

**ADVENTİF KÖK OLUŞUMU SIRASINDA  
MEYDANA BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLERİ  
Mücahit Taha ÖZKAYA**

**DOKTORA SEMİNERİ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI  
1996**

<b>Giriş</b> .....	1
<b>Çelik kaynağı ve içsel durumu</b> .....	2
Ana bitkinin yaşı .....	2
Çelik alma zamanı .....	2
Çelik tipi ve boyu .....	3
Çelikte yaprak ve tomurcukların bulunması .....	4
Su ve besin maddesi içeriği .....	4
<b>Dışsal faktörler</b> .....	5
Oksin .....	5
Diğer büyümeyi düzenleyiciler .....	6
Diğer kimyasal maddeler ve besin maddeleri .....	7
Amino acid ve oligopeptidler .....	8
Poliaminler .....	8
Fenolik bileşikler .....	8
Yaralama ve benzeri fiziksel uygulamalar .....	9
<b>Köklenme süresince çevre koşulları</b> .....	9
Su .....	10
Sıcaklık .....	10
Işık .....	11
Köklenme ortamı .....	11
<b>Adventif Kök Oluşumunun Mekanizması ve Köklenme Süresince Meydana Gelen</b>	
<b>Değişimler</b> .....	12
Köklenmenin mekanizması .....	13
Anatomik ve histolojik farklılıklar .....	14
Biyokimyasal değişimler .....	18
Bitki besin maddeleri .....	18
Bitki büyümeyi düzenleyicileri .....	23
Enzimler .....	28
Karbonhidratlar .....	29
Fenolik Bileşikler .....	32
<b>Kaynaklar</b> .....	35

## GİRİŞ

Çelikle çoğaltma yoluyla yeni, bağımsız bir bitkinin eldesinde, iki önemli nokta bulunmaktadır. Bunlardan biri, çeliğin canlı kalmasını sağlayacak uygun çevre koşulları, diğeri ise, kök ve sürgün oluşumunun uyarılmasıdır. Gaspar and Coumans (1987) çeliği, fiziksel ve fizyolojik destek sistemlerinden biri olan kökten yoksun bir bitki olarak tanımlamaktadırlar. Bu yüzden köklenme çeliğin en temel unsurudur.

Bir çelik hazırlanırken canlı olmalı ve köklenip bağımsız bir bitki olana kadar da canlı kalmalı diye belirten Garner and Chaudri (1976), çelikle çoğaltma için gerekli temel bazı kuralları da,

- Çeliğin kendisi su absorbe edene kadar gerekli suyu sağlaması,
- Yeni su absorbe etme organlarını geliştirecek ve sürgün oluşumunu hızlandıracak uyarıcıların çeliğe uygulanması,
- Çeliğin köklenme bölgesinde yeterli sıcaklık ve havalanmanın sağlanması, olarak sıralamışlardır.

Çeliklerdeki yenilenme (**regeneration**) yetenekleri yönünden bitkilerde, tür içinde, hatta çeşitler arasında bile çok büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bu yüzden birçok araştırmacı, bitkileri kolay köklenen ve zor köklenen türler veya çeşitler diye iki gruba ayırmaktadır. Aslında bu farklılık bitki hücrelerinin iki temel özelliğinden kaynaklanmaktadır (Hartmann and Kester 1983).

Bunlardan birincisi, herbir hücrenin tam bir bitkiyi, kısımları ve fonksiyonları ile oluşturacak genetik bilgiye sahip olmasıdır (**Totipotency**). diğeri ise, önceden gelişmiş, farklılaşmış hücrelerin bölünebilme (**merismatik**) ve yeni büyüme noktaları geliştirebilme kapasitesine sahip olmasıdır (**Dedifferentiation**).

Bazı hücrelerin ve bitki kısımlarının bu özelliklere sahip olması, çoğaltmada köklenme için uygun koşulları sağlayacak, bazı düzenlemelerin de yapılmasını gerektirmektedir. Garner and Chaudri (1976) ile Hartmann and Kester (1983), çelikle çoğaltmada yeterli köklenmeyi sağlamak için 3 koşulun gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

1. Çelik kaynağı ve içsel durumu,
2. Çeliğin hazırlanması ile dikimi arasındaki uygulamalar,

### 3. Köklenme dönemi içindeki çevre koşulları.

#### **Çelik kaynağı ve içsel durumu**

Çeliğin köklenmesinde, bitki hücrelerinin iki temel özelliği olan tam bir bitkiyi oluşturacak genetik bilgiye sahip olma (totipotency) ve yeniden farklılaşma (dedifferentiation), yeterli olmayıp, çeliğin içsel durumu da önemlidir. Hartmann and Kester (1983) özellikle odun çeliğinde bu faktörü detaylı olarak incelerken, Gaspar and Coumans (1987), ana bitkinin ve bundan hazırlanan çeliğin fizyolojik ve biyolojik durumunu incelemiştir. Araştırmacılar göre, çeliğin köklenmesini ana bitkinin yaşı, çelik alma zamanı, çelikt tipi ve boyu, çelikte yaprak ve tomurcukların bulunması, ana bitkinin ve çeliğin su ve besin maddesi içeriği gibi bir grup fizyolojik faktör etkilemektedir.

#### **Ana bitkinin yaşı**

Genç (Juvenile) dokular köklenmeyi uyarıcıları daha fazla miktarda içermektedirler (Westwood, 1978). Genç çeliklerde, bazı türlerde köklenmeyi engelleyici olarak bilinen, çiçek tomurcukları bulunmamaktadır. Hartmann et al'e (1990) göre genç çelikler olgun çeliklerden daha hızlı köklenme göstermektedir. Ancak genç çeliklerden elde edilen zeytin fidanlarının gençlik kısırılığı devrelerinin uzun olması nedeniyle, her zaman için olgun ağaçlardan çelik alınması önerilmektedir (Çavuşoğlu ve Çakır 1988).

Ana bitkinin gençlik kısırılığı sorunu şiddetli budama ile, köklenmesi zor olan olgun ağaçların çeliklerinin köklenme sorunu da gençleştirme ile çözülebilmektedir (Garner and Chaudri 1976, Gaspar and Coumans 1987). Gençleştirmenin uyarılması herhangi bir sitokin, alar ve triodobenzoik asit veya giberellin karışımı gibi büyümeyi düzenleyiciler kullanılarak veya olgun bitkinin genç bitki üzerine aşılması ve olgun bitkinin genç hale dönüştürülmesi ile sağlanır (Hartmann and Kester 1983, Hartmann et al 1990).

#### **Çelik alma zamanı**

Köklenme üzerine çelik alınan dönemin önemli bir etkisi bulunmaktadır. Bu yüzden çelik tipine bağlı olarak her türde çelik alma zamanının belirlenmesi gerekmektedir. Odun çelikleri çoğunlukla yaprağını döken türlerde kullanılır, bitkinin dinlenme dönemi süresince alınır. Yumuşak odun veya yarı odun çelikleri

ise, yaprağını döken türlerde büyüme mevsimi süresince alınmaktadır. herdem yeşil bitkilerde büyümenin flaş dönemlerine bağlı olarak, değişik zamanlarda alınabilmektedir.

Hernekadar bazı türlerde, yılın herhangi bir zamanında alınan çelikler kolayca köklenebilirken, bazı tür ve çeşitlerde, yıl boyunca büyük farklılıklar görülmektedir. Örneğin, zeytin çeliklerinin alım zamanı konusunda yapılan çalışmalarda büyük farklılıklar bulunmaktadır (Shobolul ve Mendilcioğlu 1985). Genelde geç ilkbahar ve yaz ayları çelik alma için önerilirken bazı araştırmacılar en iyi çelik alma zamanının eylül, ekim veya ocak, mart ve nisan ayları olduğunu bildirmektedirler (Dikmen ve Uluskan 1974, Luma vd 1981, Dağ 1985, Çavuşoğlu ve Çakır 1988, Jacoboni 1989). Bu kadar büyük bir değişim bir çok meyve ağacında görülmemektedir. Her tür için en uygun çelik alma zamanı, çelik alınacak sürgünlerin besin maddesi ve köklenmeyi uyarıcı maddelerce zengin ve dokularının yenilenmeye (regeneration) hazır olduğu dönemdir. Çelik alma zamanı, özellikle zor köklenen bitkilerde daha fazla önem taşımaktadır.

#### **Çelik tipi ve boyu**

Çeligi bitkinin herhangi bir kısmından hazırlamak mümkündür. Yıllık sürgünün henüz pişkinleşmemiş kısmından, oldukça yaşlı odun çeliklerine kadar, çok değişik çelik tipi seçenekleri bulunmaktadır. Ancak her tür veya çeşidin, bu çelik tiplerine reaksiyonları farklıdır.

Önemli olan nokta, çeliğin yenilenme yeteneğidir ve bu durum, tür, çeşite, çelik tipi ve boyuna göre değişmektedir. Çelik et al (1993), zeytinde yarı odun dip ve uç çelikleri kullanarak yaptıkları çalışmada, dip çeliklerinin her zaman yüksek köklenme gösterdiğini gözlemişlerdir. Odun çeliklerinde boy 30-100 cm, yarı odun çeliklerinde ise 10-20 cm arasında değişmektedir (Loussert and Brousse 1978, Hartmann et al 1980, Hartmann and Kester 1983, Jacoboni 1989).

Köklenme yetenekleri yönünden büyük farklılığın bulunmadığı durumlarda, en kolay hazırlanan ve ekonomik olan çelik tipinin seçilmesinde yarar vardır. Örneğin, çok uzun boyda hazırlanan çelikler hem ana bitkiye büyük zarar vermekte, hem de birim ağaçtan elde edilen çelik sayısı az olmaktadır. Bunun yanı sıra, daha fazla çelik sağlanabilen yeşil veya yarı odun çeliklerinde ise, yapraklı olmaları

nedeniyle, cam veya plastik yastıklara veya sisleme sistemi gibi özel koşullara gerek vardır. Çelik et al (1993) ve Özkaya and Çelik (1993), zeytin yarı odun çeliklerinde, köklendirme ortamı olarak sisleme sistemi yerine, Gölge Plastik Tünel (GPT) sistemini kullanmışlardır.

Lionakis (1984, 1985) kivide yapraklı yarı odun çeliklerinin, yaklaşık 15 cm boyunda ve geç ilkbahardan yaz ortasına kadarki dönemde, yapraksız odun çeliklerini ise yine aynı boyda ve kış aylarında alınmasını önermektedir. Avakadonun çelikle çoğaltımında ise, olgun ağaçlardan yaklaşık 10-20 cm uzunluğunda hazırlanan 3 veya 4 yapraklı yarı odun çelikleri kullanılmaktadır. Ancak avakado ırkları arasında da köklenme yetenekleri bakımından büyük farklılıklar bulunmaktadır (Platt and Frolich 1965). Bu nedenle, her tür ve çeşit için en uygun çelik tipi ve boyunun belirlenmesi zorunlu olmaktadır.

#### **Çelikte yaprak ve tomurcukların bulunması**

En yüksek yenilenme yeteneğinin sağlanabilmesi için ana bitkinin aktif vegetatif büyüme göstermesi gerekmektedir. Hernekadar Westwood (1978), genç çeliklerin çiçek tomurcuğu taşınamaması nedeniyle, köklenmelerinin kolay olduğunu belirtse de, bazı türlerde çeliklerde bir veya iki adet çiçek tomurcuğunun bulunması veya bunların köklenme öncesi koparılması arasında, köklenme oranı yönünden önemli bir fark saptamamıştır. Hartmann and Kester (1983) ise bu durumu, köklenmeyi engelleyen çiçek tomurcuğunun çelikte bulunmasının değil, çiçek tomurcuğunun olması ile bağlantılı olarak, daha önceden oluşan bazı fizyolojik ve anatomik koşullarla açıklamaktadır.

Fontanazza and Rugini (1977), köklenme süresince 10, 20, 30, 40, 50 ve 60 gün aralıklarla zeytin çeliklerindeki yaprak ve gözleri kopararak, bu durumun köklenmeye etkisini araştırmışlardır. Erken dönemde yaprak tomurcukları kopartılan (mart çelikleri için 20, ağustos çelikleri için ise 40 gün öncesi) çeliklerin köklenmesinde uygulanan IBA'nın etkisinin olmadığını, ancak yaprak ve tomurcukların kopartılmasının, köklerin gelişimini bir miktar artırdığını bildirmişlerdir. Araştırmacılara göre terlemeyle su kaybına neden olan yapraklar, fotosentez yoluyla asimilat ve hormonları üreterek, köklenmeyi uyarmaktadırlar.

#### **Su ve besin maddesi içeriği**

Çeliklerin sürgününün turgor olduğu sabahın erken saatlerinde alınması tercih edilmektedir. Su bitkiler için zorunlu olsa bile, su stresinin köklenmeyi uyarıcı olduğu da bilinmektedir. Çoğu kez adventif kök oluşumu, çeliğin bulunduğu ortam veya yapraktan kaybolan sudan kaynaklanan su stresi koşullarında meydana gelmektedir. Su stresi, köklenmeyi kısmen karbonhidrat ve hormon (ABA ve etilen) metabolizması ile etkilemektedir. Çelik hazırlanması su stresine neden olarak, belkide hücrenin optimum çözünürlük kapasitesini azaltmakta ve köklenme bölgesinde yüksek yoğunlukta çözülebilir şeker, azotlu bileşikler ve fenolik maddelerin birikimine yol açmaktadır (Gaspar and Coumans 1987).

Nahlawi et al (1976), çeliklerin hazırlanması ile IBA uygulaması arasındaki su kaybının, IBA alımında artışa neden olduğunu ve böylece köklenmenin arttığını bildirmişlerdir. Hernekadar bazı türlerde %10-20 su kaybı köklenme yüzdesini arttırsa da daha fazlası azaltmaktadır.

Besin maddesi eksikliği genellikle köklenmeyi engellemektedir (Westwood 1978). Gaspar and Coumans'e (1987) göre köklenme, karbonhidrat, nükleik asit ve protein metabolizması ile ilişkili olan azot metabolizmasının kurulmasına bağlıdır. Ana bitkinin karbonhidrat / azot oranının düşük veya orta olması durumunda, köklenme oranı düşük olmaktadır. Köklenme, genellikle ilkbaharda vegetatif büyüme döneminde, yüksek kambiyal aktivite ile alınabilir oksin ve besin maddesi arasında, uygun bir denge bulunduğu zaman meydana gelmektedir (Gaspar and Coumans 1987).

### **Dışsal faktörler**

Çelikte adventif kökün uyarılması ve farklılaşmasında, çeşitli büyümeyi düzenleyicilerin rolü konusunda halen çok az şey bilinmekle birlikte, dışsal büyümeyi düzenleyicilerin kullanımı da sürmektedir (Bartolini et al 1986).

### **Oksin**

Gaspar and Coumans (1987), adventif kök oluşumunda oksinin merkezi bir rol oynadığını kabul edildiğini bildirmektedirler. Ryugo and Breen (1974), en etkili köklenmeyi uyarıcı oksin olan IBA'nın temel rolünün, gen aktivatörü gibi işlev gören içsel IAA ile, kök primordiyumunun oluşumu için gerekli spesifik proteinlerin

sentezini uyaran aminoasitleri birleştirici görev yaptığını ifade etmişlerdir.

Çoğu bitki türlerinde, çeliklerin köklendirilmesinde, genel olarak IBA veya bazen NAA önerilmektedir. Bu bileşikler, 2.4-D, 2.4.5-T veya 2.4.5-TP ve hatta güneş ışığında yapısı bozulan ve kolay okside olabilen IAA gibi, köklenmeyi uyarıcı fenoksi bileşiklerinden daha etkilidirler (Gaspar and Coumans 1987, Hartmann and Kester 1983).

IAA çoğunlukla sürgün ucunda genç yapraklarda ve gelişen embriyolarda üretilmektedir (Westwood 1978). Epstein and Lavee (1984), asma odun ve zeytin yarı odun çeliğinde, radyoaktif IBA kullanarak, sentetik IBA'nın doğal IAA'a dönüştüğünü, ayrıca bu dönüşümün köklenmesi zor olan Kalamata zeytin çeşidinde, köklenmesi kolay olan Koroneki zeytin çeşidinden daha hızlı olduğunu bildirmektedirler. IBA bünyede IAA'e dönüştürülmekle birlikte, IBA'nın büyük bir kısmı, çeliğin tabanında kalmakta ve oksinin yukardan aşağı doğru hareketi nedeniyle yukarı taşınmamaktadır.

Oksinin çelikteki hareketi basipetal olduğu halde, Jarvis and Shadeed (1986), oksinin çeliğe girişinin transprasyon yoluyla olduğunu bildirmektedirler. Weisman and Epstein (1987), kolay ve zor köklenen zeytin çeliklerinde, IBA'nın taşınım ve metabolizmasını karşılaştırmışlar ve kolay köklenenlerde taşınımın daha hızlı olduğunu, çelik bünyesindeki IBA miktarı yönünden ise, önemli bir farklılığın olmadığını bulmuşlardır. Al Barazi and Schwabe (1984) ise, zor köklenen antepfıstığı çeliklerinde çok yüksek dozdaki oksinin kök başlangıcına neden olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar çelik bünyesinde bulunan IAA-oksidad enzimi nedeniyle, dışsal oksin uygulamalarıyla, çeliğin kullanabileceği IAA'e dönüşümün yeterli olmadığını, ancak çok yüksek dozda IBA kullanıldığında enzimin etkisiz kaldığını bildirmektedirler.

Bazı kolay köklenenler dışında, çelikle çoğaltmalarda köklenmeyi uyarmak amacıyla sıvı, toz veya ticari preparat formunda oksin kullanımı sözkonusudur. Ancak her tür ve çeşit için uygun oksin tipi (IAA, IBA veya NAA) ve dozu önceden belirlenmelidir. Örneğin, çeşitlere ve çelik tiplerine bağılı olarak değişim gösterse bile, ticari zeytin fidancılığında IBA'nın 3000-4000 ppm, NAA'nın ise 2000-3000 ppm dozunda kullanımı önerilmektedir (Hartmann et al 1980, Luma vd 1981,



Hartmann and Kester 1983, Dağ 1985, Çavuşoğlu ve Çakır 1988, Çelik et al 1993, Özkaya and Çelik 1993).

#### **Diğer büyümeyi düzenleyiciler**

Gaspar and Coumans (1987) **Sitokininlerin**, kök oluşumunu genellikle engellerken **Gibberellinlerin** bazen kök oluşumunu uyardıklarını belirtmişlerdir. Ancak Hartmann and Kester'e (1983) göre gibberellinler yüksek dozlarda kullanıldığında, adventif kök oluşumu engellenmektedir.

**Etilenin** adventif kök oluşumuna etkisi ve etilen üretimi hakkında verilen bilgiler farklılık göstermektedir (Westwood 1978, Hartmann and Kester 1983, Gaspar and Coumans 1987). Bartolini et al (1986), IBA, ACC (1-amino cyclopropane-1-carboxylic acid, etilen öncüsü) ve AOA (aminooxy acetic acid, SAM (S-adenosyl-methionine)'in ACC'ye dönüşümünü engelleyici)'nin zeytin çeliklerinin köklenmesindeki etkilerini incelemişler ve etilenin yüksek dozlarının, köklenme potansiyelini azaltmadığını, hatta bazı durumlarda artırdığını bildirmişlerdir.

Dhua et al (1983), mango çeliklerinin köklenmesinde IBA'nın kalsiyum karbayt olarak uygulanan etrelden daha etkili olduğunu, IBA ve etrel kombinasyonunun ise, kök oluşumunu daha fazla uyardığını bildirmişlerdir.

**Absizik asit**'in adventif kök oluşumundaki etkilerinin kesin olmadığı (Hartmann and Kester 1983, Gaspar and Coumans 1987), ancak köklenmeyi uyarıcı olarak kabul edilebileceği belirtilmektedir (Westwood 1978).

#### **Diğer kimyasal maddeler ve besin maddeleri**

Çeliklerde kök oluşumu, herhangi bir **besin maddesinin** azlığı veya çokluğundan olumlu veya olumsuz olarak etkilenmektedir. Fakat bir çok bitki türünde bor ve azotun noksanlığı köklenmeyi olumsuz etkilemektedir (Westwood 1978, Gaspar and Coumans 1987). Hartmann and Kester (1983), organik veya inorganik değişik formlardaki azot bileşiklerinin bazı türlerde köklenme üzerine olumlu etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.

Eliasson'a (1978) göre içsel besin maddelerinin besipetal olarak hareket etmeleri nedeniyle, besin maddesi uygulamalarına genellikle köklenme süresince gerek olmamaktadır. Oysa kalsiyum ve borun floemde hareketlerinin çok az olması sonucu bu maddelerin uygulamaları köklenmeyi olumlu olarak etkileyebilecektir.

**Kalsiyum ve Mangan** hücre sel yapılarına bağı peroksidaz aktivitelerinde IAA ve ACC metabolizmasında yer aldıklarından, köklenmenin başlangıcında etkili olmaktadır (Gaspar and Coumans 1987). Yine aynı araştırmacılara göre, borun köklenme üzerindeki olumlu etkisi, hücre zarının geçirgenliği ve şeker hareketine etkisi ile karbonhidrat, fenolik bileşikler, lignin, oksin ve nükleik asit metabolizmasında yer alan enzimleri kontrolü nedeniyle olabilecektir. Epstein and Lavee (1984), bazı zor köklenen tür ve çeşitlerin IBA uygulamalarına tepki vermemelerinin nedenini, IBA'nın yavaş taşınması ve hücre zarından geçişinin sorun olması şeklinde bildirirken, Hartmann and Kester (1983), IBA ile birlikte bor kullanımının, bazı türlerde köklenme yüzdesini artırdığını belirtmektedirler.

Gaspar and Coumans'e (1987) göre, ana bitki ve çeliğe karbonhidrat uygulamaları, köklenme üzerine olumlu etki yapabilmektedir. Ancak bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlar, yanlış sonuçlara varılmasına neden olabilmektedir. Örneğin sakkarozun azalan şekerlere dönüşümü, osmotik basınçta ve köklenmeyi dolaylı etkileyebilecek enzim aktivitelerinde değişiklikler meydana getirmektedir. Rio et al (1988), IBA ile birlikte sakkaroz uygulamasının, zeytin çeliklerinde, ana bitkinin fenolojik safhasına ve çelik tipine bağı olarak köklenmeyi artırdığını gözlemişlerdir.

Adventif kök oluşumunu artırmak amacıyla kullanılan diğ er bazı kimyasallar ş unlardır:

#### **Amino acid ve oligopeptidler**

Oligopeptidler, IAA'nın yapısında yer alan triptofan ve fenilalanin gibi maddeleri veya köklenmeyi uyarıcı olarak kabul edilen, fenilasetik asidi içermektedir. İçsel ve dışsal amino asitler köklenmeyi etkileyebilmektedir.

Epstein and Weismann (1987), IBA-alanin uygulamasının, kolay ve zok köklenen zeytin çeliklerinde, köklenme yüzdesini yalnız IBA uygulamasına göre, daha fazla artırdığını bulmuşlardır.

#### **Poliaminler**

Özkaya and Çelik (1993), putrescine'in IBA ile kombinasyonunun zeytinde köklenmeyi olumlu yönde etkilediğini saptamışlardır.

#### **Fenolik bileşikler**

Bartoloni et al'e (1988) göre birçok doğal fenolik bileşik, özellikle oksinle birlikte uygulandığında, adventif kök oluşumunu artırmaktadır.

Bunların yanında, bakteri ve fungus kullanımı da adventif kök başlangıcını uyarmaktadır. Diana (1987), zeytin çeliklerine *Agrobacterium rhizogenes*'in 8490 ve 1855 ırklarını yalnız veya IBA'nın 750 ile 4000 ppm dozlarıyla uygulamış, her iki bakteri ırkının yüksek oksin dozu ile kombinasyonunun, köklenmeyi artırdığını saptamışlardır.

### **Yaralama ve benzeri fiziksel uygulamalar**

Westwood (1978) yaralamanın etilen sentezine neden olabileceğini ifade etmektedir. Davies and Hartmann (1988), yaralanmış çeliklerdeki hücre bölünmesi ve meristematik aktivitelerdeki artışın, doğrudan veya dolaylı olarak, adventif kök oluşumunu uyardığını bildirmişlerdir.

Yaralama yapılmış M 26 odun çeliklerinde, köklenme başlangıcı ve kambiyal bölünme arasındaki anatomik ilişkileri araştıran Mackenzie et al (1986), özellikle çelik tabanını yarmanın, köklenmeyi artırdığını belirlemişlerdir. Ancak köklenmedeki başarının, kallus oluşumunda, kambiyum hücrelerinin etkisine ve kallus dokusundan kambiyum oluşumuna bağlı olduğunu bildirmektedirler. Yaralanmış odun çeliklerinde kök primordiyumları mevcut iletim dokularından meydana gelmektedir. Bu oluşumdan önce çelikte yara ve taban kesim yerinde yoğun bir kallus oluşumu meydana gelmektedir. Mackenzie et al (1986) yaralama sonucunda köklenmedeki artışın nedenini, yaralamadan sonra oksin uygulamasının, çelik bünyesinde kimyasal ve fiziksel ortamda değişikliğe neden olması sonucu meydana gelen doku farklılaşmasına bağlamaktadırlar. Ciampi (1964) ise, zeytinde, sklerenkima halkasının köklenmeyi engelleyen bir faktör olduğunu, ancak yaralamanın köklenmeyi artırdığını belirtmiştir.

Garner and Chaudri (1976) ve Hartmann and Kester (1983), yaralamanın bazı bitki türlerinde köklenmeyi uyarıcı etkisinin olduğunu bildirdiği halde, farklı yaralama uygulamalarının (çizme, yarma, tek yönlü ve çift yönlü kesme), Tombul fındık çeşidine ait odun çeliklerinin köklenmesi üzerine etkilerini araştıran Kantarcı ve Gülşen (1987), yaralama yöntemlerinin fındık çeliklerinin köklenmelerinde etkili

olmadığını ileri sürmüşlerdir. Ciampi (1964), Nahlawi et al (1975a) ve Nahlawi et al (1975b) ise, yaralamanın zeytin yarı odun çeliklerinin köklenmesinde uyarıcı etkisinin olduğunu bildirmektedirler.

#### **Köklenme süresince çevre koşulları**

Özellikle yarı odun veya yeşil çeliklerle çoğaltma yapıldığında, çeliğin köklenme süresince canlı kalabilmesi ve maksimum yenilenme yeteneği elde etmek için (özellikle de köklenmesi zor olan tür ve çeşitlerde) su, sıcaklık, ışık ve köklenme ortamı gibi bazı koşulların optimum düzeyde sağlanması gerekmektedir.

#### **Su**

Çelikte yaprak bulunması, hernekadar kök başlangıcı için güçlü bir uyarıcı olsa da, yapraktan su kaybı, çeliğin su içeriğini düşük bir seviyeye indirebilmektedir. Su stresi, karbonhidrat ve hormon (absizik asit, etilen) metabolizması yolu ile kısmen köklenmeyi etkilemektedir (Gaspar and Coumans 1987). Köklenme süresince, çelikten su kaybını azaltacak çok değişik yöntemler bulunmaktadır (Hartmann and Kester 1983). 1. Sera içinde veya dışında kurulan, cam veya politelin örtülü köklendirme ortamları. Çelik et al (1993), zeytin çeliklerinin köklendirilmesinde GPT (Gölgeli Plastik Tünel) sisteminin başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. 2. Çeliğin yapraklarına direk su damlacıkları gönderilerek su kaybını azaltan sisleme sistemi. Yapraklı çeliklerde iyi bir köklenme için turgoritenin sağlanması ve -10 bar'ın üzerinde bir yaprak su potansiyelinin olması gerekmektedir (Hartmann and Kester 1983). 3. Yaprak alanını azaltarak su kaybını azaltmak, ancak bu durumda köklenme de azalmaktadır.

#### **Sıcaklık**

Çoğu türlerde köklenme için gündüz sıcaklığının yaklaşık 21-27°C, gece sıcaklığının ise yaklaşık 15°C olması gerekmektedir (Hartmann and Kester 1983). Gaspar and Coumans (1987), yüksek sıcaklığın (30°C) kök primordiyumunun başlangıcı, daha düşük sıcaklığın (25°C) ise kök uzaması için uygun olduğunu bildirmektedirler. Araştırmacılar yüksek sıcaklığın primordiyum başlangıcına olumlu etkisini, destekleyici faktörlerin (karbonhidratlar) taşınımı, buna bağlı olarak artış

gösteren solunumu ile düşük sıcaklıklarda, nişastada depolanmış basit şekerlerin katabolizmasını etkilemesi olarak açıklamışlardır.

Köklendirme ortamında özellikle de sisleme sisteminde, sıcaklık her zaman için dış ortamdan, daha düşüktür. Bu yüzden kök gelişiminden önce tomurcuklar patlar ve sürgün oluşur. Halbuki sürgün çeliklerinde, sürgün oluşumundan önce kök gelişimi çok önemlidir. Karakır (1985) ile Çavuşoğlu ve Çakır (1988), zeytin çelikleri için kök bölgesi sıcaklığının yaklaşık 24-26°C olmasını tavsiye ederler. Reddy and Singh (1987) ise mango odunsu çeliklerinin köklendirilmesinde, 29-31°C taban sıcaklığında köklenme yüzdesinin arttığını bildirmişlerdir. Westwood (1978) yapraklı çelikler için sisleme sisteminde 25°C'lik taban sıcaklığını önermektedir.

### **Işık**

Köklenmekte olan çeliklerde fotosentez ürünleri, kök başlangıcı ve büyümesi için önemlidir (Hartmann and Kester 1983). Ancak çoğaltma yöntemlerine göre ışığın etkisi değiştiğinden, ışığın köklenme üzerine doğrudan etkisi olup olmadığı henüz kesin değildir. Bu nedenle, özellikle köklenmesi zor olan tür ve çeşitlerde, adventif kök oluşumu için etiyolleşme kullanılmaktadır.

### **Köklenme ortamı**

Çeliği köklenme süresince sabit tutmak, çelik için gerekli nemi sağlamak ve çeliğin tabanına hava girişine izin vermek gibi önemli görevleri bulunan köklendirme ortamının, çok değişik tipleri söz konusudur. Bunlar peat yosunu, kum, vermikulit ve perlit ile bunların değişik oranlardaki karışımlarıdır. Perlit iyi bir köklendirme ortamı olup, özellikle Ülkemiz için kolay ve ucuza temin edilebilmesi nedeniyle köklendirmelerde tercih edilmektedir.