (*Malus domestica* L. cultivar Douce de Djerba) through *in vitro* culture of axillary buds. Acta Botanica Gallica, 157(3): 513-524.
- Clapa, D., Bunea, C., Borsai, O., Pinte, A., Harta, M., Ştefan, R., Fira, A., 2018. The role of sequestrene 138 in high-bush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) micropropagation. HortScience, 53(10): 1487-1493. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13269-18>
- Clapa, D., Fira, A., Joshee, N., 2013. An efficient ex vitro rooting and acclimatization method for horticultural plants using float hydroculture. HortScience, 48(9): 1159-1167.
- Dumanoğlu, H., Tuna Güneş, N., Erdoğan, V., Aygün, A., Şan, B., 2006. Clonal selection of a winter-type european pear cultivar 'Ankara' (*Pyrus communis* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 30(5): 355-363.
- Dumanoğlu, H., Aygün, A., Erdoğan, V., 2009. Effect of ammonium nitrate levels on shoot and root formation in micropropagation of apple genotypes. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2(1): 177-182.



- Erig, A.C., Schuch, M.W., Braga, E.J.B., 2004. Enraizamento *in vitro* de pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Carrick. *Ciencia Rural Santa Maria*, 34(1): 275-277.
- Feng, J.C., Yu, X.M., Shang, X.L., Li, J.D., Wu, Y.X., 2010. Factors influencing efficiency of shoot regeneration in *Ziziphus jujube* Mill. 'Huizao'. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 101: 111-117. <https://doi.org/10.1007/s11240-009-9663-2>
- Grigoriadou, K., Leventakis N., 2000. Preliminary study on large scale *in vitro* propagation of *Myrtus communis* L. more options. *Acta Horticulturae*, 541: 299-303.
- Güçlü, F., Koyuncu, F., Şan, B., 2010. The *in vitro* micropropagation of some clonal cherry rootstocks. Süleyman Demirel University, *Journal of Natural and Applied Sciences*, 14(2): 144-147.
- Harada, H., Murai, Y., 1996. Micropropagation of *Prunus mume*. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 46: 265-267.
- Hepaksoy, S., 2019. Meyvecilikte anaç kullanımı: Armut anaçları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 12(2): 69-74.
- Licea-Moreno, R.J., Contreras, A., Morales, A.V., Urban, I., Daquinta, M., Gomez, L., 2015. Improved walnut mass micropropagation through the combined use of phloroglucinol and Fe EDDHA. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 123: 143-154. <https://doi.org/10.1007/s11240-015-0822-3>
- Molassiotis, A.N., Dimassi, K.N., Therios, I.N., Diamantidis, G.R., 2003. Fe-EDDHA promotes rooting of rootstock GF-677 (*Prunus amygdalus* x *P. persica*) explants *in vitro*. *Biologia Plantarum*, 47(1): 141-144.
- Nikolova, V., 2017. The effect of the chemical composition of different nutrient media on micropropagation in pear cultivars Giffard Beurre and Williams pear. *Journal of BioScience and Biotechnology*, Special Edition/Online, 17-18.
- Özden, A.N., 2007. GF-677 hibrit (*Prunus amygdalus* X *P. persica*) anaçının *in vitro* rejenerasyonu ve mikroçoğaltımı. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özelçi, D., Yiğit, E., 2022. *Morus nigra* L. (Karadut) cv. 'Ekşi Kara'nın mikroçoğaltımı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 25 (1): 49-56. [doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.865910](https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.865910).
- Özzambak, M.E., Zeybekoğlu, E., Gün, İ., Kılıç, T., 2018. Spathiphyllum'un *in vitro* mikroçoğaltımı üzerine şeker konsantrasyonlarının etkileri. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(3): 1015-1023.
- Rehman, H.U., Gill, M.I.S., Dhillon, W.S., Bedi, S., 2014. Micropropagation of Patharnakh (*Pyrus pyrifolia* (burm f) Nakai) pear using explants obtained from forced cuttings. *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine*, 2(2): 54-65.
- Sadeghi, F., Yadollahi, A., Kermani, M.J., Eftekhari, M., 2014. Optimizing culture media for *in vitro* proliferation and rooting of tetra (*Prunus empyrean* 3) rootstock. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 13: 19-23.
- San, B., Li, Z., Hu, Q., Reighard, G.L., Luo, H., 2015. Adventitious shoot regeneration from *in vitro* cultured leaf explants of peach rootstock 'Guardian' is significantly enhanced by silver thiosulfate. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 120: 757-765. [doi.org/10.1007/s11240-014-0645-7](https://doi.org/10.1007/s11240-014-0645-7).
- Sarrpoulou, V., Dimassi-Theriou, K., Therious, I., 2016. Effect of the ethylene inhibitors silver nitrate, silver sulfate, and cobalt chloride on micropropagation and biochemical parameters in the cherry rootstocks 'CAB-6P' and 'Gisela 6'. *Turkish Journal of Biology*, 40: 670-683. [doi.org/10.3906/biy-1505-92](https://doi.org/10.3906/biy-1505-92).
- Serttaş, S., Öztürk, A., 2020a. Bazı armut klon anaçları üzerine aşılı armut çeşitlerinin fidan gelişim performanslarının belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(4): 842-850. [doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.693431](https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.693431).
- Serttaş, S., Öztürk, A., 2020b. Armutta fidan kalitesi üzerine anaç ve çeşitlerin etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(1): 1-10. [dx.doi.org/10.29278/azd.724264](https://doi.org/10.29278/azd.724264).
- Siddique, I., Bukhari, N.A.W., Perveen, K., Siddiqui, I., 2015. Influence of plant growth regulators on *in vitro* shoot multiplication and plantlet formation in *Cassia angustifolia* Vahl. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 58(5): 686-691. [doi.org/10.1590/S1516-89132015050290](https://doi.org/10.1590/S1516-89132015050290).
- Sotiropoulos, T.E., Almaliotis, D., Papadakis, I., Dimassi, K.N., Therios, I.N., 2006. Effects of different iron sources and concentrations on *in vitro* multiplication, rooting and nutritional status of the pear rootstock 'OHF-333'. *European Journal of Horticultural Science*, 71(5): 222-226.
- Sulusoglu, M., Çavusoglu, A., 2013. Micropropagation of cherry laurel *Prunus laurocerasus* L. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 11(1): 576-579.
- Şan, B., Karakurt, Y., Dönmez, F., 2015. Effects of thidiazuron and activated charcoal on *in vitro* shoot proliferation and rooting of myrtle (*Myrtus communis* L.). *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21: 177-183. [doi.org/10.1501/Tarimbil\\_0000001319](https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001319).
- Şengül, E., 2012. Karadutun (*Morus nigra* L.) *In Vitro* Çoğaltımı. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 60s, Bursa.
- Thomas T.D., 2008. The role of activated charcoal in plant tissue culture. *Biotechnology Advances*, 26: 618-631. [doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.08.003](https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.08.003)
- Xiaolong, L., Hao, S., Bo, X., Qiannan, Z., Li, L., 2021. Effect of activated carbon on rooting of tissue culture seedlings of Qiuzi pear. *Molecular Plant Breeding*, 12(10): 1-7. [doi.org/10.5376/mpb.202112.0010](https://doi.org/10.5376/mpb.202112.0010)
- Yıldırım, A.N., Şan, B., Yıldırım, F., Ecevit, F.M., Ercişli, S., 2015. Micropropagation of promising jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) genotypes. *Erwerbs-Obstbau*, 57: 135-140. [doi.org/10.1007/s10341-015-0240-z](https://doi.org/10.1007/s10341-015-0240-z)