



**BAZI ELMA KLON ANAÇLARINDA
ÇELİK KÖKLENMESİNİN
ANATOMİK VE HİSTOLOJİK
OLARAK İNCELENMESİ**

Emel VURAL

**Yüksek Lisans Tezi
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
ISPARTA, 2004**

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI ELMA KLON ANAÇLARINDA ÇELİK KÖKLENMESİNİN
ANATOMİK VE HİSTOLOJİK OLARAK İNCELENMESİ**

Emel VURAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

ISPARTA – 2004

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emel VURAL

Doğum Yeri : Denizli

Doğum Yılı : 1976

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : 1991 – 1994 Denizli Lisesi

Lisans : 1995 – 1999 S.D.Ü. Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Yabancı Dil : İngilizce

İş Deneyimi:

2000 – 2001 Çakır Sisleme (Zararlılarla Mücadele-Isparta)

2001 – Araştırma Görevlisi (S.D.Ü)

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|--|--------------|
| İÇİNDEKİLER | i |
| ÖZET | iii |
| ABSTRACT | iv |
| TEŞEKKÜR | v |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | vii |
| KISALTMALAR DİZİNİ | viii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ | 6 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 20 |
| 3.1. Materyal | 20 |
| 3.1.1. Deneme Yeri | 20 |
| 3.1.2. Sera Ortamı | 20 |
| 3.1.3. Bitkisel Materyal | 21 |
| 3.1.4. Kullanılan Anaçların Bazı Özellikleri | 21 |
| 3.2. Yöntem | 23 |
| 3.2.1. Çelik Alma Zamanları ve Dikimleri | 23 |
| 3.2.2. Çeliklerden Kök Bölgesi Örneklerinin Alınması ve Muhafazası | 24 |
| 3.2.3. Dokuların boyanması | 24 |
| 3.2.4. Köklenmenin Anatomik ve Histolojik Olarak İncelenmesi | 25 |
| 4. BULGULAR | 26 |
| 4.1. M 9 Anacına Ait Sürgünlerin Genel Anatomik Yapıları | 26 |
| 4.2. M 9 Anacına Ait Çeliklerde Çelik Tabanı ve Gövde Dokusunun Gelişme Durumu ile Köklenmenin Seyri | 28 |
| 4.3. MM 106 Anacına Ait Sürgünlerin Genel Anatomik Yapıları | 34 |
| 4.4. MM 106 Anacına Ait Çeliklerde Çelik Tabanı ve Gövde Dokusunun Gelişme Durumu ile Köklenmenin Seyri | 35 |
| 4.5. M 26 Anacına Ait Sürgünlerin Genel Anatomik Yapıları | 40 |
| 4.6. M 26 Anacına Ait Çeliklerde Çelik Tabanı ve Gövde Dokusunun Gelişme Durumu ile Köklenmenin Seyri | 40 |

| | |
|----------------------------|----|
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ | 45 |
| 6. KAYNAKLAR | 51 |



ÖZET

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde bazı elma klon anaçlarında köklenmenin anatomik ve histolojik olarak incelenmesi amacıyla 2002-2003 yılları arasında yürütülmüştür. Yapılan incelemelerde anaçlar arasında adventif köklerin oluşum yer ve oluşum zamanları bakımından farklılıklar olduğu saptanmıştır. M.9 anaçında dikimden 50 gün sonra kallus dokusu içerisinde kök taslaklarına rastlanmış olup, bu taslakların iletim demetleri ile henüz bağlantıya geçemedikleri görülmüştür.

MM.106 ve M.26 anaçlarına ait çeliklerden alınan örneklerde kambiyuma yakın floem hücrelerinin farklılaşması sonucu oluşmuş, kök primordiyumlarının olduğu gözlenmiştir. Daha ileriki dönemlerde primordiyumların en yakın iletim demeti ile bağlantı kurarak kallus dokusu içerisinde dışarı çıktıkları tesbit edilmiştir.

Üzerinde çalıştığımız M.9, MM.106 ve M.26 anaçlarından alınan örneklerde kesintili bir halka şeklinde meydana gelmiş olan sklerenkima tabakasının kök çıkışını engelleyici bir etkide bulunmadığı saptanmıştır. Kambiyumun ise aktif bir yapıda olduğu ve zamanla sekonder yapıları oluşturduğu gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Elma anaçları, adventif köklenme, kök primordiyası oluşumu, çoğaltma

ABSTRACT

This research was carried out the Süleyman Demirel University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, between the years 2002 and 2003. The aim of the research was to study the anatomical and histological investigations of rooting of the some apple rootstocks. It was determined that, there was difference between the rootstocks depending on adventitious root formation time and location. Root primordia was seen in the callus tissue of M.9 rootstock after the 50 days from planting but these primordia hadn't made a connection between the transmission bundles yet.

Because of differentiation in floem cells close to the cambium root primordium formation observed in the samples taken from MM.106 and M.26 rootstocks. In later stages it was determined that, primordia that make a connection the nearer transmission system and go out from the callus tissue.

It was determined that, the sclerenchima layer formed as an interrupted ring in the samples taken from M.9, MM.106 and M.26 rootstocks had no inhibiting effect on appearing of root. As for cambium is in an active structure and it is determined that it forms seconder structures as the with time.

KEY WORDS: Apple rootstocks, adventitious rooting, root primordia formation, propagation

TEŞEKKÜR

M 9 (bodur), M 26 (yarı bodur) ve MM 106 (yarı bodur), ülkemizde ve dünyada en fazla kullanılan klonal anaçlar arasında yer almaktadırlar. Bu anaçlar içerisinde M 9 bodur ağaçlar oluşturmasının yanında kök çürüklüğüne dayanıklı olması, üzerine aşılana çeşidin verim ve kalitesi üzerine olumlu etkilerde bulunması gibi özellikleri nedeniyle diğer anaçlara göre daha çok tercih edilmektedir. Ancak M 9 anacının çelikle çoğaltılması oldukça zordur.

Çeliklerin adventif kök oluşturmalarındaki kolaylık veya zorluk, muhtemelen fizyolojik veya biyokimyasal faktörler esas alınarak açıklanabilirse de, köklenecek çeliğin anatomik yapısıyla olan ilişkilerini de gözden uzak tutmamak gerekir. Bu düşünceden hareketle farklı köklenme yeteneklerine sahip M 9, MM 106 ve M 26 elma klon anaçlarında, kök oluşumu anatomik ve histolojik olarak incelenmesi ve anatomik yapının köklenme üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmaya beni yönlendiren ve çalışmalarım süresince her an gerekli ilgi ve desteğini esirgemeyen Danışman Hocam Doç. Dr. Fatma KOYUNCU'ya teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam boyunca bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Prof. Dr. M. Atilla AŞKIN'a ve kesitlerin alınması aşamasında yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Güner SEFEROĞLU'na teşekkür ederim. Ayrıca materyal temini aşamasında yardımcı olan Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarımın her aşamasında maddi ve manevi destekleri ve varlıkları ile hep yanımda olan fedakar aileme sonsuz sevgilerimle...

Emel VURAL

ISPARTA, 2004

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | | |
|------------------|--|----|
| Çizelge 1.1. | Dünya elma üretimi ve önemli üretici ülkelerin bazı yıllardaki üretim miktar ve alanları | 2 |
| Çizelge 1.2. | Bazı ülkelerde yaygın olarak kullanılan elma anaçları | 3 |
| Çizelge 2.1. | Bazı bitkilerde adventif kök oluşumlarının orijinleri | 8 |
| Çizelge 3.2.3.1. | Safranin-fast green ikili boyama işleminde takip edilen aşamalar | 25 |



ŞEKİLLER DİZİNİ

| | Sayfa |
|---|--------------|
| Şekil 3.1.2.1. Köklendirme periyodu boyunca serada sıcaklık ve nem değişimleri. | 20 |
| Şekil 3.2.1.1. Alttan ısıtmalı perlit ortamında köklendirme yastıklarına dikilen çelikler | 24 |
| Şekil 4.1.1. M 9'un 1-yıllık sürgününden alınan enine kesitte dokuların genel görünüşü (Safranin-fast green, 10x0.25) | 27 |
| Şekil 4.1.2. 1-yıllık sürgünde ksilem ve kambiyum dokusunun görünümü (Safranin-fast green, 20x0.40) | 27 |
| Şekil 4.2.1. M 9 anacına ait çeliklerin bazal kısımlarında kallus dokusunun oluşum seyri | 28 |
| Şekil 4.2.2. M 9 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 20 gün sonra ksilem ve korteks dokularının genel görünümü (Safranin-fastgreen, .10x0.25) | 29 |
| Şekil 4.2.3. M 9 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 30 gün sonra kallus dokusunun durumu (Safranin-fastgreen, 10x0.25) | 30 |
| Şekil 4.2.4. M 9 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 40 gün sonra kallus dokusunun görünüşü (Safranin-fastgreen, 4x0.10) | 31 |
| Şekil 4.2.5. M 9 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 50 gün sonra kallus dokusunun görünüşü (Safranin-fastgreen, 4x0.10) | 32 |
| Şekil 4.2.6. M 9 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 50 gün sonra kallus dokusu içinde orijinlenen adventif kökün görünümü (Safranin-fastgreen, 4x0.10) | 32 |
| Şekil 4.2.7. M 9 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 70 gün sonra kallus dokusu ve sklerenkima tabakasının görünüşü (Safranin-fastgreen, 4x0.10) | 33 |
| Şekil 4.3.1. MM 106 anacına ait 1 yıllık sürgünün genel anatomik yapısı (Safranin-fastgreen, 10x0.25) | 34 |
| Şekil 4.3.2. MM 106 anacına ait 1 yıllık sürgünde ksilem dokusunun genel görünümü (Safranin-fastgreen, 20x0.40) | 35 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4.4.1. MM 106 anacına ait çeliklerde çelik tabanında kallus oluşum seyri | 35 |
| Şekil 4.4.2. Dikimden 30 gün sonra korteks ve sklerenkima hücrelerinin görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25) | 36 |
| Şekil 4.4.3. Dikimden 40 gün sonra yeni ksilemin görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25) | 37 |
| Şekil 4.4.4 Dikimden 40 gün sonra adventif kökün görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25) | 38 |
| Şekil 4.4.5. Dikimden 40 gün sonra kök taslaklarının görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25) | 38 |
| Şekil 4.4.6. Dikimden 60 gün sonra dokuların durumu (Safranin-fastgreen, 10x0.25) | 39 |
| Şekil 4.5.1. M 26 anacına ait 1 yıllık sürgünün genel anatomik yapısı (Safranin-fastgreen, 10x0.25) | 40 |
| Şekil 4.6.1. M 26 anacına ait çeliklerde çelik tabanında kallus oluşum seyri | 41 |
| Şekil 4.6.2. M 26 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 20 gün sonra ksilem ve korteks dokusunun görünümü (Safranin-fastgreen, 10x0.10) | 42 |
| Şekil 4.6.3. Dikimden 40 gün sonra kök taslağının görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25) | 43 |
| Şekil 4.6.4. Dikimden 60 gün sonra adventif kökün görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25) | 43 |
| Şekil 4.6.5. Dikimden 60 gün sonra adventif kökün görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25) | 44 |
| Şekil 5.1. MM 106 ve M 26 anaçlarında zamana bağlı kök oluşum aşamaları | 48 |

KISALTMALAR DİZİNİ

| <u>Kısaltmalar</u> | <u>Açıklama</u> |
|--------------------|------------------|
| AK | Adventif kök |
| FL | Floem |
| K | Kambiyum |
| KC | Kök ucu |
| KL | Kallus |
| KP | Kök primordiyumu |
| KR | Korteks |
| KS | Ksilem |
| Ö | Öz |
| Öİ | Öz ışını |
| P | Periderm |
| SL | Sklerenkima |
| TR | Trake |
| YKS | Yeni ksilem |

1. GİRİŞ

Kültürü yapılan elmaların anavatanının Anadolu'yu da içine alan Kafkaslar ve muhtemelen Güneybatı Sibirya olduğu ve birçok *Malus* türünün orta Asya, Çin, Kore, Japonya ve Kuzey Amerika'da doğal olarak bulunduğu bildirilmektedir (Özbek, 1978; Westwood, 1995). Günümüzde kültür elması, Kuzey ve Güney yarımkürenin ılıman iklime sahip bölgelerine dağılmış durumdadır. Kuzey Amerika, Güney Afrika, Yeni Zelanda ve Avustralya'da da ileri düzeyde elma yetiştiriciliği yapılan alanlar oluşturulmaktadır. Elma Doğu ve Batı Hindistan'dan, tropik Amerika'nın dağlık kısımlarına, Kuzey Afrikada Fas ve Avrupa'da ise İskandinavya'nın güneyine kadar yayılmaktadır. Anadolu'nun önemli yetiştiricilik alanları ile aynı enlem derecelerinde bulunan Güney Avrupa'da ise elma yetiştiriciliği ancak yüksek yerlerde önemini koruyabilmektedir (Öz ve Bulagay, 1986).

Dünyada eski ve köklü bir kültüre sahip olan elma (*Malus communis* L.), botanikte *Rosales* takımının, *Rosaceae* familyasının, *Pomoideae* alt familyasının, *Malus* cinsine girmektedir (Öz ve Bulagay, 1986; Soylu, 1997).

Dünyada kişi başı elma tüketimi 2001 yılı FAO verilerine göre 8.2 kg'dır. Bunun nedeni, sahip olduğu tat, aroma ve albenisinin yanında, hem yazlık, güzlük ve kışlık çeşitlerinin olması hem de uzun süre depolanabilmesi nedeniyle pazarda uzun dönemde taze olarak bulunmasıdır. Ayrıca elma; suları, marmelatları, kurutulmuş meyveleri ile ayrı bir çeşni oluşturmakta ve tüketimi artırmaktadır (Janick vd., 1996; Özbek, 1996).

Dünya elma üretimi sürekli bir artış göstermekte olup 2002 yılı itibariyle bu üretim 58 milyon ton civarında bulunmaktadır (Çizelge 1.1.). Elma üretimi bakımından dünyada önde gelen ülkeler Çin, ABD, Türkiye, Fransa ve İran olup, dünya üretiminden aldıkları pay sırasıyla % 35.8, % 6.8, % 4.4, % 4.3, % 4.1'dir. Adı geçen ülkeler dünya üretiminin yaklaşık % 55'ini gerçekleştirmektedir. Ülkemiz ise dünya

elma üretiminden aldığı % 4.4'lük pay ile üçüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 2003).

Çizelge 1.1. Dünya elma üretimi ve önemli üretici ülkelerin bazı yıllardaki üretim miktar ve alanları

| ÜLKELER | ÜRETİM MİKTARLARI (Ton) | | | | ÜRETİM ALANLARI (Ha) | | | |
|------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1970 | 1990 | 2000 | 2002 | 1970 | 1990 | 2000 | 2002 |
| Çin | 798.000 | 4.331.922 | 20.437.065 | 20.507.763 | 250.000 | 1.635.520 | 2.254.843 | 2.500.828 |
| A.B.D | 2.901.933 | 4.380.000 | 4.830.280 | 4.041.780 | 162.880 | 191.600 | 181.015 | 177.000 |
| Türkiye | 748.000 | 1.900.000 | 2.400.000 | 2.500.000 | 63.537 | 105.000 | 107.600 | 108.600 |
| Almanya | 1.975.000 | 2.222.019 | 3.136.800 | 1.600.000 | - | 84.400 | 70.000 | 70.000 |
| Fransa | 3.903.000 | 2.326.000 | 2.156.900 | 2.500.000 | 90.000 | 82.000 | 78.000 | 78.000 |
| İtalya | 2.062.000 | 2.050.070 | 2.232.100 | 2.370.000 | 78.000 | 78.012 | 62.527 | 62.000 |
| İran | 88.500 | 1.523.980 | 2.141.655 | 2.353.359 | 23.000 | 140.579 | 147.337 | 148.665 |
| Polonya | 691.100 | 812.340 | 1.450.376 | 1.900.000 | - | 91.500 | 165.098 | 164.000 |
| Hindistan | 277.000 | 1.093.900 | 1.500.000 | 1.500.000 | 66.800 | 187.198 | 231.000 | 231.000 |
| Dünya | 27.006.428 | 41.025.784 | 59.539.383 | 57.982.587 | 2.777.942 | 5.114.957 | 5.469.926 | 5.697.758 |

Ülkemizde elma üretiminde görülen olumlu gelişmelere karşın son yıllarda budama, ilaçlama, seyreltme, hasat ve diğer bahçe işlerinde kullanılan işçi ücretlerinin yüksek olması, yetiştiricileri modern meyveciliğin gereklerine uymaya zorlamaktadır (Anonymous, 2003).

Modern meyve yetiştiriciliğinde temel amaç, ağaçları erken dönemde meyveye yatırmak, her yıl düzenli, kaliteli ve yüksek verim elde etmektir. Bu amaca ulaşmada klonal anaçların kullanımı büyük önem taşımaktadır. Elmalarda bodurlaştırıcı anaçlar diğer meyve türlerine göre daha önce bulunmuş ve dünyanın birçok ülkesinde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Demirsoy ve Demirsoy, 2000; Öz ve Bulagay, 1986; Westwood, 1995).

Elma için kullanılan klonal anaçların bugün için en çok bilinen ve yaygın olarak kullanılanları (Çizelge 1.2.) East Malling ve Malling Merton Araştırma İstasyonları tarafından elde edilmiştir (Barritt, 1992; Domoto, 2001; Soylu, 1993; Westwood, 1995).

Çizelge 1.2. Bazı ülkelerde yaygın olarak kullanılan elma klon anaçları

| ANAÇLAR | İspanya | Fransa | İtalya | İngiltere | Almanya | Polonya | Norveç | İsviçre | Çekoslovakya | Romanya | İsveç | Rusya | A.B.D. | Avustralya | Kanada | Yeni Z. |
|-------------------|---------|--------|--------|-----------|---------|---------|--------|---------|--------------|---------|-------|-------|--------|------------|--------|---------|
| M 7 | | X | X | | | | | | X | | | | | X | X | |
| M 9 | | X | X | | X | | X | X | X | | X | | X | X | | X |
| M 26 | | X | X | X | | | X | X | X | | | | X | X | X | X |
| M 27 | | X | | X | X | | | X | X | | | | | X | X | |
| M9 Pajam 2 | | X | X | | | | | | | | | | X | | | |
| M9 NAKB T337 | X | | X | | | | | X | | | | | X | | X | X |
| EMLA 9 | X | | | X | | | | X | | | | | X | | | |
| MM 106 | | X | X | X | X | | X | | X | | X | | X | X | X | X |
| MM 111 | | X | X | X | | | | | | | X | | X | X | X | |
| MAC 9 | | | X | | | | | | | | | | X | X | | X |
| M. Antonovka | | | | | | X | | | | X | | X | | | X | |
| P 2 | | | X | | | X | | | | | | | | | X | |
| P 22 | | | X | | | X | | X | | | | | | | X | |
| P1, P16, P18, P24 | | | X | | | X | | | | | | | | | X | |
| BUD 9 | | | X | | | X | X | | | | | X | X | | X | |
| O-3 | | | | | | | | | | | | | X | X | X | |
| Alnarp 2 | | | | X | | | | | X | | X | | | | X | |
| Northern Spy | | | | | | | | | | | | | | X | X | X |

Elma klon anaçları ülkemize 1960'lı yıllarda yurtdışından getirilmiştir. Yapılan denemelerde başarılı sonuçlar alınmasına rağmen, bu anaçların çoğaltılarak yaygınlık kazanması gerçekleştirilememiştir. Bu durumun en önemli nedenlerinden biri bu anaçların çoğaltılmasındaki güçlüklerdir (Kaşka, 1997).

Ülkemiz fidan üretiminde vegetatif olarak çoğaltılan ve belirli üstün özelliklere sahip olan klonal anaçlar, bazı resmi kuruluşlar (Meyvecilik Üretim İstasyonları, Araştırma Enstitüleri, Tarım İl Müdürlükleri, Tarım İşletmeleri (TİGEM) ve İl Özel İdare Fidanlıkları) ve üniversiteler bir yana bırakılacak olursa, hemen hemen hiç kullanılmamaktadır. Bu kuruluşlar tarafından üretilen anaçların başında M 9 ve MM 106 gelmektedir. Yine MM 106, MM.109, MM.111, MM.7 ve M. 26 üretilen diğer elma klon anaçlarıdır. Ancak ticari olarak fidan üretimi yapan özel

işletmeler tarafından bu anaçlar çok fazla kullanılmamakta ve üretimleri de yeterince bilinmemektedir. Farklı meyve türlerine ait yeni meyve çeşitleri kısa sürede ÷lkemize girmesine rağmen, klon anaçlarının öneminin yeterince bilinmemesi, ÷lkemizin meyvecilikte arzulanan yere gelmesini engellemektedir (Anonymous, 2003; Erbil ve Burak, 1999).

Son yıllarda artan fidan talebine karşı klonal anaçların üretimindeki sorunların giderilmesi ve üretimi hızlandıracak alt yapının bir an önce kurulması gerekmektedir. Meyve üretimimizin istenilen standartlara uygun olarak yapılması ve birim alandan yüksek verim elde edilebilmesi için fidan üretimimizin klonal anaçlarla yapılması ve yeni kurulacak meyve bahçelerinin, bu anaçlar üzerine aşılı fidanlarla tesis edilmesi bir zorunluluk teşkil etmektedir. Bununla birlikte son birkaç yıldan beri özel sektör tarafından muhtelif türlere ait klon anaç damızlıklarının kurulmaya başlanması ÷lkemiz meyveciliği açısından son derece ümit verici bir gelişme olarak gör÷lmektedir (Kaşka, 1997).

Modern meyvecilikte, standardizasyonun sağlanması için çoğaltma ile ilgili sorunların çözümlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla vegetatif çoğaltma yöntemlerinin kullanılması son derece önem kazanmaktadır. Çelikle çoğaltma ise klon anaçlarının üretilmesinde kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir (Erbil ve Burak, 1999; Tukey, 1964).

şimdiye kadar yapılan çalışmalarda çeliklerin köklenme mekanizması ile ilgili birçok teori ortaya atılmıştır. Yapılan çalışmalarda odun çeliklerindeki zayıf köklenmenin, yoğun sklerenkima ile ilişkisi olduğu öne sür÷lmektedir. Bununla birlikte kök primordiyumu gelişmesinin, sklerenkima tarafından engellenmesinden çok, köklenme başlangıcının kolay olup olmamasına bağlı olduğu bildirilmektedir (Davies ve Hartmann, 1988).

Bu çalışma ile farklı köklenme yeteneklerine sahip M 9, M 26 ve MM 106 elma klon anaçlarında adventif kök oluşumunun anatomisi incelenerek anaçların köklenme yetenekleri ile anatomik yapıları arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır.

Bugün gerek çelikle çoğaltmada gerekse *in vitro* çoğaltmada yeterince adventif kök oluşturulamadığı için çoğaltılması pratik olarak zor veya mümkün olmayan birçok meyve ağacının olduğu göz önüne alınırsa bu konunun önemi kendiliğinden ortaya çıkacaktır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitkilerde çoğaltma, amaca uygun tür ve çeşitlerin sürekliliğini sağlamak bakımından oldukça önemli bir konudur. Başarılı bir çoğaltma için, çoğaltma tekniğinin iyi bilinmesi, üzerinde çalışılan bitkinin morfolojik, fizyolojik ve anatomik özelliklerinin dikkate alınması ve o bitkinin hangi çoğaltma yöntemine uygun olduğunun belirlenmesi gerekir (Kaşka ve Yılmaz, 1974).

Pek çok meyve türü yabancı tozlanma zorunluluğuna bağlı heterozigot yapılarından dolayı tohumla çoğaltılamazlar. Ayrıca bazı meyve tür ve çeşitlerinde çekirdeksizlik söz konusudur yani tohum oluşmaz. Bazı türlerde ise tohum oluşsa bile bu tohumlar çimlenemez. Tüm bu nedenlerden dolayı meyvecilikte generatif çoğaltmadan pratik olarak yararlanılamaz. Tohumla çoğaltma, bazı meyve türlerinin anaçlarının çoğaltılmasında ve ıslah amaçlı kullanılan bir metottur. Bu nedenle meyve türlerinin çoğaltılmasında daha çok vegetatif yöntemlerden yararlanılmaktadır (Ağaoğlu vd., 1995; Haissig, 1992; Özçağırın, 1974).

Meyve türlerinin bir çoğunda olduğu gibi elmalar da geleneksel vegetatif metotlardan birisi olan aşu ile çoğaltılırlar. Bu amaçla çok farklı anaçlar kullanılmaktadır. Elma çeşitlerinin çoğaltılmasında farklı anaçlar kullanılması yetiştiricilik yönünden bazı olanaklar sağlamaktadır. Bu olanaklardan yararlanmak amacıyla kullanma durumunda olduğumuz klon anaçları ancak vegetatif yöntemlerle çoğaltılmaktadırlar. Bu yöntemlerden biri de çelikle çoğaltma yöntemidir (Erbil ve Burak, 1999).

Çelikle çoğaltılan bitkilerde adventif kök gelişimi oldukça önemli bir faktördür. Çelikle çoğaltmanın hızlı ve başarılı bir şekilde yapılabilmesi, çoğaltılacak bitki tür veya çeşidine, odun yapısına ve adventif kök oluşturma kabiliyetine bağlıdır. Adventif kökler, doğal koşullar altında bitkiden doğrudan meydana gelebilir veya herhangi bir yaralama veya zararlanma sonucu oluşabilirler. Adventif kökler, gövdelerin boğum ve boğum aralarında, yapraklarda ve yeraltı gövdelerinde

meydana gelebilmektedirler. Adventif köklerin çoğu içsel kökenli olmakla birlikte dışsal gelişenleri de görmek mümkündür (Esau, 1977; Hartmann, 1981).

Bazı bitkilerde kök yerleri gövdenin gelişmesi sırasında oluşmakta ve bunlar çeliklerin hazırlandığı sırada çelikte mevcut bulunmaktadırlar. Bu şekilde önceden oluşmuş kök yerlerine söğüt (*Salix*), kavak (*Populus*), yasemin (*Jasminum*) ve frenk üzümü (*Ribes*) gibi birçok bitki türünde rastlanmaktadır (Altamura, 1996; Hartmann vd., 1997; Kaşka ve Yılmaz, 1974; Yentür, 1995; Westwood, 1995).

Çeliklerde önceden oluşmuş kök taslaklarının varlığı köklenmenin kısa zamanda gerçekleşmesi için zorunlu değildir. Örneğin birçok süs bitkisinin yeşil ve odun çelikleri ile asma bu şekilde kök taslakları içermezler fakat geniş vasküler ışınlarla sahip olmaları nedeniyle kolayca köklenmektedirler. Bazı bitkilerde ise adventif köklerin oluşumu çelik hazırlandıktan sonra başlamaktadır (Yentür, 1995).

Gövde çeliklerinde genellikle adventif köklerin çıktığı bölgenin, meristem hücresi olma yeteneğinde, iletken dokuların hemen dışında veya arasında bulunan, gruplar halindeki hücreler olduğu belirtilmektedir. Kök başlangıcı adı verilen bu hücre grupları bölünmeye devam ederek sonradan kök taslakları haline geçen birçok hücre grupları teşkil ederler. Yeni kök taslağında bir iletken doku sistemi meydana gelerek en yakın iletken doku sistemine bağlanır. Kök ucu, korteks ve epidermis içinden dışa doğru büyüyerek gövdeyle bir dik açılı teşkil edecek şekilde dışarı çıkar. Gövdedeki adventif kökler endogen olarak meydana gelmekte, yani gövde dokusu içinde doğarak dışa doğru büyümektedir (Kaşka ve Yılmaz, 1974; Hartmann vd., 1997; Yentür, 1995).

Çok yıllık odunsu bitkilerin çeliklerinde adventif kökler genellikle sekonder floemde yer alan canlı parankima hücrelerinden bazen de vasküler ışınlar, kambiyum, floem, kallus ve lentisellerden meydana gelebilmektedirler. Bazı bitki tür ve çeşitleri üzerinde yapılan çalışmalar, adventif kök oluşum orijinlerinin (Çizelge 2.1.), tür ve çeşide göre farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Bhella ve Roberts, 1975; Davies

ve Hartmann, 1988; Hartmann vd., 1994, 1997; Kalkışım, 1997; Koyuncu, 1997; Lovell ve White, 1986).

Çizelge 2.1. Bazı bitkilerde adventif kök oluşumlarının orijinleri

| | |
|--------------------------------------|---|
| Brompton Eriği | Bir öz ışınına bağlantılı olan sekonder floem |
| İncir | Floem öz ışını parankiması |
| Elma anaçları, çay | Bir öz ışınına bağlantılı olan sekonder floem |
| Gül | Göz ve yaprak ceplerinde kambiyumun dış bölgesi |
| <i>Pistacialar</i> , kızılıncık | Kambiyum dokusuna bitişik olan floem kısımları |
| <i>Citruslar</i> | Kabuk ve bazal kallus |
| <i>Acanthus</i> | Kambiyum |
| <i>P. abies</i> , <i>P. menziesi</i> | Kallus tabakası |

Çeliklerin adventif kök oluşturmalarındaki kolaylık veya zorluk, muhtemelen fizyolojik veya biyokimyasal faktörler esas alınarak açıklanabilirse de, köklenecek çeliğin anatomik yapısıyla olan ilişkilerini de gözden uzak tutmamak gerekir. Herhangi bir bitki türünde adventif kök oluşumu, bitki içinde hemen iletilebilir haldeki besin maddeleri veya köklenmeyi uyartıcı hormonlardan ziyade, hücrelerin kendi içlerinde bulunan faktörlerle daha çok ilgili gibi görünmektedir. Bununla birlikte hücreye yerleşmiş bazı taşınmaz faktörlerle, kolayca taşınabilen, oradan oraya iletilebilen besin maddesi ve hormonlar arasında, adventif köklerin oluşumunu kolaylaştıran veya zorlaştıran etkileşmelerin olması da çok mümkündür. Bu nedenle adventif kök oluşumu boyunca meydana gelen moleküler ve biyokimyasal safhaların daha iyi anlaşılması gerekmektedir (Haissig vd., 1992; Kaşka ve Yılmaz, 1974).

Günümüze kadar çeliklerde kök oluşum mekanizmaları ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmalarda çeliklerin anatomik yapıları üzerinde de durulmuştur. Yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı gibi çeliklerde köklenme süresince anatomik yapıda birtakım değişikliklerin meydana geldiği görülmektedir. Bugüne kadar gerek otu gerekse odunsu bitkiler üzerinde yapılan çalışmalarda kök oluşumunda rol

oynayan dokular ile ilgili bulgular elde edilmiştir. Yapılan bu araştırmalardan bazıları aşağıda sunulmuştur.

Zor köklenen birçok bitki türünde kök başlangıçları kallus dokusu içinde meydana gelebilmektedir. Örneğin, *Pinus eliotii* (Çam), *Pseudotsuga menziesii* (Douglas göknarı) ve *Picea abies* (Avrupa ladini) gibi zor köklenen bazı türlerde kök başlangıçları kallus dokusu içinde gelişebilmekte, kolay köklenen türlerde ise adventif kökler gövde içinde yer alan dokulardan orjinlenebilmektedir (Bhella ve Roberts, 1975; Hartmann vd., 1997; Lovell ve White, 1986; Yentür, 1995). *Pinus radiata* (Monteri çamı) ve *Hedera helix* (Duvar sarmaşığı) gibi bitki türlerinde ise bazı durumlarda adventif kök gelişiminde düzensizlikler meydana gelmekte ve bitkilerde köklenme kapasitesi ani olarak düşmektedir (Hamann, 1998).

Bazı söğüt ve elma türlerinde adventif köklerin öz ışınlarındaki kambiyumun dışında dal ve yaprak boşlukları ile birlikte doğdukları bildirilmektedir (Kaşka ve Yılmaz, 1974).

İsfendiyaroğlu (1999), sakız ağacı (*Pistacia lentiscus* var. Chia Duham.)'nda çelik dikiminden 22 gün sonra, bazal kallus içinde belirlenen trakeid yuvalarının, ileriki aşamalarda kök primordiyumuna dönüşemediğini, 30 gün sonra ise indüklenmiş trakeidlerin dar ve kesintisiz bir demet oluşturarak bazal kallus dokusunun içine doğru geliştiklerini saptamıştır. Araştırmacı daha ileriki aşamalarda ise trakeid demetlerinin son bulunduğu bölgelerde ve esas ksilemden çok uzakta kök primordiyumunun oluştuğunu bildirmektedir.

Apter vd. (1999) tarafından *T. asiaticum* (Asian jasmine) bitkisinden alınan ve üzerinde bir boğum bulunan explant ve gövde çeliklerinde; *in vitro* ve *ex vitro* koşullarda adventif kök oluşumu incelenmiştir. Araştırmada kök primordiyumu başlangıcı ve gelişimi ile adventif kök ksilemi gelişimi ve sürgün kök ksilem bağlantısı incelenmiştir. İlk kök primordiyası *in vitro* koşullarda 3. günde *ex vitro* da ise 7. günde gözlenmiştir. Sürgün kök ksilem bağlantısının ise hem *in vitro* hem de *ex vitro* da aynı zamanda meydana geldiği ifade edilmektedir.

Koyuncu ve Tekintaş (1999), fındık odun çeliklerinde yaptıkları incelemelerde, çeliklerde dikimden 10 gün sonra kallus dokusunun oluşmaya başladığını ve kallus dokusunun büyük oranda kambiyumdan orjinlendiğini, buna zaman zaman da floem ve korteksdeki parankimatik hücrelerin de katıldığını saptamışlardır. Dikimden 97 gün sonra ise çeliklerde adventif kök oluşumunun başladığını bildirmişlerdir. Araştırmacılara göre, adventif kökler, kambiyuma yakın floem hücrelerinden orjinlenmekte ve sklerenkima halkasını kırarak korteks dokusundan dışarı çıkmaktadırlar.

Hübl vd. (1984), Schattenmorello vişne (*Prunus cerasus*) çeşidi ile Nancy Mirabelle erik (*Prunus domestica*) çeşitlerinden alınan yeşil çeliklerde adventif kök oluşumunu anatomik ve histolojik olarak incelemişlerdir. Araştırmacılar tarafından, her iki türde de önceden oluşmuş kök başlangıçlarına rastlanmamıştır. Dikimden 2-3 hafta sonra çeliğin bazal kısmındaki kambiyum bölgesinde bulunan farklılaşmamış komşu dokulardan kök taslaklarının oluştuğu gözlenmiştir. Farklılaşmamış dokular ileriki dönemlerde kök oluşumuna katılabilmektedirler. Kök uçlarının teşekkülünden sonra kökler arasında iletken doku demetleri meydana gelmekte ve bağlantı kurulmaktadır. Daha sonraki aşamada ise köklerin iletken doku demetleri arasından çıkarak çelikten ayrıldıkları belirtilmektedir.

Fabbi vd. (1996), *Opuntia ficus-indica* Mill. (Dikenli incir) de kök başlangıç hücrelerinin birçok doku tarafından oluşturulduğunu, bazı kök primordiumlarının ise floem hücrelerinden orjinlendiğini saptamışlardır. Araştırmacılar, primordiya çıkışlarının en az iki hafta da gerçekleştiğini, hücre farklılaşmasının uyarılması ve çoğalmaya başlamasının ise ilk 48 saat gibi çok kısa bir sürede meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Bazı araştırmacılara göre bitki yaşının artması ile bu bitkilerden alınan çeliklerin adventif kök yapma yeteneği azalmaktadır (Bhella and Roberts, 1975; Rodriguez, 1986). Bununla birlikte yaşlı bitkilerden alınan çeliklerde adventif kökler çoğunlukla kallus dokusu içinde oluşurken, genç bitkilerden alınan çeliklerde ise adventif kökler doğrudan vasküler dokulardan orjinlenebilmektedirler (Hamann, 1998).

Ballaster vd. (1999), aynı genotipte genç (kolay köklenen) ve olgun (zor köklenen) kestane ağaçlarından alınan mikroçeliklerde *in vitro* koşullarda köklenme süresince meydana gelen anatomik ve biyokimyasal olayları incelemiştir. Her iki formda da IBA uygulamasından 48 saat sonra hücre bölünmeleri gerçekleşmiştir. Uygulamadan 3 gün sonra, yalnızca genç bitkilerde kök primordiyumu ve meristemoidlerin geliştiği görülmüştür. 10 gün sonra ise ilk adventif kök çıkışı gözlenmiştir. Olgun bitkilerde ise sekonder floem ve ksilemin genç bitkilere göre daha çok geliştiği ve kambiyal hürelere ve özellikle floeme yakın bölgede periklinal bölünmelerin meydana geldiği belirtilmektedir.

Davies vd. (1982), tarafından IBA uygulaması yapılmış genç ve yaşlı *Ficus pumila* (Tırmanıcı incir) bitkilerinden alınan yaprak-göz çeliklerinde adventif kök oluşumu boyunca meydana gelen anatomik değişimler incelenmiştir. Araştırmacılara göre, genç bitkilerden alınan çeliklerde dikimden 3-4 gün sonra, floem ışın parankimasının uç bölgelerindeki hücrelerin çekirdek ve sitoplazmaları belirginleşmekte ve kambiyal faaliyet artmaktadır. Floem ışın parankimasındaki hücrelerde ilk antiklinal bölünmeler 4. günde başlamakta ve kök başlangıçları veya kısmen organize olmuş hücre gruplarının bölünerek belirgin bir kök primordiyumuna dönüşümü 6. günde gerçekleşmektedir.

Rodriquez vd. (1986), farklı yaşlardaki (4 haftalık, 1 ve 2 yaşlı) *Coryllus avellana* sürgünlerinde kök oluşumu ve kök çıkışı arasındaki ilişkiyi histolojik olarak incelemiştir. Araştırmacılar yaptıkları mikroskobik incelemelerde 4 haftalık sürgünlerde görülen sklerenkimanın sürekli olmayan bir yapı gösterdiğini ve sklereid içermediğini saptamışlardır. Bir yıllık sürgünlerde ise oldukça büyük ve sürekli halka şeklinde olan sklerenkima lif bantları ile hücre duvarları kısmen ligninleşmiş dağınık sklereidler bulunmaktadır. Bir yıllık sürgünlerde kök çıkışları genelde sklerenkimatik halkanın koptuğu boğumlarda yada gövde altındaki kesim yerlerinde meydana gelmektedir. Bununla birlikte çeliklerin boğum aralarında da kök çıkışları görülmüştür. İki yıllık dallardan alınan çeliklerde ise sklerenkimanın daha yoğun, kalın sürekli bir halka şeklinde ve ligninleşmiş sklereidler içerdiği belirtilmektedir.

Greenwood ve Weir (1994), 20 günlük Loblolly pine (*Pinus taeda* L) çöğürlerinden alınan yeşil çelikler ile 1-2 yaşlı çöğürlerden alınan odun çeliklerini IBA ile muamele ederek köklendirme ortamına dikmişlerdir. Araştırmacılar, çeliklerin IBA'nın varlığına bağlı olarak kolay köklendiğini ve köklerin doğrudan ksilem parankimasından oluştuğunu bildirmektedirler. 1-2 yaşlı çöğürlerden alınan odun çeliklerinde köklerin 60-90 gün içinde kallus dokusunda oluştuğu ve IBA uygulamasının köklenme üzerinde çok az etkili olduğu ifade edilmektedir.

Bhella ve Roberts (1975), farklı yaşlardaki *Douglas-fir* (Adi porsuk) ağaçlarından alınan çeliklerde kök oluşumunu incelemişlerdir. Mikroskopik incelemelerde kök başlangıçlarının yaralı trakeidlerin çevresinde kallus tabakası içinde oluştuğu ifade edilmektedir. Araştırmada olgunlukla birlikte çeliklerin köklenme yeteneklerinin azaldığı bildirilmektedir.

Hasan ve Dodd (1989), genç *Durio zibethinus* (Durian) çöğürlerinden alınan çeliklerin köklenme bölgelerinden aldıkları enine kesitlerde, hücre duvarlarının nispeten ince olduğunu ve bunun kök primordiyası oluşumu için istenilen bir durum teşkil ettiğini bildirmektedirler. Mikroskopik incelemelerde çeliklerde henüz sklerenkimatik dokular gibi mekanik engellerin oluşmadığı ancak daha sonraki aşamalarda bu dokuların adventif kök gelişimini engelleyebileceği rapor edilmektedir.

Williams vd. (1984), Avustralya'da bulunan 16 doğal bitki türünden alınan odun çeliklerinin köklenme yeteneklerinde görülen farklılıkların, sürgünlerdeki sklerenkimalaşmadan ziyade, korteksteki suberinleşme derecesi ile ilgili olduğunu bildirmektedirler. Araştırmacılar tarafından devamlı bir halka şeklinde sklerenkima tabakasına sahip ve suberize dokuların bulunmadığı bazı türlerde köklenme oranı % 50 olarak gerçekleşirken suberize dokuya sahip türlerde ise sklerenkima dokusunun yapısına bağlı kalmaksızın en yüksek köklenme % 4 olarak tespit edilmiştir.

Koyuncu (1997), ceviz ve antepfıstığında çok sayıda dal izinin ve buna ilave olarak tanenli hücrelerin ve reçine kanallarının varlığının, kök primordiyumuna

farklılaşacak parankimatik hücrelerin azlığına sebebiyet vermesi nedeniyle, kök primordiyumu oluşumu üzerine dolaylı olarak engel olabileceklerini belirtmektedir.

Çelik ve Özkaya (1999), zeytin çeliklerinde kök oluşumunu anatomik olarak incelemişlerdir. Araştırmacılar, çeliklerden 15. ve 90. gün alınan enine ve boyuna kesitlerde morfolojik yapıda döneme bağlı olarak anatomik bir farklılığın olmadığını gözlemişlerdir. Zor köklenen 'Domat' zeytin çeşidinde, köklenme zorluğu sklerenkimadan kaynaklanmamakta ve metabolik aktivite kök yerine, yoğun kallus oluşumunda kullanılmaktadır. Bunun sonucu olarak da kök inisiasyonu zayıflamaktadır. Kortekste yer alan sklerenkima halkası, sürekli bir yapıda olup, kök çıkışı parçalanmış sklerenkima tarafından zorlaştırılmaktadır. Kök başlangıçlarının ise kambiyum hücreleri, ışın parankimasi veya farklılaşmamış ksilem hücrelerinden meydana geldiği ifade edilmektedir.

Seferoğlu ve Tekintaş (1998), tarafından *Bursa Siyahı* incir çeşidine ait çeliklerde kök gelişimi ile kallus oluşumu ve farklılaşması incelenmiştir. Çalışmada, çeliklerin köklendirme ortamına dikimden 40 gün sonra primordiyum oluşumuna rastlanmıştır. Kambiyum yakınında oluşan primordiyumun floemde gelişerek korteksten geçtiği ve primordiya gelişimine karşı ise herhangi bir engel olmadığı, sklerenkimatik hücrelerin incirde kök oluşumuna engelleyici bir etkide bulunmadığı bildirilmektedir.

Qrunfleh vd. (1992), Haziran ve Ağustos ayları ortalarında toplanarak köklendirmeye alınan *Flordabella* ve *Flordagold* şeftali çeşitlerine ait gövde çeliklerinde adventif köklerin çıkış yerleri ve sklerenkimatik dokuların köklenme üzerindeki etkilerini incelenmiştir. Araştırmacıya göre gövde çeliklerinde trilakunar tipte başlıca 3 yaprak lakunası [(damar geçit araları=yaprak cebi=yaprak yarığı, (Yentür, 1995; Esau, 1977)] bulunmakta ve bunlar boğumun hemen altında yer almaktadır. Yaprak lakunası vasküler dokuların merkezinde bulunan özden orjinlenmektedir. Mikroskobik çalışmalar sonucu önceden oluşmuş kök taslaklarına rastlanmamış, adventif köklerin ise boğum yada boğum aralarından orjinlenebileceği belirtilmiştir. Aynı zamanda adventif köklerin ksilem parankimasi, yaprak lakuna parankimasi, lakunanın dış tarafında bulunan parankimatik hücreler ile tomurcuğun hemen önünde

bulunan parankimatik hücrelerden de orjinlenebildiği ifade edilmektedir. Bununla birlikte üzerinde çalışılan çeşitlerde sklerenkimatik halkanın kök çıkışını engelleyici bir etkisinin olmadığı ve çeliklerde sklerenkimatik halkanın varlığına rağmen köklenmenin meydana geldiği bildirilmiştir.

Kalkışım (1997), kızılılık (*Cornus mas L.*) çeliklerinde sürekli olmayan ve aralarında açıklıklar bulunan kümeler halindeki sklerenkimatik liflerin bulunduğunu tespit etmiştir. Araştırmacıya göre, kök taslakları kambiyuma yakın floem dokusundaki hücrelerin farklılaşması sonucu meydana gelmekte ve sklerenkimatik liflerin arasında bulunan açıklıklardan kökler kolayca dışarı çıkabilmektedir.

Skolidis vd. (1990), *Myrobolan* ve *Istahara* erik anacı ile *Ortenauer* ve *Hauszwetsche* erik çeşitlerine ait odun çeliklerinde, adventif kök oluşumunu inceledikleri çalışmada, çeliklerde önceden oluşmuş kök yerleri veya kök primordiumlarına rastlamamışlardır. Çeliklerde ilk olarak kallus oluşmuş ve bunu kök farklılaşması safhaları takip etmiştir. Ancak kallus yoğunluğu ile kök gelişimi arasında doğrudan bir ilişki saptanamamıştır. İncelenen çeşitlerde kök çıkışı ve az köklenmeye, sklerenkimatik lif halkalarının mekanik bir engel oluşturmadığı belirtilmektedir.

Perez-Frances vd. (2000), tarafından yaralama işlemi yapılmış *Leucedendron* 'Discolar' ve *Leucedendron* 'Safari Sunset' çeliklerinde dikimden 1 hafta sonra kallus oluşumunun başladığı, 2. hafta sonunda ise yaralı bölgede oluşan kallus dokusundan adventif kök çıkışının meydana geldiği tespit edilmiştir. Yapılan mikroskopik incelemelerde adventif köklerin genel olarak çeliğin bazal kısmındaki yaralı bölgede meydana geldiği, bazı köklerin ise zarar görmemiş dokulardan orjinlendiği saptanmıştır.

Hamann (1998), Loblolly pine (*Pinus taeda*) çeliklerinde adventif kök oluşumu boyunca meydana gelen değişimleri incelemiştir. Çeliklerde önceden oluşmuş kök taslaklarına rastlanılmadığı ve adventif köklerin doğrudan gövde dokularından orjinlendiği belirtilmektedir. Dikimden 10 gün sonra çelik tabanında, vasküler

kambiyumdan orjinlenmiş daha çok organize olmamış büyük parankimatik hücrelerin oluşturduğu kallus tabakası, 20 gün sonra ise fellogen oluşumu gözlenmiştir. Dikimi takip eden 30. günde yaralı vasküler dokuların çevresinde kök başlangıçları meydana gelmiştir. Bazı bölgelerde ise kök meristemlerinin oluştuğu ve kallus içinde bulunan vasküler sistemin gelişmesi ile yeni oluşmuş köklerin sürekli bir yapı kazandığı bildirilmektedir.

Laskowski and Bautista (1999), *Malpighia emarginata* DC. (Acerola) odun çeliklerinde IBA uygulamasının kök oluşumu üzerine etkilerini araştırmışlardır. İncelemelerde çeliklerde ilk olarak devamlı olmayan perifloematik lifler ile sekonder ksilem gözlenmiştir. Dikimden 3 hafta sonra ise IBA uygulanmış çeliklerde kambiyal aktivite de meydana gelen yoğunluk merkezden çevreye doğru yayılan parankimatik dokularda görülmüştür. 4. hafta da vasküler dokularda farklılaşmanın başladığı ve primer vasküler dokularda uca doğru gelişen adventif kökler ve ksilem ile çok sayıdaki lif hücrelerinde sekonder büyüme görülmüştür (tekli damarlar veya grup halinde). IBA uygulanmış ve uygulanmamış çeliklerde ise anatomik olarak herhangi bir farklılık saptanmamıştır. Fakat IBA uygulanmamış çeliklerde kök oluşumunun, uygulanmış çeliklere nazaran daha uzun bir periyotta gerçekleştiği bildirilmektedir.

Özeker ve İsfendiyaroğlu (1999), IBA ile muamele edilmiş Papaz eriği çeliklerinden alınan kesitlerde, çeliklerin köklenme bölgelerinde oluşan kallus dokusunda yoğun bir vasküler farklılaşma olduğunu saptamışlardır. Yeni ksilem elemanlarının ise bazı yerlerde çok yoğun bir sarmal yapılanma göstererek eliptik veya parmak formundaki kök başlangıçlarına dönüştükleri bildirilmektedir. Aynı araştırmacılar, sürgün ana eksenine dik yönde geliştiği belirlenen kök primordiyumunun, gelişme yönünde bulunan floem, sklerenkima ve korteksi parçalayabildiğini, primordiyumdan esas ksileme doğru yeni vasküler eleman demetlerinin gelişmesinin, kök çıkışının ancak tam bir vasküler bağlantı sağlandıktan sonra gerçekleşebileceğini ifade etmektedirler.

Gonçalves vd. (1998), *in vitro* ve *ex vitro* koşullarda IBA uygulanmış kestane (*Castanea sativa* X *C. crenata*) çeliklerinde adventif kök oluşumu boyunca meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Dikimden donra ilk hücre bölünmeleri oksin

uygulamasından 24 saat sonra bazı kambiyal hücrelerin sayısında meydana gelen artış ile gözlenmiştir. Bunu takiben 3-4 gün sonra bireysel meristemoidler, 6-8 gün sonra ise konik şekilli kök primordiyumu meydana gelmiştir. IBA uygulamasından 10-12 gün sonra ise köklerin organize olmuş doku sistemleri ile birlikte gövde dışına çıktıkları tespit edilmiştir.

Ermel vd. (2000), ceviz (*Juglans regia* L.) kotiledon explantlarından aldıkları kesitlerde primordianın perivasküler hücrelerden orjinlendiğini ve bu yapının floem-kсилем sınırında olduğunu bildirmektedirler.

Ford vd., (2002)'e göre, elma mikro çeliklerinde adventif kök başlangıçları kambiyal bölgenin yakınında veya floem parankimasından meydana gelebilmektedir.

Sharma vd. (1988) M 9 anacına ait sürgünlerin 15 cm'lik basal kısımları Haziran ayında siyah polietilen örtü ile sarılmış ve sarma uygulamasından 5 ay sonra sürgünlerde gövde çapının arttığı, kallus ve kök oluşumunun ise teşvik edildiği gözlenmiştir. Araştırmacılar tarafından yapılan anatomik çalışmalarda, soldurma uygulaması sonucu adventif köklenme uyarılmış ve korteks ile dal trakesi arasında bulunan meristematik dokuların geniş alanlar oluşturduğu görülmüştür. İleriki safhalarda ise bu alanlar içinde kök taslaklarının meydana geldiği ve adventif köklerin geliştiği saptanmıştır.

Collet vd. (1994)'e göre Jork 9 ve Cepiland gibi M 9'a göre kolay köklenen anaçlarda primordiya gelişimi hızlı bir şekilde meydana gelmiş ve kambiyal bölgede farklılaşmalar görülmüştür. M 9 EMLA ve Lancep Malus 9 gibi zor köklenen anaçlarda ise ilk olarak kambiyal hücrelerin geliştiği, sonra da birkaç meristemoidin meydana geldiği belirtilmiştir. Araştırmacılar tarafından her iki grupta primordiya oluşumunun direk olarak IAA'nın teşvikine bağlı olmadan gerçekleştiği ifade edilmektedir.

San-Jose vd. (1992), *Quercus robur* (meşe) NL3 klonu ile M 9 Jork elma anacının sürgünlerinden alınan çeliklerde *in vitro* koşullar altında adventif kök oluşumunu

incelemişlerdir. Her iki türde IBA uygulamasından sonraki ilk 1-2 günde önemli hücrel değişiklikler ile bazı kambiyal ve vasküler parankima hücreleri gözlenmiştir. Oksin uygulamasından 4 gün sonra meristematik aktivitenin arttığı ve sonraki 1-2 gün içinde meristemoidlerin bireysel olarak oluştukları tespit edilmiştir. Kök çıkışının meşe sürgünlerinde 4, elmada ise 10 gün sonra meydana geldiği bildirilmektedir.

Pfeiffer vd. (1991), elma'nın (Gloster ve M 9) boğumdan kesilmiş 1 yıllık odun çeliklerinde adventif kök gelişimini anatomik ve histolojik olarak incelemişlerdir. Araştırmacılar tarafından dikimden 3 hafta sonra yapılan makroskopik incelemelerde kallus dokusunun meydana geldiği, 4-5 hafta sonra ise ilk adventif köklerin oluştuğu ve çelik kenarlarından çıktığı ifade edilmektedir. Daha sonraki adventif kök çıkışlarının ise doğrudan boğum kallusundan meydana geldiği bildirilmektedir.

Mackenzie vd. (1988)'e göre M 26 anacının yaralanmış çeliklerinin bazal kısımlarında boğum bulunanlar, boğum arasından hazırlananlara göre daha iyi köklenmiştir. Farklı şekillerde yapılan yaralama işlemi sonucu kambiyum zararlanmış ve kambiyumdan orijinleşmiş kallus dokusu meydana gelmiştir. Bu şekilde çıkıntı noktasının dışındaki bölümden oluşan kambiyal kallusden yeni kambiyum farklılaşmış ve çelik tabanında yapılan yaralama işlemi sonucu iki adet çıkıntı oluşmuştur. Bu çıkıntılar; ksilem içeren parmak benzeri oluşumlardaki yara kenarlarının ışınal vasıtası ile yatay şekillerdeki bölünmelerle meydana gelmektedir. Araştırmacılara göre, kök primordiyası kallusun dış yüzeyinden gelişmeye başlamakta ve primordiya ile diğer elemanlar arasında vasküler bağlantı kurulduktan sonra bir veya daha fazla oluşum hızlı bir şekilde gelişmektedir.

Howard vd. (1984)'e göre M 26 elma klon anacının odun çeliklerinde çelik tabanının ortadan ikiye ayrılması şeklindeki yaralama, çeliklerde köklenme oranını ve kök sayısını arttırmaktadır. Özellikle boğum arası ve sürgünün orta kısımları gibi normalde köklenmesi zayıf olan bölgelerden alınan çelikler, yaralamaya daha iyi cevap vermişlerdir. Araştırmacılar, yaralamanın olumlu etkisinin ancak IBA ile birlikte ortaya çıktığını ve IBA'nın yaralanmış çelikler tarafından daha fazla miktarda

alındığını saptamışlardır. Bu çalışmalarda ayrıca elma (M 9, MM 106), armut (Beurre Hardy), erik (St Julien) ve kestanede yaralamanın etkili olduğu bildirilmektedir.

Pontikis vd. (1979), M.27 elma klon anacından alınan yaralama yapılmış 1 yıllık odun çeliklerinde kök oluşumunu anatomik olarak incelemiştir. Çeliklerin köklendirme ortamına dikilmesinden iki hafta sonra, zarar görmemiş kambiyumun devamı şeklinde kambiyum farklılaşması gözlenmiştir. Araştırmacılar, taban yaralamasının floem parankiması dokularına IBA girişini arttırdığını ve bu şekilde önce kallus sonra da kök oluşumunu kolaylaştırdığını bildirmektedirler.

Jasik vd. (1997), Jork 9 elma anacının mikro sürgünlerinde *in vitro* koşullarda adventif kök oluşumu incelenmiştir. Ortama IBA eklendiğinde, ilk 24 saat boyunca primer ışıklarda, vasküler dokuların çevresinde bulunan hücrelerde ve kambiyal bölgelerdeki hücrelerde nişasta taneleri birikimi meydana gelmiştir (bu birikim explantların yalnızca taban kısmında meydana gelmiştir). Daha sonra bu hücre çekirdekleri aktif hale geçmiş, sitoplazmaları yoğunlaşmış ve hücre organellerinin sayısı artmıştır. Bunun sonucunda nişasta taneleri parçalanmış ve 96 saat sonra kambiyum hücrelerinde enine bölünmeler başlamıştır. Birkaç bölünmeden sonra çeliğin basal kısmına yakın ksilem çevresinde izodiametrik sitoplazmik hücrelerin oluşturduğu sürekli halka gözlenmiştir. Bu halka içindeki hücreler nişasta taneleri içermemekle birlikte halkanın bazı bölümlerinin regenerasyonu ile kök meristemoidlerinin oluştuğu bildirilmektedir. Halkadaki diğer hücrelerden ise kallus meydana geldiği, daha ileriki aşamada ise sürgün vasküler dokusu ve trakeid ile bağlantılı kök ucu ve kök cebi bulunan tipik kökün geliştiği gözlenmiştir.

Zhou vd. (1992) tarafından elma anaçlarından M 26 ve EMLA 9 da adventif kök gelişimi ve orijinlerinin *in vitro* koşullarda histolojik olarak incelendiği çalışmada, her iki anaç arasında adventif köklerin gelişimi ve başlangıç zamanları arasında farklılıklar olduğu saptanmıştır. M. 26 anacında adventif köklerin kambiyum hücrelerinden orjinlendiği ve bu hücrelerden bazılarının 36 saat sonra meristemoidlere dönüştükleri belirlenmiştir. Uygulamadan 10 gün sonra ise

eliklerde kök ıkışları görülmüştür. M. 26 anacından alınan mikro çeliklere ait kesitlerde floemin bazı bölgelerinde birkaç adet floem lifi gözlenmiş, EMLA 9 da ise bu yapılara rastlanmamıştır. Her iki anaçtan alınan kesitlerde ksilemin 2-3 tabaka halinde az lignifiye olmuş damar elementi içerdiği belirtilmektedir. Araştırcılar EMLA 9 klon anacının köklenme kapasitesinin M 26 dan düşük olduğunu ve köklenmenin M 26'ya göre daha uzun zamanda gerçekleştiğini bildirmektedirler.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

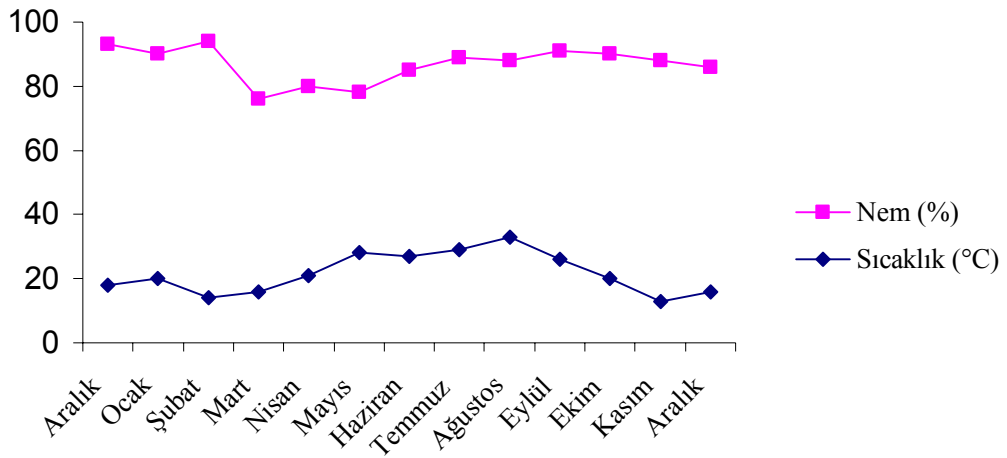
3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Yeri

Bu araştırma 2002-2003 yılları arasında S.D.Ü Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait köklendirme serasında ve Ziraat Fakültesi laboratuvarı ile S.D.Ü Merkez laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan M 9, MM 106 ve M 26 klonal elma anaçlarına ait çelikler, S.D.Ü Ziraat Fakültesi Kuleönü Araştırma ve Uygulama Bahçesi'nde bulunan anaçlık parseli ile Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir.

3.1.2. Sera Ortamı

Plastik sera altında yapılan köklendirme çalışmaları süresince sera içi sıcaklığı ve nem değışimleri belirli aralıklarla ölçülmüş ve aylık ortalama nem ve sıcaklık değeri Şekil 3.1.2.1.'de sunulmuştur. Yaz aylarında artan sera içi sıcaklığı gölgeleme ve hortumla sulama yapmak suretiyle düşürülmeye, sera içi nemi ise yükseltilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.1.2.1. Köklendirme periyodu boyunca serada sıcaklık ve nem değışimleri

3.1.3. Bitkisel Materyal

Bu tezin materyalini, M 9 (bodur), M 26 (yarı bodur) ve MM 106 (yarı bodur) elma klon anaçlarının 1 yıllık sürgünlerinden alınan çelikler oluşturmuştur.

3.1.4. Kullanılan Anaçların Bazı Özellikleri

M 9: Dünyada çok yaygın olarak kullanılan orijinal Malling serilerinden bodur bir anaçtır. Eski İran da *Paradise*, Ortaçağ Fransa'sında ise *Jaune de Metz* adıyla kullanılmıştır. M 9 anacı, 1879 yılında Fransa da şans çöğürü olarak bulunmuş olup, Avrupa ülkeleri, ABD ve Kanada'da uzun yıllardan beri bodur anaç olarak kullanılmaktadır (Çizelge 1.2.). M 9 üzerine aşılı ağaçlar 2,7 m'yi geçmez ve çöğür üzerine aşılı olanların % 20-40'ı kadar bir büyüklükte ağaçlar oluştururlar (Öz vd., 1995).

M 9 elma klon anacı, kök çürüklüğüne (*Phytophthora spp.*) oldukça dayanıklı olup ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora*) ve elma pamuklu bite (*Eriosoma lanigerum*) hassastır. Soğuklara ve nemli topraklara tolerans göstermekle birlikte kuraklığa karşı toleranslı değildir. Yüzlek ve kırılğan bir kök yapısına sahip olması nedeniyle M 9 üzerine aşılı ağaçlar destek gerektirir (Merwin, 1999; Parker ve Unrath, 1998; Wilson, 2000).

Zayıf bir gelişim göstermesi nedeniyle bu anaç üzerine yarı bodur ya da kuvvetli gelişen çeşitlerin aşılınması tavsiye edilmektedir. Son yıllarda M 9 anacına alternatif olarak bu anacın seleksiyonu ile bir çok anaç elde edilmiştir. Bu anaçlar içerisinde M 9 NAKB T337, M 9 Pajam 1 ve M 9 Pajam 2 bir çok ülkede başarıyla kullanılmaktadırlar (Merwin, 1999; Wilson, 2000).

M 9, üzerine aşılana çeşidin erkenciliği, meyve kalitesi ve ürün verimi üzerine etkisinin diğer anaçlara nazaran daha yüksek olması ve dikimden sonraki ertesi yıl ürün vermesi gibi olumlu özelliklerinden dolayı ülkemizde ve dünyada çok yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Tüm bu olumlu özelliklerinin yanında M 9'un çelikle

çoğaltılması oldukça zordur. Bugüne kadar yapılan çalışmalardan ise tatmin edici sonuçlar alınamamıştır. Stoolbed yöntemi ile çoğaltılabilmektedir (Domoto ve Cummins, 2001; Zhou vd., 1992; Wolfe vd., 2000).

M 26: 1959 yılında East Malling Araştırma Enstitüsü tarafından *M 9 x M 16* anaçlarının melezlenmesi sonucu elde edilmiştir. Çöğür üzerine aşılı olanların yaklaşık % 30'u büyüklüğünde ağaçlar oluşturur. M 26, M 9 ile MM 106 anaçları arasında bir kuvvette gelişir.

M 26, ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora*), kök çürüklüğü (*Phytophthora spp.*) ve elma pamuklu bite karşı (*Eriosoma lanigerum*) hassasiyet göstermektedir. Soğuklara ve nemli topraklara tolerans göstermekle birlikte ağır ve yeterli drenaja sahip olmayan topraklar için uygun bir anaç değildir. Yüzlek köklü olması nedeniyle destek gerektirmekte, bazı durumlarda ise desteksiz büyüebilmektedir. Ancak destek sistemi oluşturulması, erken ürün almak, büyümenin kontrolü ve ağacın fazla üründen yatmasının önlenmesi açısından gereklidir. M 9 klon anacından daha az erkencidir. Kış şartlarına M 9 ve M 7 anaçlarından daha dayanıklıdır. Stoolbed ile çoğaltılabilmektedir (Barrit, 1992; Gardner, 1998; Marini, 1996;1998).

Bu anaç başta A.B.D olmak üzere İtalya, Fransa ve İngiltere de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Çizelge 1.2.).

MM 106: East Malling ve John Innes Araştırma Enstitüleri tarafından *Northern Spy x M.1* anaçlarının melezlenmesiyle elde edilmiş yarı bodur bir anaçtır. 1960'lı yıllarda sadece denemeler için tavsiye edilirken, sık dikime eğilimin artması ve verim yönünden iyi performans göstermesi sebebiyle hızla yaygınlaşarak kısa zamanda en popüler anaçlardan biri haline gelmiştir. Çöğür anacının yaklaşık %50'si büyüklüğünde ağaçlar oluşturur. Toprağa tutunumu iyidir bu nedenle destek gerektirmez. Kök çürüklüğüne (*Phytophthora spp.*) hassasiyeti M 26 ve M 7'ye benzer. Elma pamuklu bitine (*Eriosoma lanigerum*) dayanıklıdır. Genellikle iyi drenajlı topraklar için tavsiye edilen bir anaçtır. Stoolbedle çoğaltılabilir (Domoto ve Cummins, 2001; Marini, 1996; Palmer, 1996; Vossen ve Silver, 2000).

MM 106, hem spur hem de kuvvetli gelişen çeşitler için uygun bir anaçtır. A.B.D, İtalya, İngiltere, Fransa ve Almanya gibi pek çok ülkede çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Çizelge 1.2.).

3.2. Yöntem

3.2.1. Çelik Alma Zamanları ve Dikimleri

Denemede incelenen tüm anaçlara ait çelikler 2001-2002 yılının Kasım, Aralık, Ocak ve Mart aylarında alınmış ve sürgünlerin üzerinde 3-4 göz bulunduran 20-25 cm uzunluğundaki uç çelikleri kullanılmıştır. Köklenmeyi uyarmak amacıyla M 9 çelikleri için 10.000 ppm, M 26 ve MM 106 anacından alınan çeliklere ise 5000 ppm'lik IBA (Indolyl-3-Butyric Acid) hormon çözeltisi hızlı daldırma yöntemi (5 saniye) ile uygulanmıştır. Çeliklerin bir kısmında çelik tabanında yarma şeklinde yaralama yapılmıştır. Dikimden önce çelikler, % 3 oranında hazırlanmış fungusit (Benlate) ile ilaçlanmışlardır.

Köklendirme; alt ısıtmalı köklendirme ünitelerinde, iriliği 0-6 mm olan perlit ortamında yapılmıştır (Şekil 3.2.1.1.). Köklendirme süresi boyunca alttan ısıtmalı köklendirme ortamının sıcaklığı 22 ± 2 °C de tutulmuştur. Gelişme dönemi içerisinde hazırlanan çeliklerin dikiminden sonra otomatik kontrollü sisleme ünitesi çalıştırılmış ve çeliklerde su kaybı önlenmeye çalışılmıştır.

Tüm uygulamalarda, köklendirme işlemine 90 gün devam edilmiştir. Dikilen çelikler kök oluşumunun anatomik yapı ile bağlantısını belirlemek için histolojik çalışmalarda kullanılmıştır.



Şekil 3.2.1.1. Alttan ısıtmalı perlit ortamında köklendirme yastıklarına dikilen çeliklerin görünümü

3.2.2. Çeliklerden Kök Bölgesi Örneklerinin Alınması ve Muhafazası

Anatomik ve histolojik olarak incelemeler yapmak amacıyla çelik dikim tarihinden itibaren belirli aralıklarla köklendirme ortamından 3-5 adet çelik alınmış ve çelik tabanlarının 3-5 cm'lik kısımları kesilerek bir süre FAA (*Formaldehit-5 ml, Gliacial Asetik Asit-5 ml, Alkol-90 ml*) içerisinde muhafaza edilmiştir. Köklendirme süresi sonunda FAA'dan çıkartılan tüm örneklerden, kızaklı mikrotom (SM 2000 R Leica) yardımıyla, dokuların parçalanma durumuna göre 30-60 mikron kalınlıklarında ve köklenme bölgesini temsil edecek şekilde enine kesitler alınmıştır. Kesitler boyama işlemine kadar % 70'lik etil alkolde muhafaza edilmiştir.

3.2.3. Dokuların Boyanması

Kök bölgesinden alınan kesitler, safranin (C.I. 50240-Merck) - fast green (FCF-44715-Fluka) ikili boyama yöntemi kullanılarak boyanmıştır. Farklı eriyiklerle boyamalarda, kesitlerin mikroskopik incelemelerde iyi kontrast oluşturarak dokuların belirgin hale getirilmesi amaçlanmıştır. Kesitler önce boya daha sonra farklı alkol

serilerinden geçirildikten sonra ksilole alınmıştır. Ksilolden çıkarılan kesitler, önceden temizlenmiş ve üzerine 1 damla entellan (Un 1866-Merck) damlatılmış lam üzerine konularak lamelle düzgünce kapatılmaya çalışılmıştır. İkili boyama işleminde aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir (Çizelge 3.2.3.1.). Preparatlar araştırma mikroskopunda (Nicon Eclipse E 600) incelenerek fotoğraflanmıştır.

Çizelge 3.2.3.1. Safranin-fast green ikili boyama işleminde takip edilen aşamalar

| | |
|----------------------|------------------------------|
| % 1' lik Safranin | 2 dk. |
| % 70' lik Etil Alkol | Fazla boya yıkanıncaya kadar |
| % 80' lik Etil Alkol | « |
| % 90' lık Etil Alkol | « |
| % 96' lık Etil Alkol | « |
| % 100 Absolu Alkol | 2 dk. (2 defa) |
| % 1' lik Fast-green | 1 dk. |
| % 70' lik Etil Alkol | Fazla boya yıkanıncaya kadar |
| % 80' lik Etil Alkol | « |
| % 90' lık Etil Alkol | « |
| % 96' lık Etil Alkol | « |
| % 100 Absolu Alkol | 2 dk. (2 defa) |
| Ksilole alma | 2 dk. |
| Entellan ile kapatma | |

3.2.4. Köklenmenin Anatomik ve Histolojik Olarak İncelenmesi

Anatomik ve histolojik incelemeler yapmak amacıyla hazırlanmış olan daimi preparatlarda köklenmeye ilişkin şu gelişmeler incelenmiştir,

1. Preparatlarda dokusal farklılaşma durumu,
2. Farklılaşma bölgelerinin yeri ve durumu,
3. Kallus oluşumu ve kallus oluşumuna katılan dokuların durumu,
4. Kallus dokusundan oluşan meristematik farklılaşma,
5. Kök primordiumlarının gelişmesi ve büyümesi,
6. Kök ucu oluşumu ve çıkışı,
7. Vasküler sistem bağlantı durumu (Koyuncu, 1997).

4. BULGULAR

Kök oluşumunu incelemek amacıyla, dikimden itibaren belirli aralıklarla köklendirme ortamından alınan çeliklerde, makroskobik ve mikroskobik incelemeler yapılmış, anatomik ve histolojik çalışmalardan elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

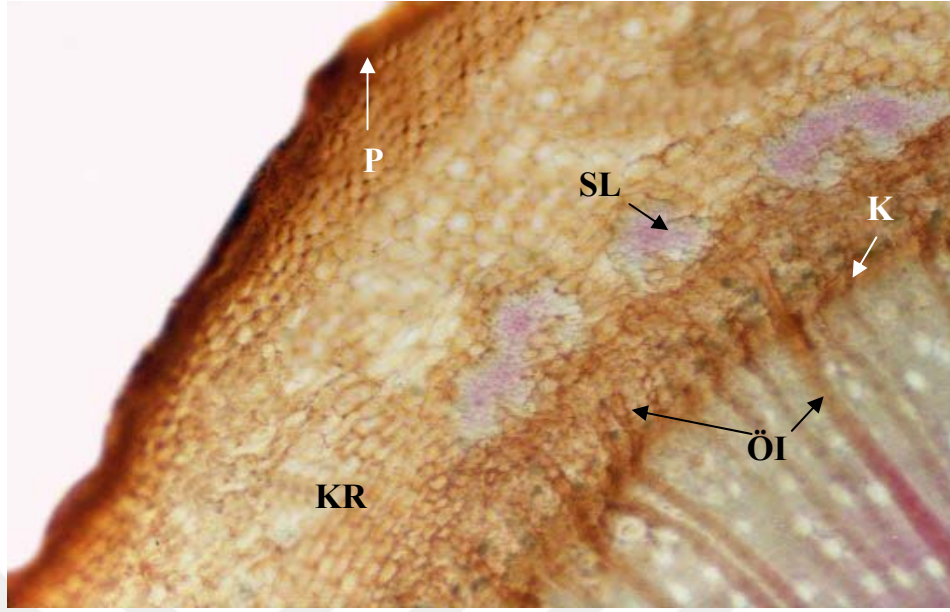
4.1. M 9 Anacına Ait Sürgünlerin Genel Anatomik Yapıları

M 9 anacına ait 1-yıllık sürgünlerin genel anatomik yapıları enine kesitlerde incelenmiştir. En dışta periderm yer almaktadır. Aynı zamanda kabuk üzerinde bazı epidermis hücrelerinin bölünerek değişmeleri ve büyüyerek çıkıntı yapmaları ile meydana gelmiş trikomlar bulunmaktadır.

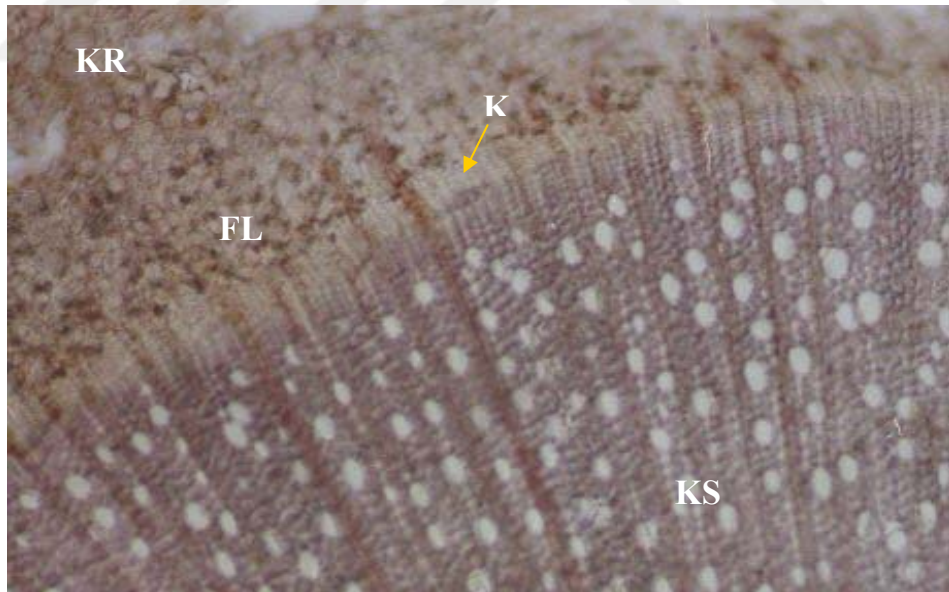
Dağınık dizilişli parankimatik hücrelerden oluşan korteks dokusu vasküler silindirin hemen üzerinde yer almaktadır. Korteks hücrelerinden sonra gözlenen sklerenkima hücreleri ise kesintili halka şeklinde bir yapı göstermektedir (Şekil 4.1.1.). Bu yapının hemen altında arkadaş hücreleri, kalburlu borular, floem parankiması ve floem sklerenkimasından oluşan ince çeperli floem hücreleri yer almaktadır. Floem, kambiyumun dışı doğru periklinal bölünmesiyle meydana gelmektedir. Floem ile ksilem arasında, 4-5 sıra hücre tabakasından ibaret dikdörtgen şekilli kambiyum hücreleri bulunmaktadır (Şekil 4.1.2.).

Kambiyal hücrelerin bölünmesi ile oluşan ve düzenli sıralanan yeni hücreler kalınlaşmış çeperle ksilem birimlerini oluşturmaktadır. Ksilem; trake, trakeid, ksilem parankiması ve ksilem sklerenkimasından meydana gelmektedir. Çeperleri kalınlaşmış ve ligninleşmiş trake ve trakeidler arasında bir veya iki hücre sırasından ibaret öz ışınları bulunmaktadır.

Merkezde yer alan öz ince selulozik çeperli hücrelerden oluşmakta ve gövde genelinde oldukça az bir alan kaplamaktadır.



Şekil 4.1.1. M 9'un 1-yıllık sürgününden alınan enine kesitte dokuların görünüşü (Safranin-fast green, 10x0.25)



Şekil 4.1.2. 1-yıllık sürgünde ksilem ve kambiyum dokusunun görünümü (Safranin-fast green, 20x0.40)

4.2. M 9 Anacına Ait Çeliklerde Çelik Tabanı ve Gövde Dokusunun Gelişme Durumu ile Köklenmenin Seyri

Çeliklerin köklendirme ortamına dikiminden 10 gün sonra yapılan makroskobik incelemelerde taban bölgelerinde zayıf bir kallus dokusunun olduğu ve bu dokunun zamanla yoğunluk kazanarak çelik tabanından dışarıya taşıdığı gözlenmiştir. Dikimden 30 gün sonra çeliklerde yapılan makroskobik incelemelerde, bazal bölgede gelişen kallus dokusunun oldukça yaygın olduğu ve bu dokunun çeliklerin 5-6 mm'lik dip kısımlarında büyük bir şişkinlik oluşturduğu gözlenmiştir. Bazı çeliklerde kallus dokusunun çelik tabanından boğuma kadar (boğum arası) olan bölgeyi kapladığı ve kabukta boyuna çatlamlar meydana getirdiği tespit edilmiştir. Dikimden 50 gün sonra ise çeliklerde yoğun kallus tabakasına rağmen az ve zayıf bir köklenmenin meydana geldiği ve köklerin daha çok kallus tabakası içerisinde çıktığı saptanmıştır (Şekil 4.2.1.).

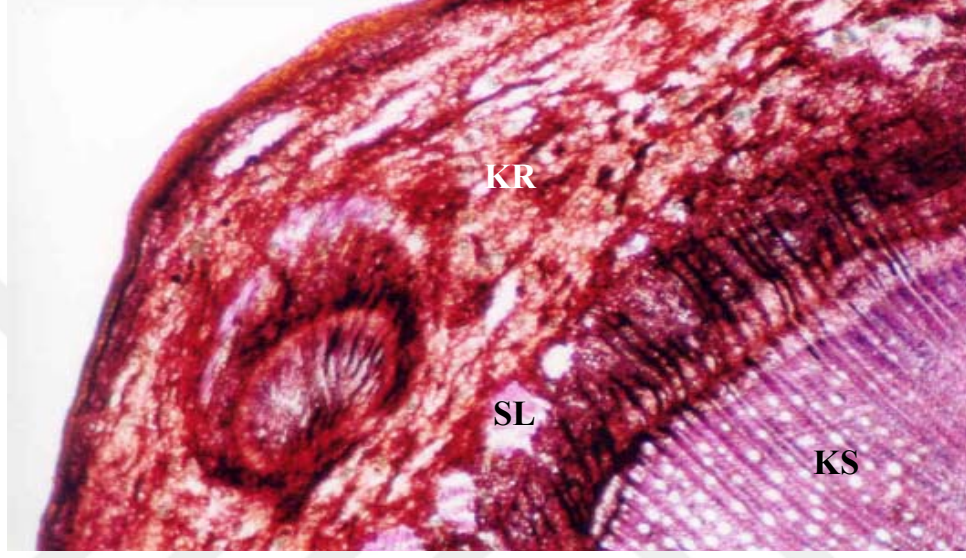


Şekil 4.2.1. M 9 anacına ait çeliklerin bazal kısımlarında kallus dokusunun oluşum seyri

Dikimden 20 gün sonra M 9 anacına ait çeliklerde gövde dokusunun anatomik yapısı

Çeliklerin köklendirme ortamına dikiminden 20 gün sonra tesadüfen seçilen canlı ve sağlıklı çeliklerin taban kısımlarından enine kesitler alınmıştır. Yapılan mikroskobik

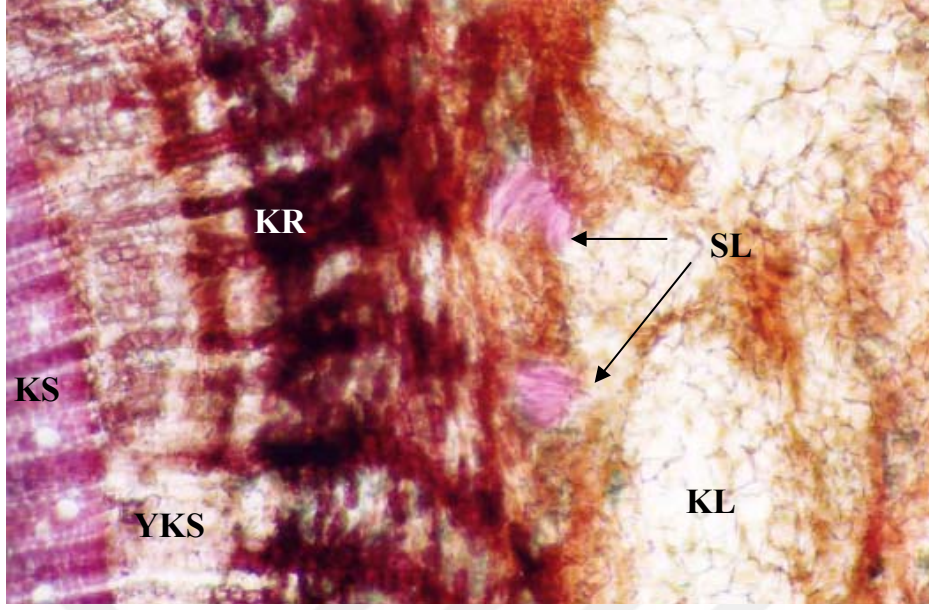
incelemelerde kambiyumun aktif ve canlı olduğu gözlenmiştir. Korteks dokusu içerisinde ise gruplar halinde kümelenmiş sklerenkima hücrelerinin varlığı dikkati çekmektedir. Bu dönem örneklerinde yeni ksilem faaliyetinin başladığı tespit edilmiştir. Kök primordiyumu farklılaşmasına ait herhangi bir bulguya ise rastlanılmamıştır (Şekil 4.2.2.). Nekrotik alanların varlığına ise rastlanmamıştır.



Şekil 4.2.2. M 9 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 20 gün sonra ksilem ve korteks dokularının genel görünümü (Safranin-fastgreen, 10x0.25)

Dikimden 30 gün sonra M 9 anacına ait çeliklerde gövde dokusunun anatomik yapısı

Dikimden 30 gün sonra perlit ortamından alınan çeliklerin enine kesitlerinde yapılan mikroskopik incelemelerde ksilem içerisinde öz dokusu ile bağlantılı tomurcuk izlerine rastlanmıştır. Kesim yüzeyine yakın bölgelerde ise kambiyumun aktif ve gözle görülebilir olduğu, kambiyum hücrelerinin faaliyeti sonucu yeni ksilemin olduğu saptanmıştır. Kambiyumdan orjinlendiği düşünülen kallus dokusu ksilem ile korteks arasına sıkışmış ve kortekse doğru genişlik kazanmıştır. Düzensiz parankimatik hücrelerin oluşturduğu kallus dokusunda ise henüz farklılaşmanın başlamadığı görülmektedir (Şekil 4.2.3.).

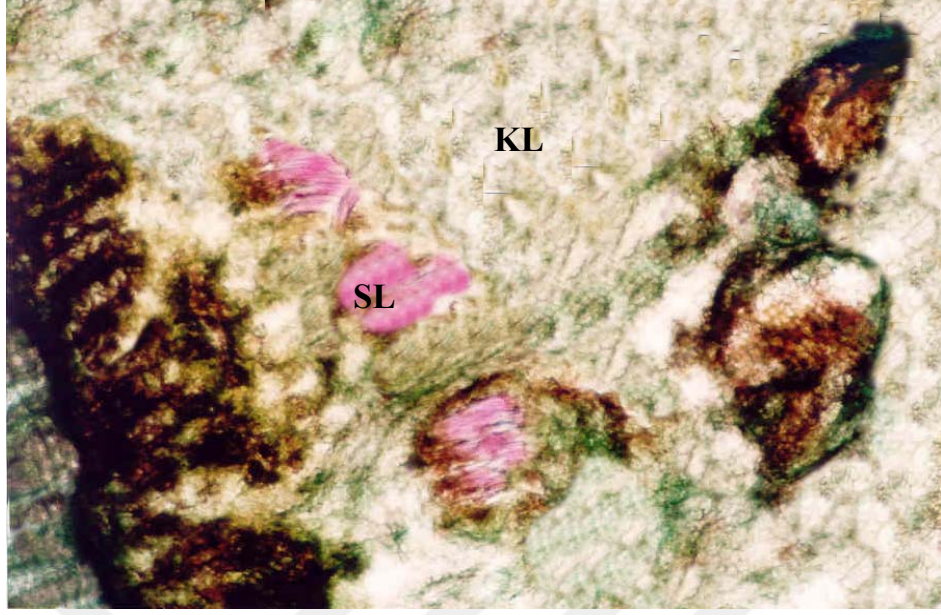


Şekil 4.2.3. M 9 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 30 gün sonra kallus dokusunun durumu (Safranin-fastgreen, 10x0.25)

Dikimden 40 gün sonra M 9 anacına ait çeliklerde gövde dokusunun anatomik yapısı

40 günlük örneklerin enine kesitlerinde sklerenkima hücrelerine kadar uzanan öz ışınlarının kalınlıklarında farklılıklar meydana geldiği ve özellikle korteks içinde yer yer kalınlaştığı saptanmıştır. Kallus dokusu ise baskı yapmak suretiyle bu bölgeyi genişletmektedir. Yapılan incelemelerde yeni ksilemin geniş bir yapı kazandığı gözlenmiştir (Şekil 4.2.4.).

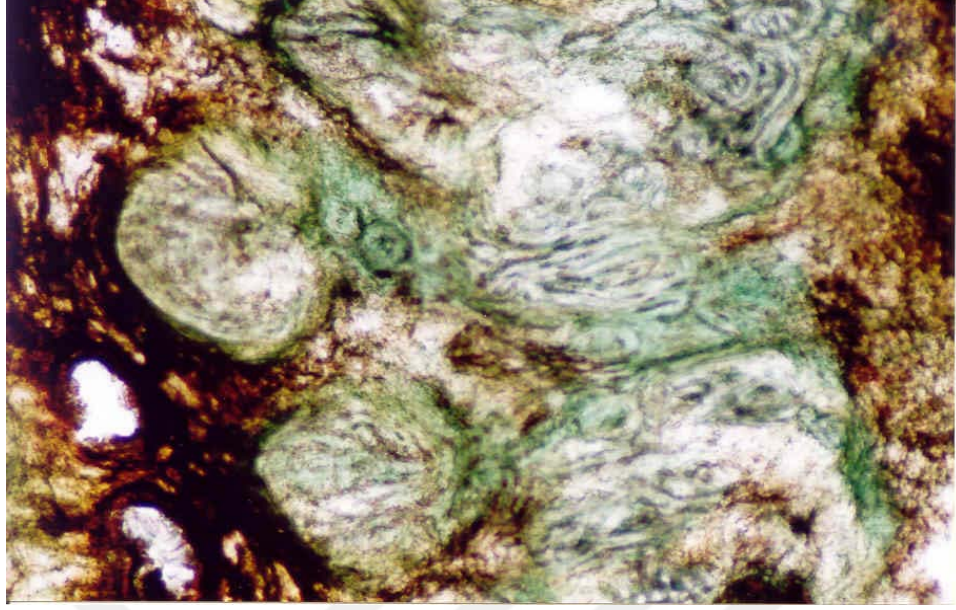
Bu dönem örneklerinde primordia oluşumu ve köklenmeye ilişkin herhangi bir hücresel faaliyet saptanmamıştır.



Şekil 4.2.4. M 9 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 40 gün sonra kallus dokusunun görünüşü (Safranin-fastgreen, 4x0.10)

Dikimden 50 gün sonra M 9 anacına ait çeliklerde gövde dokusunun anatomik yapısı

Dikimden 50 gün sonra köklendirme ortamından alınan örneklerde yapılan mikroskopik incelemelerde, kabuk ile odun arasını dolduran kallus dokusu içerisinde farklılaşmanın başladığı tespit edilmiştir (Şekil 4.2.5.). İncelenen preparatlarda kallus dokusu içerisinde henüz iletim demetleri ile bağlantı kuramamış kök primordiyumu olduğunu düşündüğümüz yapılar rastlanmıştır. Bu dönem örneklerinde sekonder ksilemin oldukça belirgin hale geldiği gözlenmiştir. Kambiyumun ise parçalı bir yapı gösterdiği ve kortekse doğru yer değiştirdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.2.6.).



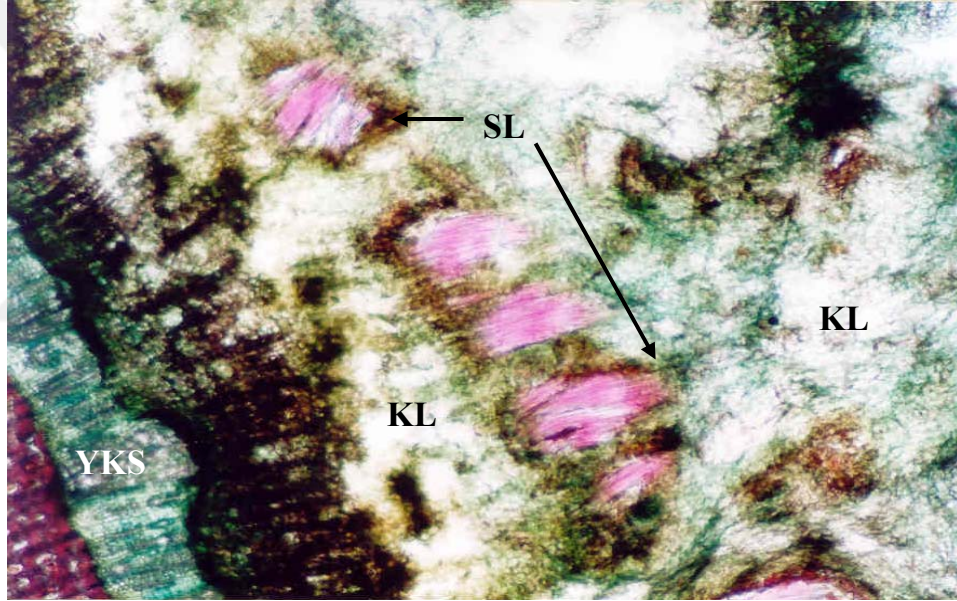
Şekil 4.2.5. M 9 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 50 gün sonra kallus dokusunun görünüşü (Safranin-fastgreen, 4x0.10)



Şekil 4.2.6. M 9 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 50 gün sonra kallus dokusu içinde adventif kökün görünümü (Safranin-fastgreen, 4x0.10)

Dikimden 70 gün sonra M 9 anacına ait çeliklerde gövde dokusunun anatomik yapısı

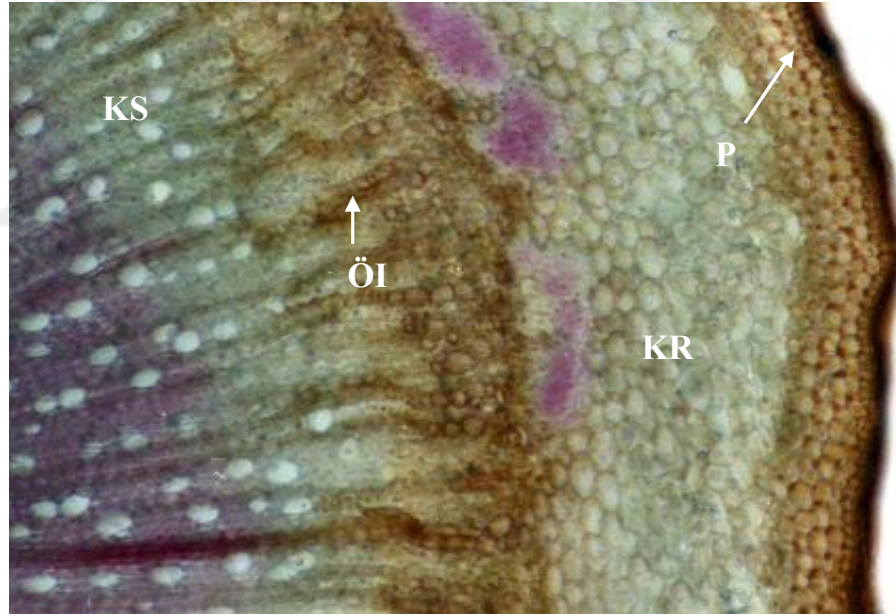
Köklendirme ortamından 70 gün sonra alınan örneklerde, floem çok belirgin olmamakla birlikte sekonder ksilemin giderek kalın bir yapı kazandığı belirlenmiştir. Kallus tabakası içerisinde vasküler dokuların hemen üzerinde yer alan sklerenkima tabakasının ise önceki kesitlere oranla yoğunluk kazanmaya başladığı saptanmıştır. Çelik tabanında yoğun bir şekilde gelişen kallus dokusunun floem, sklerenkima ve korteks dokularını dışa doğru ittiği ve bu dokuların kallusun üzerinde kaldıkları gözlenmiştir (Şekil 4.2.7.).



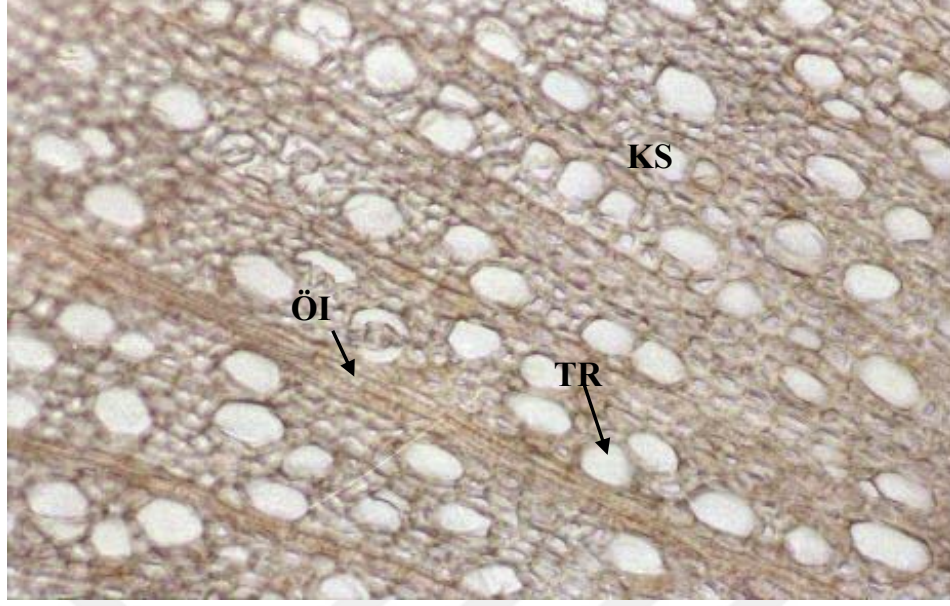
Şekil 4.2.7. M 9 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 70 gün sonra kallus dokusu ve sklerenkima tabakasının görünüşü (Safranin-fastgreen, 4x0.10)

4.3. MM 106 Anacına Ait Sürgünlerin Genel Anatomik Yapıları

En dışta yer alan periderm sıkı dizilmiş dikdörtgen şekilli hücrelerden meydana gelmiştir. Parankimatik hücrelerden oluşan korteks vasküler silindiri çevreleyen sklerenkima tabakası ile floemden ayrılmaktadır. Sklerenkima kesintili bir halka görünümünde olup sklereid ve liflerden oluşmaktadır. Kambiyumun hemen üzerinde yer alan floem yer yer parankimatik hücrelerden meydana gelen vasküler ışınlarla bölünmektedir (Şekil 4.3.1.). Ksilem dokusu içerisinde çeperleri kalınlaşmış ve ligninleşmiş trake ve trakeidlerin arasında öze kadar ulaşabilen üst üste sıralar halinde genellikle bir veya iki sıralı parankimatik hücreden ibaret öz ışınları yer almaktadır (Şekil 4.3.2.). Gövde merkezinde bulunan alan öz dokusunun ise yuvarlak görümlü olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3.1. MM 106 anacına ait 1 yıllık sürgünün genel anatomik yapısı
(Safranin-fastgreen, 10x0.25)



Şekil 4.3.2. MM 106 anacına ait 1 yıllık sürgünde ksilem dokusunun genel görünümü (Safranin-fastgreen, 20x0.40)

4.4. MM 106 Anacına Ait Çeliklerde Çelik Tabanı ve Gövde Dokusunun Gelişme Durumu ile Köklenmenin Seyri

Çeliklerin köklendirme ortamına dikiminden 10 gün sonra yapılan makroskobik incelemelerde, çelik kenarını çevreleyen zayıf bir kallus dokusunun oluşmaya başladığı gözlenmiştir.

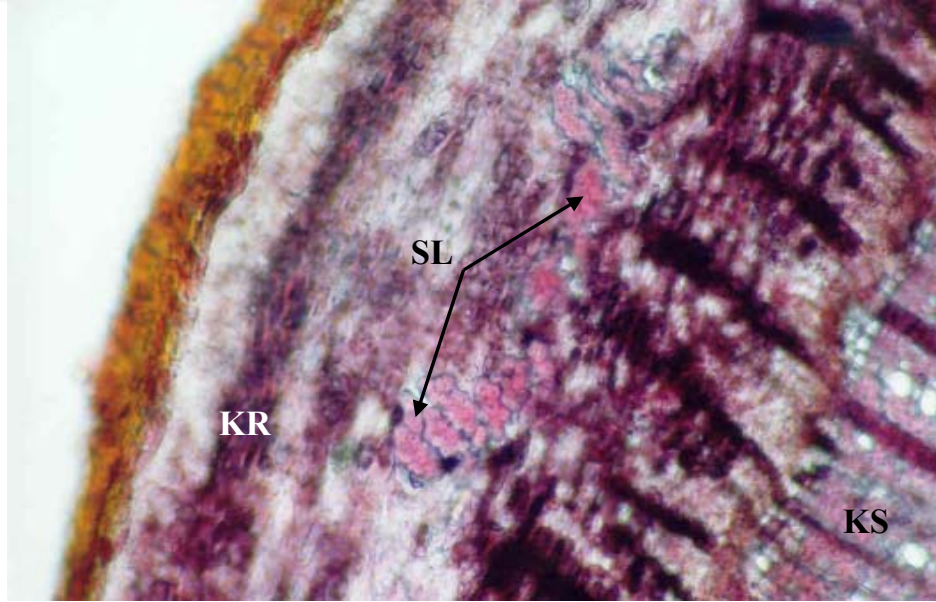


Şekil 4.4.1. MM 106 anacına ait çeliklerde çelik tabanında kallus oluşum seyri

Köklendirme süresince kallus dokusunun çelik tabanına yakın bulunan boğumlarda (nodyum) ve çelik tabanında zamana bağlı olarak yoğunluk kazandığı ve çelik tabanını tamamen çevrelediği görülmüştür. Dikimden 40 gün sonra yapılan makroskobik gözlemlerde köklerin, bazı çeliklerde taban kısımda bulunan kallus dokusunun hemen üzerinden çelik kenarlarından bazılarında ise boğumlardan dışarıya çıktığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4.1).

Dikimden 15 gün sonra MM 106 anacına ait çeliklerde gövde dokusunun anatomik yapısı

Dikimden 15 gün sonra köklendirme ortamından alınan örneklerde kambiyumun hızla bölünerek, belirgin bir tabaka haline geldiği ve yeni ksilemi oluşturmaya başladığı tespit edilmiştir. Mikroskobik incelemelerde kallus tabakasının ksileme doğru genişlemeye başladığı görülmektedir. İncelenen preparatlarda korteks dokusu içerisinde dağınık kümeler halinde sklerenkimatik hücrelere rastlanılmıştır (Şekil 4.4.2).

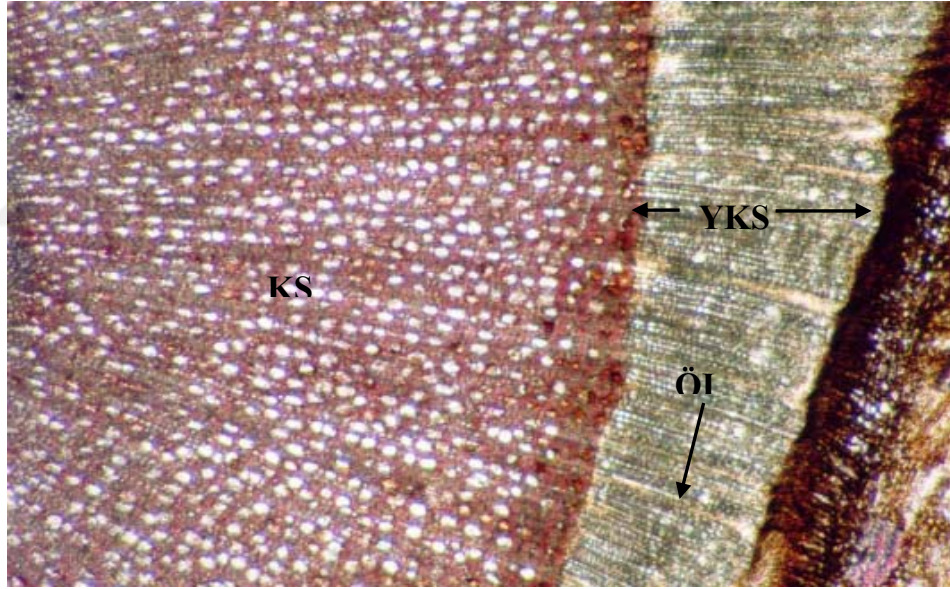


Şekil 4.4.2. Dikimden 30 gün sonra korteks dokusu ve sklerenkima hücrelerinin görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25)

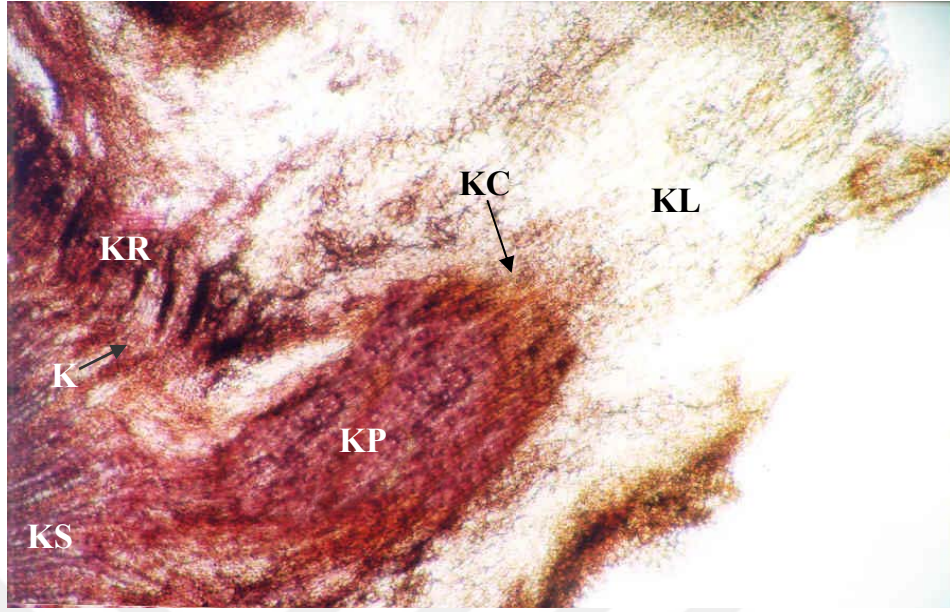
Dikimden 40 gün sonra MM 106 anacına ait çeliklerde gövde dokusunun anatomik yapısı

Çeliklerde 40.gün yapılan incelemelerde kambiyumun içe doğru bölünmesiyle oluşan sekonder ksilemin belirgin bir genişlik kazandığı dikkati çekmiştir (Şekil 4.4.3.).

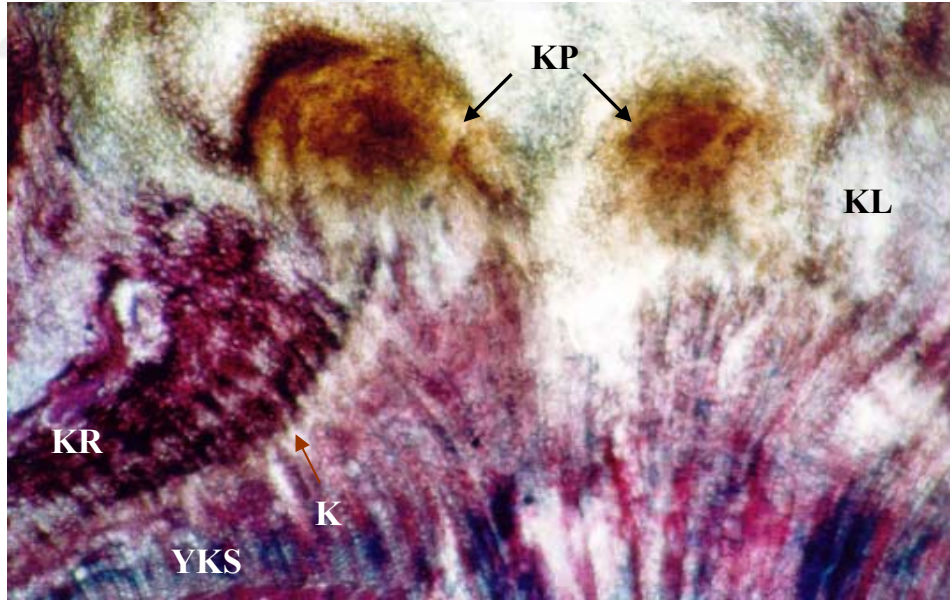
Bu döneme ait örneklerden alınan kesitlerde kambiyuma yakın floem hücrelerinden orjinlendiği düşünülen kök başlangıçları şeklinde hücre gruplarının mevcudiyeti saptanmıştır. Kambiyuma yakın bölgede bulunan floem hücrelerinin farklılaşması sonucu meydana gelen kök taslaklarının en yakın iletim demetleri ile bağlantı kurup korteksi itmek suretiyle kallus dokusu içerisinde ilerledikleri gözlenmiştir (Şekil 4.4.4., Şekil 4.4.5).



Şekil 4.4.3. Dikimden 40 gün sonra yeni ksilemin görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25)



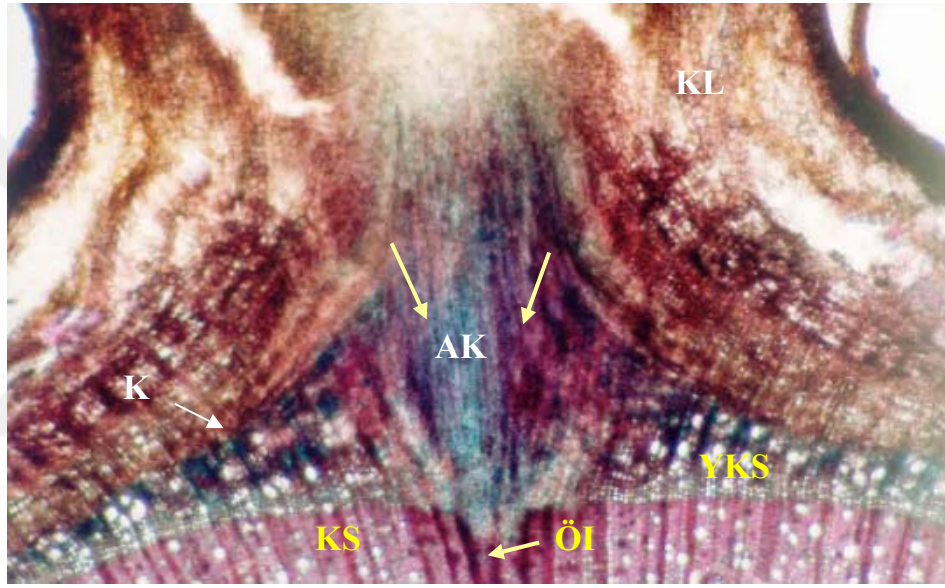
Şekil 4.4.4 Dikimden 40 gün sonra adventif kökün görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25)



Şekil 4.4.5. Dikimden 40 gün sonra kök taslaklarının görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25)

Dikimden 60 gün sonra MM 106 anacına ait çeliklerde gövde dokusunun anatomik yapısı

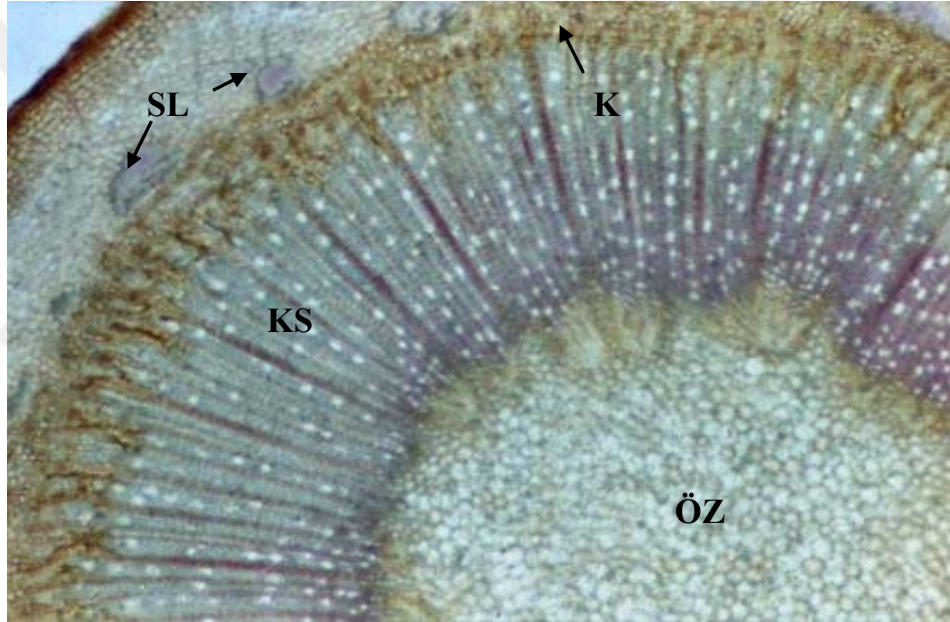
60 günlük örneklerle ait kesitlerde yapılan mikroskopik incelemelerde kambiyuma yakın floem hücrelerinin farklılaşmasıyla oluşmuş kök taslağının iletim demetleriyle bağlantı kurarak geliştiği ve korteks içerisinden dışarıya doğru büyüdüğü gözlenmiştir. Daha sonraki dönemde adventif kökün gövdeyle bir dik açı (90^0) yapacak şekilde çelik kenarından dışarı doğru çıktığı saptanmıştır (Şekil 4.4.6).



Şekil 4.4.6. Dikimden 60 gün sonra dokuların durumu (Safranin-fastgreen, 10x0.25)

4.5. M 26 Anacına Ait Sürgünlerin Genel Anatomik Yapıları

M 26 anacının 1 yıllık sürgünlerinden alınan enine kesitlerde, en dışta örtü doku olarak peridermin bulunduğu, bu dokunun altında ise korteks dokusunun yer aldığı gözlenmektedir. Korteks dokusu içerisinde sklerenkima hücrelerinin oluşturduğu gruplar floemin hemen üzerinde sıralanmaktadır. 4-5 sıralı hücre tabakasından meydana gelen kambiyum içe doğru ksilemi oluşturmaktadır. Başlıca ksilem elemanları olan trakeler ksilem içerisinde düzenli bir diziliş göstermektedir. Gövde merkezinde yer alan öz, ksileme doğru girinti yapmakta ve buralarda daha küçük hücre grupları şeklinde görülmektedir (Şekil 4.5.1).



Şekil 4.5.1. M 26 anacına ait 1 yıllık sürgünün genel anatomik yapısı
(Safranin-fastgreen, 4x0.10)

4.6. M 26 Anacına Ait Çeliklerde Çelik Tabanı ve Gövde Dokusunun Gelişme Durumu ile Köklenmenin Seyri

10 günlük çeliklerde yapılan makroskopik incelemelerde çelik tabanında çok zayıf bir kallus tabakasının olduğu gözlenmiştir. Dikimden 20 gün sonra alınan çelik örnekleri makroskopik olarak incelendiğinde, çeliklerin odun ve kabuk dokuları arasında gelişen

kallus dokusunun çeliklerin bazal bölgelerinde şişkinliğe neden olduğu, bazı örneklerde ise çelik tabanından dışarı taşmaya başladığı görülmüştür (Şekil 4.6.1).



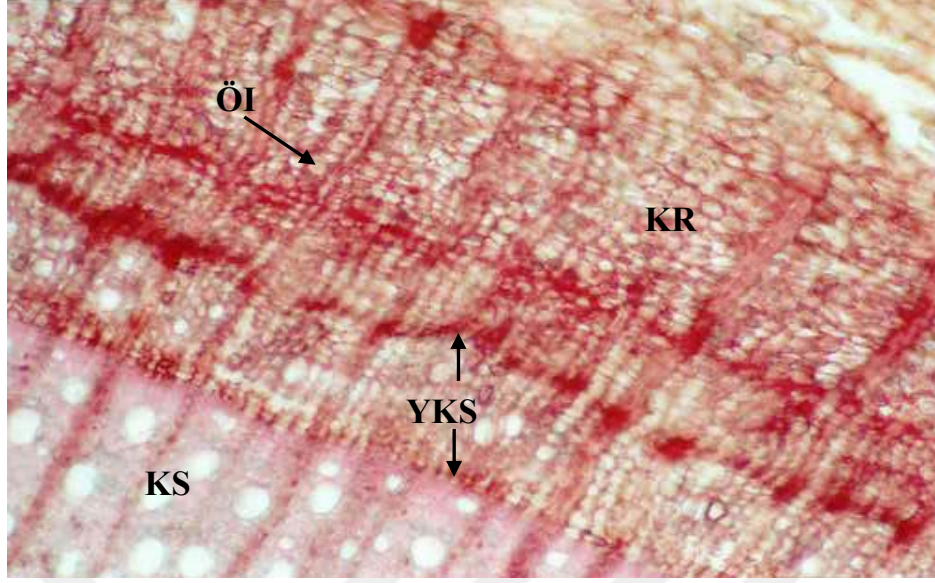
Şekil 4.6.1. M 26 anacına ait çeliklerde çelik tabanında kallus oluşum seyri

Dikimden 10 gün sonra M 26 anacına ait çeliklerde gövde dokusunun anatomik yapısı

Çeliklerin köklenme bölgelerinden alınan enine kesitlerde, kambiyumun fazla belirgin olmamakla birlikte aktif olduğu saptanmıştır. Diğer dokularda ise henüz bir farklılaşmaya rastlanılmamıştır. İncelenen tüm preparatlarda önceden oluşmuş kök taslaklarına rastlanılmamıştır.

Dikimden 20 gün sonra M 26 anacına ait çeliklerde gövde dokusunun anatomik yapısı

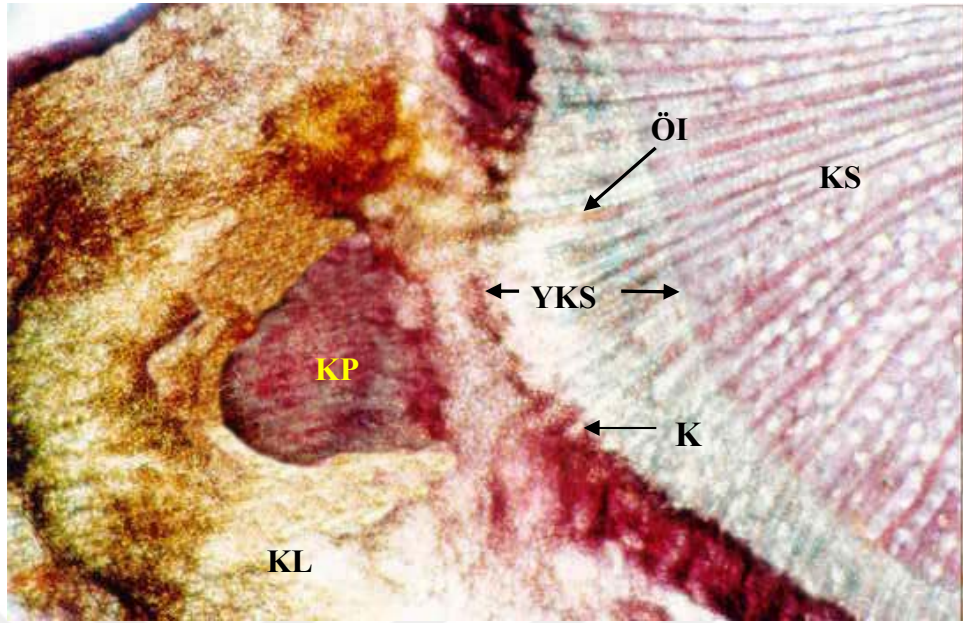
Çeliklerin enine kesitlerindeki mikroskobik incelemelerde parçalanmış bir halka şeklinde sklerenkima tabakasına rastlanmıştır ve öz ışınlarında küçük çaplı genişlemeler gözlenmiştir. Kambiyum aktivitesine bağlı olarak yeni ksilemin oluştuğu tespit edilmiştir. Bu dönem örneklerinde kök primordiyumu farklılaşmasına ait herhangi bir bulguya rastlanmamıştır (Şekil 4.6.2).



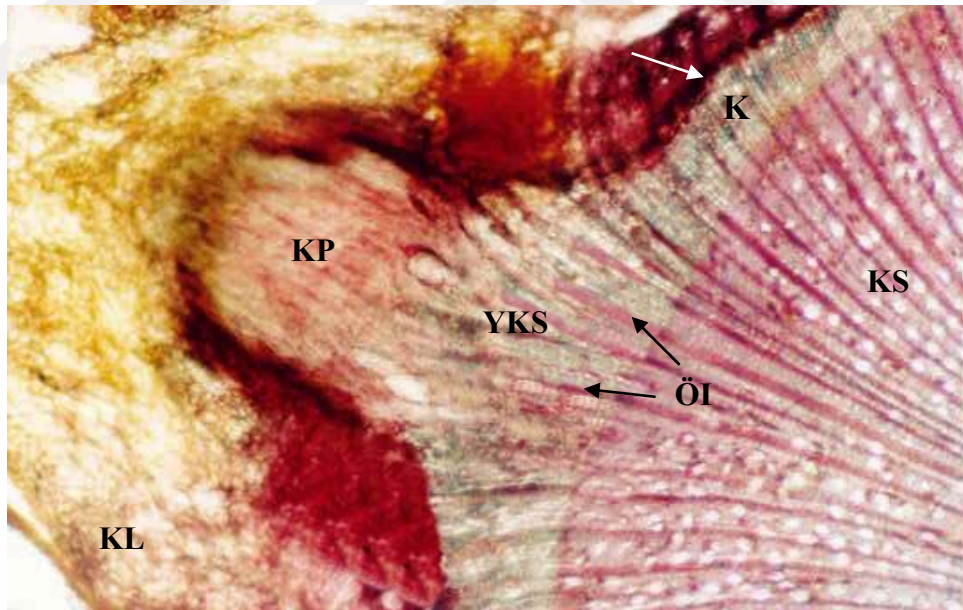
Şekil 4.6.2. M 26 anacına ait 1 yıllık sürgünlerde dikimden 20 gün sonra ksilem ve korteks dokusunun görünümü (Safranin-fastgreen, 10x0.10)

Dikimden 40 gün sonra M 26 anacına ait çeliklerde gövde dokusunun anatomik yapısı

Dikimden 40 gün sonra kesitlerde yapılan mikroskopik incelemelerde kambiyuma yakın floem hücrelerinin farklılaşması sonucu meydana gelen kök taslaklarına rastlanmıştır. İncelenen preparatlarda kök taslaklarının gelişimiyle birlikte bu bölgede yer alan dokuların yanlara doğru açılarını değiştirdikleri görülmüştür. Yine bu dönem örneklerinde kambiyum faaliyeti sonucunda oldukça yoğun yeni ksilem oluşumu gözlenmiştir (Şekil 4.6.3, Şekil 4.6.4).



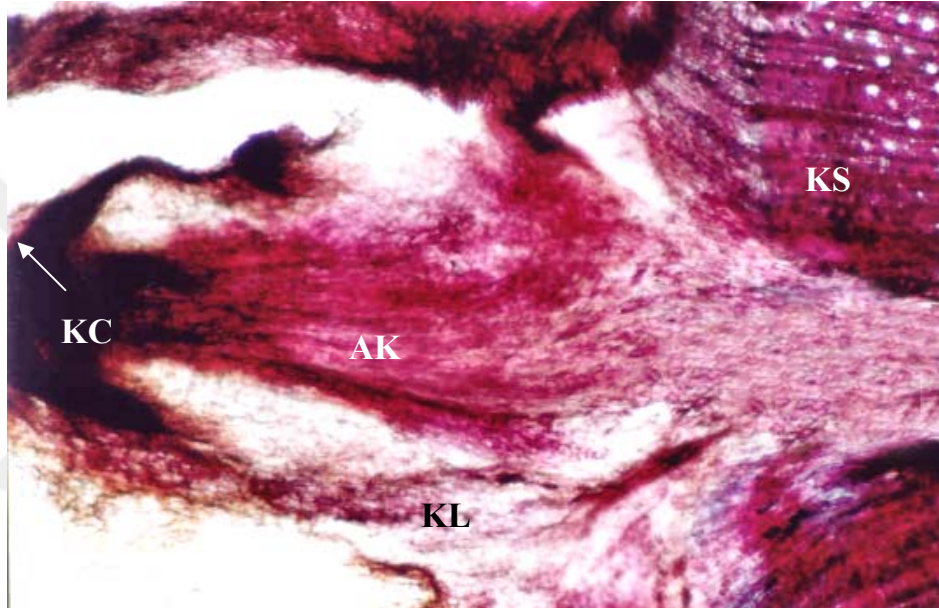
Şekil 4.6.3. Dikimden 40 gün sonra adventif kökün görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25)



Şekil 4.6.4. Dikimden 40 gün sonra kök taslağının görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25)

Dikimden 60 gün sonra M 26 anacına ait çeliklerde gövde dokusunun anatomik yapısı

Çeliklerin dikiminden 60 gün sonra alınan örneklerin mikroskopik olarak incelenmesi sonucunda, kambiyuma yakın floem hücrelerinin farklılaşması sonucu oluşan adventif kök primordiyumunun iletim demetleriyle bağlantı kurarak belirgin şekilde uzadığı ve çelik tabanından dışarı çıktığı belirlenmiştir (Şekil 4.6.5).



Şekil 4.6.5. Dikimden 60 gün sonra adventif kökün görünüşü (Safranin-fastgreen, 10x0.25)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ucuz, hızlı ve basit bir yöntem olan çelikle çoğaltmada kök oluşumu üzerine birçok faktörün etkili olduğu bilinmektedir. Bu faktörlerin başında gelen bitkinin fizyolojik yapısı, ana bitkinin yaşı ve beslenme durumu, çeliklerin hazırlanma zaman ve şekilleri ve bazı uygulamalar ile hormonal seviye ve çevre koşulları gibi etmenlerin köklenme üzerine belirleyici rol oynadıkları yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur (Ağaoğlu vd., 1995; Kaşka ve Yılmaz, 1974; Onur, 1982; Westwood, 1995). Bununla birlikte çelik tipi, saklama koşulları ve çelik tabanının yaralanması gibi faktörlerin de çeliklerin köklenmesi üzerine etkili oldukları bildirilmektedir (Hartmann, 1981; Tekintaş vd., 2002). Zor köklenen meyve tür ve çeşitlerinde bu faktörler, çelikle çoğaltmayı yaygın bir biçimde kullanmayı sınırlandıran en önemli faktörler olmakla birlikte, köklenecek çeliğin anatomik yapısıyla olan ilişkilerini de göz önünde bulundurmak gerekir (Esau, 1977).

Bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde çelikle çoğaltma tekniği sürekli başvurulacak bir yöntemdir. Bu konuda geçmiş yıllardan günümüze kadar yapılan çalışmalar köklenmeyen, az köklenen yada zor köklenen tür ve çeşitlerin çeliklerinin daha ekonomik olarak köklendirilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır.

Ülkemizde ve dünya da yaygın bir kullanım alanına ve aynı zamanda ekonomik öneme sahip M 9, MM 106 ve M 26 elma klon anaçlarının odun ve yeşil çelikle çoğaltılabilme olanakları üzerinde bugüne kadar yapılan çalışmalardan tatmin edici sonuçlar elde edilememiştir. Çalışmalarda genellikle M 9 klon anacının M 26 ve MM 106 klon anaçlarına göre daha yavaş ve zor köklendiği rapor edilmektedir (Howard, 1985). Aynı şekilde EMLA 9 klon anacının köklenme kapasitesinin M 26 dan düşük olduğu ve köklenmenin M 26'ya göre daha uzun zamanda gerçekleştiği bildirilmektedir (Zhou vd., 1992).

Köklendirme amacıyla uygun ortama dikilen çeliklerin taban kısımlarında meydana gelen kallus tabakası parankima hücrelerinin düzensiz bir şekilde yığın halinde birikmesiyle oluşmaktadır. Her ne kadar korteks ve özdeki çeşitli hücreler, kallus

oluşumuna katılırsa da bu dokunun esas itibariyle kambiyum ve floem bölgesinden orjinlendiği belirtilmektedir (Bhella ve Roberts, 1975; Koyuncu, 1997). Kallus oluşumu köklenmesi yavaş olan bitki türleri için bir avantaj olarak görülmekle birlikte (Kaşka ve Yılmaz, 1974) kallus oluşumu ve yoğunluğu ile kök gelişimi arasında doğrudan bir ilişki bulunmadığı bildirilmektedir (Kaşka ve Yılmaz, 1974; Skolidis vd., 1990).

M 9 elma klon anacı gibi özellikle köklenmesi zor olan bitkilerde kallus oluşumu, çeliğin su almasına yardımcı olması ve taban kısmının çürümesine engel olması bakımından büyük önem taşımaktadır. Kallus oluşturamamış bazı odun çeliklerinin de çok erken dönemde çürüdükleri bilinmektedir (Koyuncu, 1997). Kırmızı ahudutlarında ise çeliğin (yeşil çelik) taban kısmında çok miktarda ve sık bir şekilde meydana gelen kallus tabakasının, kök uçlarının dışarı çıkmasını engelleyici bir etkide bulunduğu rapor edilmektedir (Onur, 1982). Bununla birlikte zor köklenen ‘Domat’ zeytin çeşidinde metabolik aktivitenin kök yerine, yoğun kallus oluşumunda kullanıldığı, bunun sonucu olarak da kök inisiasyonunun zayıfladığı bildirilmektedir (Çelik ve Özkaya, 1999).

Bu çalışmada adventif kök oluşumu izlenen M 9, MM 106 ve M 26 anaçlarının çeliklerinde çelik tabanında tatminkar seviyelerde gerçekleşen kallus oluşumunun yararlı olduğu düşünülmektedir. Yapmış olduğumuz çalışmalarda kallus oluşturamamış bazı çeliklerin çok erken dönemde canlılıklarını yitirdikleri ve çürümeye başladıkları gözlenmiştir.

Üzerinde çalıştığımız her üç klon anacına ait çeliklerde yapılan gözlemlerde dikimden bir hafta sonra kallus tabakasının oluşmaya başladığı ve ileriki dönemlerde bu dokunun yoğunluk kazanarak çelik tabanından dışarıya taşıdığı saptanmıştır. Çelik tabanında düzensiz parankimatik hücrelerin oluşturduğu kallus tabakasının büyük oranda kambiyumdan orjinlendiği belirlenmiştir. Aynı şekilde Mackenzie vd. (1988) M 26 anacının yaralanmış çeliklerinde kambiyumdan orijinlemiş kallus dokusunun meydana geldiğini bildirmekteler. Çelik tabanlarında yapılan mikroskopik

incelemelerde kallus dokusunun kortekse baskı yapmak suretiyle genişlik kazandığı belirlenmiştir (Şekil 4.2.1, 4.4.1, 4.4.6).

Kallus oluşum zamanları bakımından anaçlar arasında farklılık tesbit edilmemiştir. M 9 klon anacına ait çeliklerde diğer iki anaçtan farklı olarak çelik tabanı ile birlikte boğum ve boğum aralarını kaplayan yoğun bir kallus oluşumunun meydana geldiği saptanmıştır (Şekil 4.2.1). M 26 ve MM 106 anaçlarına ait çeliklerde ise kallus tabakasının çok yoğun olmamakla birlikte çelik tabanında ve bu bölgeye yakın boğumlarda meydana geldiği gözlenmiştir.

Çalışmamızda anaçların (M 9, MM 106 ve M 26) bir yıllık uç sürgünlerinden alınan çeliklerde yapılan mikroskobik incelemelerde önceden oluşmuş kök taslaklarına rastlanmamıştır. Ancak kolay ve yüksek randımanlı bir köklenme için önceden oluşmuş kök taslaklarının bulunmasının zorunlu olmadığı bildirilmektedir (Kaşka ve Yılmaz, 1974; Hübl vd., 1984). Bazı elma anaçları ve yaşlı elma ağaçları ile bazı ayva çeşitlerinde önceden oluşmuş latent kökler bulunmakta ve bu oluşumlar “*burrknots*” olarak adlandırılmaktadır (Hartmann vd., 1997).

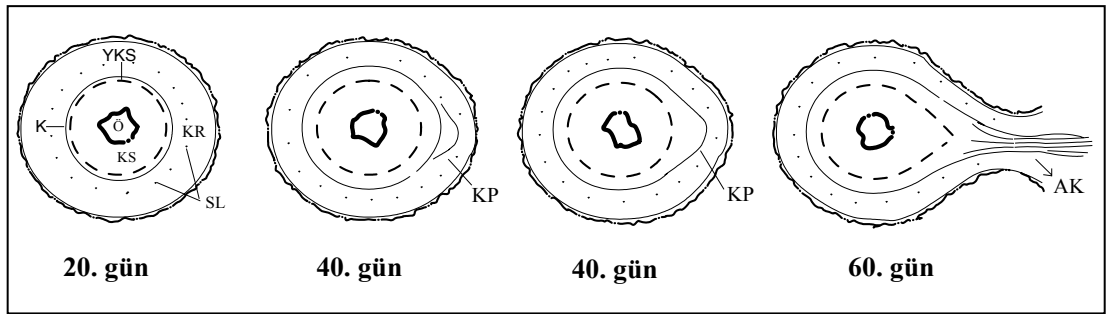
MM 106 çeliklerinde dikimi izleyen 15. günde alınan kesitlerde, kambiyal aktivitenin önemli ölçüde arttığı gözlenmiştir (Şekil 4.4.2). Nitekim *Pyrus* ve *Malus* türlerinin çeliklerinde dikimi izleyen ilk 4-10 gün içinde, çeliğin yaşlılık derecesine bağlı olarak kambiyal aktivitede belirgin bir artış olduğu kaydedilmiştir (Zhou vd., 1992, White ve Lovell, 1984). Buna karşın, antepfıstığının odun çeliklerinde belirgin bir kambiyum aktivitesi dikimin 22. gününde saptanmıştır (Koyuncu, 1997).

M 9 (Şekil 4.2.2), MM 106 (Şekil 4.4.2) ve M 26 (Şekil 4.6.2) klon anaçlarına ait çeliklerden dikimden 15-20 gün sonra alınan kesitlerde çeliklerin 1 cm'lik dip kısımlarında kambiyum dokusunun oldukça aktif olduğu saptanmıştır. Dikimden 30 gün sonra yapılan mikroskobik incelemelerde, çeliklerde kallus dokusunda artış olduğu, bu artış sonucunda kambiyum dokusundan kortekse doğru kallusun genişlediği saptanmıştır.

M 9 klon anacında dikimi izleyen 40. günde alınan örneklerde kallus dokusunun daha da hacim kazanarak korteksi dışarı doğru ittiği ve ksileme baskı yaptığı gözlenmiştir. Kambiyum dokusunun ise aktif olduğu ve içe doğru bölünmeler sonucu sekonder ksilemi oluşturduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2.4).

MM 106 ve M 26 anaçlarında dikimden 40 gün sonra alınan örneklerden kambiyuma yakın floem hücrelerinin farklılaşması sonucu meydana gelen kök taslaklarına rastlanmıştır (Şekil 4.4.6, Şekil 5.1). Bulgularımıza paralel olarak Hartmann vd., (1997), bazı elma anaçlarında adventif köklerin bir öz ışınına bağlantılı olan sekonder floemden orjinlendiğini bildirmektedirler.

Daha ileri ki dönemlerde kök taslaklarının en yakın iletim demetleriyle bağlantı kurmak suretiyle geliştikleri ve kallus dokusu içinden gövde ile dik bir açı teşkil edecek şekilde çelik tabanından dışarıya çıktıkları saptanmıştır (Şekil 4.6.5). *İn vitro* koşullarda ise M 26 anacında kök çıkışlarının 10 gün sonra meydana geldiği rapor edilmektedir (Zhou vd., 1992; Jasik vd. 1997). Elma mikro çelikleri (De Klerk, 1995) ile kızılçık (Kalkışım, 1997) çeliklerinde adventif kök başlangıçlarının kambiyal bölgenin yakınında veya floem parankimasından meydana gelebileceği bildirilmektedir. Bazı söğüt ve elma türlerinde ise adventif köklerin öz ışınlarındaki kambiyumun dışında dal ve yaprak boşlukları ile birlikte doğdukları belirtilmektedir (Kaşka ve Yılmaz, 1974).



Şekil 5.1. MM 106 ve M 26 anaçlarında zamana bağlı kök oluşum aşamaları

M 26 anacının yaralama yapılmış kış çeliklerinde kök primordiyumunun vasküler dokulardan farklılaştığı ve gelişerek çelik kenarlarından dışarıya çıktığı bildirilmektedir (Mackenzie vd., 1988).

Faklı bitki türlerinin çeliklerinde vasküler bağlantı, kök primordiyumunun kallustan çıkışından veya çıkışı sırasında kurulmaktadır (Bhella ve Roberts, 1975).

Çelik dikiminden 50 gün sonra M 9 anacına ait çeliklerden alınan örneklerde kallus dokusu içerisinde kök taslaklarına rastlanmıştır. Kallus dokusu içerisinde gözlenen kök primordiyasının henüz iletim demetleri ile bağlantıya geçemediği dikkati çekmektedir. Elma'nın (Gloster ve M 9) boğumdan kesilmiş 1 yıllık odun çeliklerinde dikimden 4-5 hafta sonra ilk adventif köklerin oluştuğu ve çelik kenarlarından çıktığı ifade edilmektedir. Daha sonraki adventif kök çıkışlarının ise doğrudan boğum kallusundan meydana geldiği bildirilmektedir (Pfeiffer vd., 1991). *In vitro* koşullarda ise M 9 Jork elma anacında kök çıkışının 10 gün sonra meydana geldiği ifade edilmektedir (San-Jose vd., 1992).

Pinus radiata, *Pinus eliotri* ve *Pseudotsuga menziesi* gibi köklenmesi zor olan bazı türlerde adventif köklerin kallus dokusundan orjinlenebileceği bildirilmektedir (Yentür, 1995; Bhella ve Roberts, 1975; Lovell ve White, 1986; Hartmann vd., 1997).

Her üç anaçta kesintili olarak meydana gelmiş gruplar halindeki sklerenkima hücrelerine rastlanmıştır. Ancak sklerenkima tabakasının çeliklerde kök oluşumunu engelleyici bir etkide bulunmadığı gözlenmiştir. Örneğin, *Myrobalan* ve *Istahara* erik anacı ile *Ortenauer* ve *Hauszwetsche* erik çeşitlerine ait odun çeliklerinde, kök çıkışı ve az köklenmeye, sklerenkimatik lif halkalarının mekanik bir engel oluşturmadığı belirtilmektedir (Skolidis vd., 1990). Buna karşın cevizde kambiyum ve öz ışınlarından orijinlenen kök öncülerinin sklerenkima demetleri ve kök öncüleri tarafından engellendiği ifade edilmektedir (Yalçın, 1993).

Bazı bitki türlerinde sklerenkimatik hücrelerin sürekli bir halka şeklinde bulunması, suberin, tanen ve reçine kanalları ile dal izleri'nin varlığı çeliklerde kök farklılaşmasına yol açacak parankimatik hücrelerin azlığına sebep olabilmekte dolayısıyla köklenme meydana gelmeyebilmektedir (Davies ve Hartmann, 1988; Koyuncu, 1997; White and Lovel, 1984). Bazı türlerde ise sklerenkima tabakasının varlığı kök oluşumu için mekanik bir engel oluşturmamaktadır (Qrunfleh 1992).

Çeşitli bitkiler üzerinde yapılan çalışmalarda, zor köklenen bitki türlerinde köklenmeyi engelleyen başlıca faktörün anatomik yapı olduğu ortaya konmuştur (Yalçın, 1984).

Üzerinde çalıştığımız anaçlar arasında adventif köklerin oluşum yer ve oluşum zamanları açısından önemli farklılıklar saptanmıştır. Nitekim Zhou vd. (1992), M 26 ve EMLA 9 elma klon anaçlarında adventif köklerin oluşum zaman ve şekilleri açısından farklılıklar bulunduğunu bildirmektedirler.

Bu araştırmada yapılan incelemeler sonucunda M 9, MM 106 ve M 26 anaçlarında sürekli olmayan ve aralarında açıklıklar bulunan kümeler halindeki sklerenkima hücrelerinin bulunduğu tespit edilmiş, bu hücre gruplarının ise kök çıkışı için mekanik bir engel oluşturmadığı saptanmıştır.

Ayrıca MM 106 ve M 26 anaçlarında kök taslaklarının kambiyuma yakın floem dokusundaki hücrelerin farklılaşması sonucu meydana geldikleri ortaya konmuştur. Daha sonra bu kök taslaklarının gelişerek korteks içerisinden dışa doğru büyüdüğü ve çelik tabanının kenarlarından dışarıya çıktıkları gözlenmiştir. Bu köklerin çeliklerin kesim yüzeyine yakın bir bölgede oluştukları saptanmıştır.

Çalışmamızda elde etmiş olduğumuz bulgular benzer çalışmaların sonuçlarıyla paralellik göstermekte olup, adventif kök oluşumunun çeliğin anatomik yapısı ile ilişkilerinin belirlenmesi yanında köklenmenin moleküler ve biyokimyasal safhalarının daha iyi anlaşılması gerektiği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, Y. S., Ayfer, M., Köksal, İ., Abak, K., Kaynak, L., Fidan, Y., Çelik, M., Çelik, H. ve Gülşen, Y., 1995. Bahçe Bitkileri, Ankara Üniv., Ziraat Fakültesi Yayınları 1009, Ankara.
- Altamura, M. M., 1996. Root Histogenesis in Herbaceous and Woody Explants Cultured *In Vitro*. A Critical Review, *Agronomie*, 16: 589-602, Elsevier/INRA.
- Anonim, 2003. Elma. Ürün Raporları, Elma Çalışma Grubu Raporu. Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Sayı: 1.
(<http://www.tzob.org.tr>)
- Anonymous, 2003. Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO).
(<http://www.fao.org.tr>)
- Apter, R. C., McWilliams, E. L. and Davies, T. T. Jr., 1999. *In Vitro* and *Ex Vitro* Adventitious Root Formation in Asian Jasmine (*Trachelospermum asiaticum*). I. Comparative Morphology. Hort. Abst. Journal of The American Society For Horticultural Science, 118: 6, 902-905; 6 pl., 26 ref.
- Ballaster, A., San-Jose, M. C., Vidal, N., Fernandez-Lorenzo, J. L. and Vieitez, A. M., 1999. Anatomical and Biochemical Events During *In Vitro* Rooting of Microcuttings From Juvenile and Mature Phases of Chestnut. *Annals of Botany*, 83: 619-629.
- Barritt, B. H., 1992. Intensive Orchard Management. Good Fruit Grower, Yakima, WA.
- Bhella, H. S. and Roberts, A. N., 1975. Seasonal Changes in Origin and Rate of Development of Root Initials in Douglas-fir Stem Cuttings, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 100 (6): 643-646.
- Collet, G. F., Nowbuth, L. and Le, C. L., 1994. Comparision of The Easy-to-Root Jork 9 and Cepiland The Difficult-to-Root EMLA 9 and Lancep Malus M 9 Rootstocks *In Vitro*. *Advances-in-Horticultural-Science*. 8: 1, 45-48, 6 pl., 6 ref.
- Çelik, M. ve Özkaya, M. T., 1999. Kolay ve Zor Köklenen Zeytin Çeliklerinde Köklenme Süresince Anatomik Yapıdaki Değişimin Belirlenmesi. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül, s: 663-666, Ankara.
- Davies, F. T., Lazarte, J. E. and Joiner, J. N., 1982. Initiation and Development of Roots in Juvenile and Mature Leaf Bud Cuttings of *Ficus pumila* L. *Amer. J. Bot.* 69 (5): 804-811.

- Davies, F. T. Jr. and Hartmann, H. T., 1988. The Physiological Basis of Adventitious Root Formation. *Acta Horticulturae* 227, p: 113-120.
- De Klerk, G. J., 1995. Timing of The Phases in Adventitious Root Formation in Apple Microcuttings. *J. Exp. Bot.* 46: 965-972.
- Demirsoy, H. ve Demirsoy, L., 2000. Günümüzde Bazı Ilıman İklim Meyve Türleri İçin Kullanılan Anaçlar. Türkiye II. Ulusal Fidancılık Sempozyumu, 25-29 Eylül, Bademli-Ödemiş.
- Domoto, P. and Cummins, J., 2001. Characteristics of Apple Rootstocks and Interstem Combinations.
(<http://www.ars-grin.gov/gen/rootstocks.html>)
- Esau, K., 1977. *Anatomy of Seed Plants* 2nd Edition, New York.
- Fabbri, A., Cicala, A. and Tamburino, A., 1996. Anatomy of Adventitious Root Formation in *Opuntia ficus-indica* Caladodes. *Journal of Horticultural Science* 71 (2) 235-242; 10 pl; 12 ref.
- Erbil, Y. ve Burak, M., 1999. Meyve Fidan Üretiminde Klon Anaçlarının Kullanımı ve Önemli Klon Anaçları. *Tarım ve Köy Dergisi*, Sayı:128.
- Ermel, F. F., Vizoso, S., Charpentier, J. P., Allemand, C. J., Catesson, A. M. and Couee, I., 2000. Mechanisms of Primordium Formation During Adventitious Root Development From Walnut Cotyledon Explants. *Planta*, 211: 563-574.
- Ford, Y. Y., Bonham, E. C., Cameron, R. W. F., Blake, P. S., Judd, H. L. and Harrison-Murray, R. S., 2002. Adventitious Rooting Examining The Role of Auxin in an Easy-and a Difficult-to-Root Plant. *Plant Growth Regulation* 36: 149-159.
- Gardner, J., 1998. Establishing The High Density Supported Apple Orchard; Part 2: Choosing Trees for Planting. Ministry of Agriculture and Food, Ontario.
(<http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/facts/hdappch2.htm>)
- Gonçalves, J. C., Diogo, G. and Amancio, S., 1998. *In Vitro* Propagation of Chestnut (*Castanea sativa* X *C. crenata*) Effects of Rooting Treatments on Plant Survival, Peroxidase Activity and Anatomical Changes During Adventitious Root Formation. *Scientia Horticulturae* 72: 265-275.
- Greenwood, M. S. and Weir, R. J., 1994. Genetic Variation in Rooting Ability of Loblolly Pine Cuttings: Effects of Auxin and Family on Rooting by Hypocotyl Cuttings. *Tree Physiology* 15: 41-45.

- Haissig, B. E., Davies, T. D. and Riemenschneider, D. E., 1992. Researching The Controls of Adventitious Rooting. *Physiologia Plantarum* 84: 310-317. Copenhagen.
- Hamann, A., 1998. Adventitious Root Formation in Cuttings of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.). Developmental Sequence and Effects of Maturation. *Trees Structure and Function*. 1998, 12: 3, 175-180; 27 ref.
- Hartmann, H. T., 1981. Propagation of Temperate-Zone Fruit Plants. Division of Agricultural Sciences, University of California, Leaflet 21103.
- Hartmann, H. T, Kester, D. E. and Davies, Jr. F., 1994. Plant Propagation Principles and Practies (Fifty Edition). Englewod Cliffs, New Jersey 07632.
- Hartmann, H. T, Kester, D. E., Davies, Jr. F. and Geneve, R. L., 1997. Plant Propagation Principles and Practies (Sixth Edition). Prentice Hall, upper Saddle River, New Jersey 07458.
- Hasan, B. M. and Dodd, P. B., 1989. Histological Study on Adventitious Root Formation in Stem Cuttings of Young Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Seedlings. *Hort Abst. Pertanika*, 12: 3, 299-302; 6 pl.; 5 ref.
- Howard, B. H., Harrison-Murray, R. S. and Arjyal, S. B., 1984. Rooting Response to Wounding Winter Cuttings of M 26 Rootstock. *Journal of Horticultural Science* 59 (2) 131-139.
- Howard, B.H., Harrison- Murray, R.S. and Arjyal, S.B. 1985. Responses of Apple Summer Cuttings to Severity of Stockplant Pruning and to Stem Blanching. *Journal of Hort. Sci.* 60 (2) 145-152.
- Hübl, D., Hartmann, W. and Stösser, R., 1984. Anatomisch-Histologische Untersuchungen der Wurzelbildung bei Grünstecklingen von *Prunus cerasus* L. und *Prunus domestica* L. *Gartenbauwissenschaft*, 49 (5/6). p.193-199, 1984, ISSN0016-478X.
- İsfendiyaroğlu, M., 1999. Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* var. Chia Duham) Çelikle Çoğaltılması ve Kök Oluşumunun Anatomik-Fizyolojik Olarak İncelenmesi Üzerine Araştırmalar. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enst. (Doktora Tezi), İzmir.
- Janick, J., Cummins, J. N., Brown, S. K. and Hemmat, M., 1996. Apples. Janick, J. and Moore, J. N. (Ed) *Fruit Breed, Volume I: Tree and Tropical Fruits*. ISBN 0-471-31014-X, John Wiley & Sons, Inc.
- Jasik, J., De Klerk, G. J. and Opantry, Z., 1997. Anatomical and Ultrastructural Examination of Adventitious Root Formation in Stem Slices of Apple. *Biologia-Plantarum*, 39: 1, 79-90; 29 pl.; 24 ref.

- Kalkışım, Ö., 1997. Kızılcıkta (*Cornus mas* L.) Aşı Kaynaşması ile Çelik Köklenmesinin Anatomik ve Histolojik Olarak İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri AnaBilim Dalı, Van.
- Kaşka, N. ve Yılmaz, M., 1974. Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yayınları 79, Ders Kitabı (Hartmann ve Kesterden Tercüme).
- Kaşka, N., 1997. Türkiyede Elma Yetiştiriciliğinin Önemi, Sorunları ve Çözüm Yolları. Yumuşak Çekirdekli Sempozyumu. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü. Yalova. 1-13 s.
- Koyuncu, F. ve Tekintaş, F. E., 1999. Fındık Çeliklerinde Köklenmenin Anatomik ve Histolojik Olarak İncelenmesi Üzerine Araştırmalar. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül, s: 201-207, Ankara.
- Koyuncu, F., 1997. Fındık, Antep fıstığı ve Ceviz Çeliklerinde Köklenmenin Anatomik ve Histolojik Olarak İncelenmesi Üzerine Araştırmalar (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van.
- Kurnaz, Ş., Demirsoy, H. ve Karaduva, L., 1994. Türkiye Ilıman İklim Meyve Üretimi ve Dış Ticareti. OMÜ Ziraat Fakültesi, Yardımcı Ders Kitapları 3, Samsun.
- Laskowski, L. and Bautista, D., 1999. Características Anatómicas de Raíces Adventicias En Estacas De Semeruco (*Malpighia ameriginata* DC) Tratadas Con Acido Indolbutirico. Biagro 11(3): 88-96.
- Lovell P. H. and White, J., 1986. Anatomical Changes During Adventitious Root Formation. *In* New Root Formation in Plants and Cuttings (M.B. Jackson, Ed.), pp.111-140. Martinus Nijhof Publishers, Dordrecht, The Netherlands. ISBN 90-247-3260-3.
- Marini, R. P., 1996. Growing Apples in Virginia. Virginia Cooperative Extension, Publication Number 422-023 July, Virginia.
- Marini, R. P., 1998. Virginia Fruit Notes. Tree Fruits VPI and SU Blacksburg, VA 24061-0327, Virginia.
- Merwin, I. A., 1999. Fruit and Vegetable Science. Cornell Univ. Ithaca 14853, Ecogardening Factsheet 21, New Zeland.
(<http://www.hort.cornell.edu/gardening.html>)
- Mackenzie, K. A. D., Howard, B. H. and Harrison-Murray, R. S., 1988. Anatomical Features of Rooting in Wounded Winter Cuttings of The Apple Rootstock M 26. ISHS Acta Hort. 227: International Symposium on Vegetative Propagation of Woody Species.

- Onur, C., 1982. Bahçe Bitkilerinde Çelikle Çoğaltmaya Etki Eden Faktörler. ALATA, Bahçe Kùltürleri Araştırma ve Eğitim Merkezi, Yayın No: 43, Erdemli.
- Öz, F. ve Bulagay, A. N., 1986. Elma ve Elma Yetiştiriciliği. Tav Yayınları, Yayın No: 13, Yalova.
- Öz, F., Büyükyılmaz, M. ve Burak, M., 1995. Bodur Meyve Yetiştiriciliği. Atatürk Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 73, Yalova.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik. Ç.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, No:28 Adana.
- Özbek S., 1996. Genel Meyvecilik. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Ders Kitabı No:31, Ankara.
- Özçağıran, R., 1974. Meyve Ağaçlarında Anaç ile Kalem Arasındaki Fizyolojik İlişkiler. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 243.
- Özeker, E. ve İsfendiyaroğlu, M., 1999. Papaz Eriği (*Prunus cerasifera* cv. Papaz) Çeliklerinde IBA Teřvikli Adventif Kùklenme ve Anatomisi. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri. Kongresi, 14-17 Eylül, Ankara.
- Palmer J., 1996. Clonal Apple and Pear Rootstocks. Hort Research, Rimaka Research Centre, Motueka, New Zeland.
(<http://www.hortnet.co.nz/publications.htm>)
- Parker, M. L. and Unrath, C. R., 1998. High Density Apple Orchard Management. North Carolina Extension Service, E 98-33656, AG 581.
- Pfeiffer, A., Hartmann, W. and Stosser, R., 1991. Anatomisch Histologische Untersuchungen Der Adventivwurzelbildung am Astring Einjahriger Langtriebe Von Apfel und Pflaume. Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Fruchteverwertung, 41: 3, 119-126; 14 pl.; 29 ref.
- Pontikis, C. A., Mackenzie, K. A. D and Howard, B. H., 1979. Establishment of Initially Unrooted Stool Shoots of M.27 Apple Rootstock Journal of Horticultural Science. 54(1); 79-85.
- Perez-Frances, J. F., Melian-Capote, M. N. And Rodriquez-Perez, J. A., 2000. An Anatomical Study of Adventitious Root Development in Wounded Cuttings of *Leucadendron Discolar* and *Leucadendron 'Safari Sunset'*(Proteaceae). V. International Protea Research Symposium, No: 1, ISHS Acta Horticulturae 545.
- Qurunfleh, M. M., Arafeh, M. M. S. and Eisawi, D. W., 1992. Nodal Anatomy of Two Low-Chill Peach Cultivars as Related to Adventitious Root Formation . Hort. Abst. Advances in Horticultural Science, 6: 3, 129-133; 11 pl.; 14 ref.

- Rodriguez, A., Albuerne, M. And Sanchez-Tames, R., 1986. Histology of Hazel (*Coryllus avellana* L.) Shoots in Relation to Rooting. OYTON. 46 (1): 27-31; IV-1986.
- San-Jose, M. C., Vidal, N. And Ballester, A., 1992. Anatomical and Biochemical Changes During Root Formation in Oak and Apple Shoots Cultured *In Vitro*. Hort Abst. Agronomie, 767-774; 10 pl., Presented at The COST Congress on Micropropagation and Endomycorrhizae, Dijon, France, 21-23 May, 24 ref.
- Seferoğlu, G. ve Tekintaş, F. E., 1998. Anatomical and Histological Development of Rooting On The Fig Hardwood Cuttings. Proceedings of The First International Symposium on Fig. Acta Horticulturae, Number 480 ISHS, p: 115-117.
- Sharma, S., Webster, A. D. and Mackenzie K. A. D., 1988. The Initiation of Adventitious Roots on The Stems of M 9 Rootstock as an Aid to Better Tree Anchorage. ISHS Acta Hort. 227: International Symposium on Vegetative Propagation of Woody Species.
- Skolidis, K., Hartmann, W. und Stösser, R., 1990. Histologische Untersuchung Der Wurzelbildung an Steckhölzern Von Pflaumenunterlagen und Sorten. Gartenbauwissenschaft, 55(4), s. 151-154.
- Soylu, A., 1993. Meyve Yetiştirme İlkeleri. Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi, Ders Notları No, 20, Bursa.
- Soylu, A., 1997. Ilıman İklim Meyveleri II. Uludağ Üniv., Ziraat. Fakültesi Ders Notları No: 72, Bursa.
- Şen, S. M., 1976. Armut Çeliklerinde Bünyesel Hormonlar ve Bunlarla Çeliklerin Köklenmesi Arasındaki İlişkiler. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Ziraat Dergisi, Cilt-7, Sayı 4, Erzurum.
- Tekintaş, E., Seferoğlu, G. ve Aşkın, A., 2002. Bazı Şeftali ve Erik Çeşitlerinin Yarı Odun ve Odun Çelikleri İle Çoğaltılabilirliklerinin Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 6:1, 181-189.
- Tukey, H. B., 1964. Dwarfed Fruit Trees. p.123-154. Macmillan Company, New York, 119.
- Westwood, M. N., 1995. Temperate-Zone Pomology, Physiology and Culture, Third Edition. Timber Press, ISBN-0-8819-2253-6, 523 p. Portland, Oregon.
- White and Lovel, 1984. Anatomical Changes Which Occur in Cuttings of *Agathis australis* (D. Don) Lind. The Initiation of Root Primordia and Early Root Development. Annals of Botany 54, 633-645.

- Williams, R. R., Taji, A. M. and Bolton, J. A., 1984. Suberization and Adventitious Rooting in Australian Plants. *Aust. J. Bot*; 32, 363-366.
- Wilson, K., 2000. Apple Rootstocks. Ministry of Agriculture and Food FactSheet. ISSN 1198-712X, Ontario.
(<http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/facts/00-007.htm>)
- Wolfe, D., Brown, G. R., Strang, J. and Jones, T., 2000. Rootstocks for Kentucky Fruit Trees, University of Kentucky.
(<http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/ho/ho82/ho82.pdf>)
- Yalçın, İ., 1984. Ceviz (*Juglans regia* L.) Sürgün Çeliklerinde Kök Oluşumunu Etkileyen Faktörler Üzerine Araştırmalar. OMÜ, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü (Basılmamış Doktora Tezi), Samsun.
- Yalçın, İ., 1993. *Juglans regia* L. Sürgün Çeliklerinin Kök Oluşturmasında Anatomik Engeller ve Kolay Köklenen *Salix alba* L.'deki Kök Gelişimi Üzerine Bir Araştırma. C.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, Sayı 15, 63-80.
- Vossen, P. M. and Silver, D., 2000. Growing Temperate Tree Fruit and Nut Crops in the Home Garden and Landscape. University of California Cooperative Extension.
(http://homeorchard.ucdavis.edu/plant_apple).
- Yentür, S., 1995. Bitki Anatomisi. İstanbul Üniv. Yayınları Sayı: 3808, Fen Fak. No: 227. ISBN 975-404-351-5 560 s., İstanbul.
- Zhou, J., Wu, H. and Collet, G.F., 1992. Histological Study of Initiation and Development *In Vitro* of Adventitious Roots in Minicuttings of Apple Rootstocks of M 26 and EMLA 9. *Physiologia Plantarum* 84: 433-440. Copenhagen.