

ASMA ÇELİKLERİNDE ADVENTİF KÖK OLUŞUMUNA DAİR

Cuma ARIK¹

Accepted: 2021-10-19
DOI: 10.47118/somatbd.922820

ÖZET

Bağcılık hem üretim miktarı hem de üretim alanı bakımından dünya ve ülkemiz için oldukça önemli tarım kollarındandır. Bağcılık için ilk aşama bağ tesisidir. Bağ tesisinde hem aşılı hem de aşısız asma fidanları kullanılmaktadır. Bu amaçla daldırma, çelik ve aşı gibi asmanın çoğaltılması yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Asma çoğaltılmasında asma çeliğinin köklenmesi oldukça önemli bir konudur. Asma çeliğindeki kökler, adventif köklerdir. Adventif kök oluşumu sayesinde köklenen asma çeliklerinden fidan elde edilmektedir. Bu yüzden adventif kök oluşumunun olabildiğince anlaşılması gerekmektedir. Bundan dolayı bu derleme çalışmasında, asmada adventif kök oluşumu ve etkileyen unsurlar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asma, çoğaltma, köklenme, adventif kök, hormon,

ABSTRACT

Viticulture is one of quite significant agriculture branches in terms of production quantity and also production area for the world and our country. The first process for viticulture is vineyard establishing. In vineyard establishing, both grafted vines and also non-grafted vines are used. For this purpose, vine propagation methods such as layering, cutting and grafting are applied. In vine propagation, rooting of vine cuttings is a very important matter. The origin of roots in vine cuttings is adventitious roots. Grapevines are obtained from rooted vine cuttings, thanks to the formation of adventitious roots. Therefore, it is needed that adventitious roots formation is understood as possible as. Hence, in this review research, formation adventitious root in vine and effecting factors are compiled.

Keywords: Grapevine, propagating, rooting, adventitious root, hormone,

1. GİRİŞ

Bağcılık bakımından dünyanın en elverişli iklim kuşağı üzerinde bulunan ülkemiz, asmanın gen merkezi olmasının yanı sıra, son derece eski ve köklü bir bağcılık kültürüne de sahiptir [1]. Ayrıca ülkemiz 2019 verilerine göre dünya üzüm üretiminde 405 bin ha alanda 4,1 milyon ton üretim ile 6. sıradadır; bu yüzden bağcılık ülkemiz için oldukça önemli bir tarım dalıdır [2]. Bundan dolayı yeni bağ alanlarının kurulmasının yanı sıra mevcut bağların korunması da oldukça önemlidir. Bu amaç ile ülkemizde asma fidanı üretilmesine (2016 yılı verilerine göre ülkemizde yaklaşık 3,4 milyon adet aşılı ve sertifikalı asma fidanı üretilmesine üretilmiştir [3]) rağmen üretilen miktar ihtiyacı karşılamaktan uzaktır. Bundan dolayı üretimin artırılması gereklidir. Üretimin artırılması amacıyla çoğaltma yöntemlerinden yararlanılmaktadır.

¹ Öğr., Gör., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Alaşehir Meslek Yüksekokulu, Alaşehir, Manisa, Türkiye.

Asmanın çoğaltılmasında adventif kök oluşumu, köklü fidan elde edilmesinde oldukça önemlidir. Bağda boş sıra üzerlerini doldurmak amacıyla asmanın yıllık sürgününün toprağa daldırılıp köklendirilmesinde, aşılı ve/veya aşısız asma çubuklarının köklenmesinde, doku kültüründe organ parçasının köklenmesinde, ıslah amacıyla çimlendirilen ve/veya kendiliğinden çıkan ve beğenilip çoğaltılmak istenilen asmalardan alınan çeliklerin köklendirilmesinde adventif kök oluşumu oldukça önem arz etmektedir. Bundan dolayı bu çalışmada adventif kök oluşumu ile ilgili bilgiler derlenerek verilmiştir.

2. ASMA ÇELİKLERİNDE ADVENTİF KÖK OLUŞUMU

2.1. Adventif Köklerin Kökeni, Oluşumu ve Adventif Kök Oluşumunu Etkileyen Unsurlar

Adventif kökler, kökeni sürgün dokusu olan köklerdir. Bu kökler birincil kök sistemindeki lateral köklerden oldukça farklıdır; esas köklerin kökeni kök dokusu iken adventif köklerin kökeni sürgün dokusudur [4]. Asma çeliklerinde adventif kökler çeliklerin boğumlarından, boğumların hemen altından, boğum aralarından ve çeliğin dip kısmında oluşan yara dokusunun hemen üzerinden oluşmaktadır. Bu yüzden aşu noktasına yakın yerde çıkan ve boğaz kökleri olarak adlandırılan kökler de aslında birer adventif köktür [1].

Adventif köklerin ve esas köklerden olan genç köklerin oluştuğu bölge perisaykıl tabakasıdır. Yıllık çubukta adventif kök oluşumu; kambiyum, perisaykıl (çevretekler) ve floemin ortaklaşmasıyla oluşur. Adventif kök oluşacağı zaman önce perisaykıl tabakasından aktif bir meristematik hücre bölünmesi başlar; bu oluşum kambiyum ve floem tarafından desteklenir; kambiyum tabakasından floeme doğru oluşan aktif meristematik hücre kitlesi, bir çıkıntı oluşturarak dış kabuğa doğru ilerler ve kabuğu delerek dışa doğru beyaz kök ucunu meydana getirir; kök ucu, meristematik hücrelerden oluşmuş olup gelişerek kökün uzamasını sağlar ve yeni kökler oluşturarak sekonder ve tersiyer kökleri meydana getirir. Oluşan adventif kökler önce beyaz renkli olup sonradan koyu esmer veya kahverengi bir renk alır. Adventif kökler geliştikçe bunların üzerinde ince kökler meydana gelmektedir [1].

Adventif kök oluşumu aşamaları ile ilgili olarak Hartman vd. [5], köklenme başlangıcı sırasında çelikte meydana gelen anatomik değişiklikleri dört aşamada incelemişlerdir: İlk olarak özel olgun hücreler yeniden farklılaşmakta; sonrasında vasküler kümenin veya yeniden farklılaşma ile meristematik özellik kazanan vasküler dokunun yanındaki bazı hücrelerden ilk kök farklılaşması başlamakta; üçüncü aşamada ise kök farklılaşması organize olmuş kök primordiyumu şeklinde gelişerek genişlik kazanmakta; son aşama ise kök primordiyumu ile iletim dokusu arasındaki vasküler bağlantının oluşumu ile kök primordiyumunun odun dokusundan çıkışı ve büyüyerek kökü oluşturmasıdır.

Smart vd. [4] ise, *Vitis* türlerinin çeliklerinin, çoğu odun yapıtlı bitki gibi, önceden oluşmuş bir adventif kök primordiyumuna sahip olmadıklarını; Bouard ve Pouget [6] ise kök taslaklarının oluşumunda soymuk parankimasının bir meristem dokusu gibi faaliyet gösterdiğini belirtmişlerdir. Smart vd. [4] bunun yanı sıra asma çeliklerindeki adventif köklerin, öz ışınları dokularının etrafındaki hücre bölünmelerinden oluşan kallus dokusundan oluştuğunu; öncelikle öz ışınlarının etrafında interfasküler kambiyumda (iletim demetleri arası kambiyum) hücre çoğalmalarının olduğunu; ikinci aşamada kambiyum hücreleri arasında periklinal bölünmenin (hücreler üst üste aynı uzunlukta olacak şekilde çoğalır) gerçekleştiğini; üçüncü aşamada ise bu hücrelerin morfo-genetik olarak özelleşmeye başladığını; son aşamada

ise organize olmuş kök meristemlerinin görünmeye başladığını ifade etmişlerdir. Ağaoğlu [7], köklenme için kallus oluşumunun şart olduğunun düşünüldüğünü ifade etmiştir.

Çelik [1] ise asma çeliklerindeki kök oluşumunun başlıca dört teori ile açıklanmaya çalışıldığını ifade etmiştir. Bunlar; üç faktör (oksin, rizokalin, enzim) teorisi (Bouillene teorisi), Libbert teorisi, çoklu hormon teorisi ve sentetik maddeler teorisidir (dore teorisi).

- a) Üç faktör teorisi: Oksin, rizokalin ve enzimlerin karşılıklı etkileşimi ile kök oluşmaktadır. Gözlerden salgılanan spesifik etkili bir hormon, iç yapıda rizokalin denilen kök yapıcı hormonu harekete geçirmekte; harekete geçen rizokalin oksini oluşturarak harekete geçirmekte; oksin de bir enzim oluşturarak kök oluşumunu başlatmaktadır. Rizokalin, oksin etkisiyle çeliklerin dip kısmında toplanarak kök oluşturmaktadır Çelik [1].
- b) Libbert teorisi: Kök oluşumuna organ oluşumunda etkili olan özel bileşikler ile inhibitörler etkili olmaktadır Çelik [1].
- c) Çoklu hormon teorisi: Bu teoriye göre oksinler, gibberellinler ve sitokininler kök oluşumunda görev yapmaktadır Çelik [1].
- d) Sentetik maddeler teorisi: Bu teoriye göre kök oluşumunda hormonlar ve mikroblesinler (vitaminler, asitler, enzimler vb.) görev yapmaktadır Çelik [1].

Adventif kök oluşumunda, sklerankima halkasının durumu önem taşımaktadır. Korteks (öz) ve floem arasındaki devamlı sklerankima halkası, adventif kök orijin noktasının dışında kalmakta ve köklenmeye karşı anatomik bir bariyer oluşturabilmektedir. Ciampiani ve Gellini (1958) zeytin dal çeliğinde yaptıkları çalışma sonucunda, sklerankima halkası ile zor köklenen çelikler arasında bir ilişki olduğunu; devamsız bir sklerankima halkasının varlığının kolay köklenen tiplerle var olduğunu belirtmişlerdir [8].

Çelik üzerindeki gözlerin, adventif kök oluşumunda olumlu bir etkisi vardır. Uygun ortamda köklenmeye alınan çeliklerde kambiyum aktif hale geçince göz de faaliyete geçerek oksin salgılamaya başlamaktadır. Oluşan oksin aşağıya doğru floem ile aşağıya taşınarak kök oluşumunu teşvik etmektedir [1]. Oksinin tomurcuklarda ve yapraklarda üretilip floem ile bazipetal (yukarıdan aşağıya taşınma) olarak taşınması, oksinin adventif kök oluşumu ile ilişkili olduğunun tahmin edilmesini sağlamıştır [4].

Çelik [1], anaç çeliklerinde çıkan adventif köklerin sayısının dip boğumlara indikçe arttığını; çeliklerde kök oluşumunun boğum aralarında zayıf olmasından dolayı pratikte çelik alırken en dipte bir göz bırakılması gerektiğini; yıllık çubuklarda boğuma yakın olarak kesit alındığı zaman gözün izdüşümüne rastlayan bölümde canlı kabuğun daha kalın olduğunu ve bu bölgede adventif kök oluşumunun daha kolay olduğunu ve sonuç olarak adventif köklerin çıktığı boğumun orta yerinde kabuk kalınlığının fazla olmasından dolayı çelikte dip kısmı olarak bırakılmaması gerektiğini bildirmiştir.

2.1.1. Asma gözü ve yaprağı ile adventif kök oluşumu arasındaki ilişki

Asma gözleri ile köklenme arasında önemli bir ilişki vardır. Gözlerin ürettiği oksin, translokasyonla çeliklerin bazal kısımlarına gitmekte ve köklenmeyi teşvik etmektedir; gözlerin köreltilmesi, asma çeliklerinin köklenmesini tamamiyle sınırlamaktadır; gözleri tamamen köreltmenin ekstrakte edilebilir IAA kaynağını yok ettiği ve dolayısıyla köklenmeyi

sekteye uğrattığı söylenebilmektedir [9]. Yapılan bir çalışmada gözleri tamamıyla köreltilmiş çeliklerde, tek gözlü çeliklere oranla daha çok dağılıbilir IAA (indol asetik asit) belirlenmiştir. Dikimden 10-15 gün sonra gözleri tamamen köreltilmiş çeliklere oranla tek göz içeren çeliklerde adventif köklerin çıktığı çubuğun alt kısmında, ekstrakte edilebilir IAA önemli derecede daha yüksek çıkmıştır. Bu süreç sırasında kök primordiyumlarının oluştuğu düşünülmektedir. Ters olarak, gözleri tamamen alınmış çeliklere IBA (indol butirik asit) ve NAA (naftalen asetik asit) (100 ppm) uygulaması, kök oluşumunu tetiklemiştir. Dikimden 20 gün sonra kök çıkışı gözlemlenmiş ve köklenme yüzdesi IBA ve NAA için sırasıyla %30 ve %25 olmuştur. Dikimden 40 gün sonra uygulama yapılmış çeliklerde %100 köklenme sağlanırken; su uygulanan kontrol uygulamasında %5 köklenme görülmüştür. Distile su uygulamasında ekstrakte edilebilir IAA dikimden 30 gün sonrasına kadar az da olsa artış göstermiş ve sonrasında önemli derecede artış göstermiş; oysa IBA uygulamasında dikimden 20 gün sonra kökler çıktığında az da olsa azalış olmuştur. Dikimden 10 gün sonra, adventif kök primordiumlarının oluşması sırasında ekstrakte edilebilir IAA düzeyi, gözleri tamamen köreltilmiş çeliklere oranla kontrol çeliklerinde daha yüksek olmuştur; sonrasında IAA azalmıştır. Ekstrakte edilebilir IAA düzeyinin düşük olması, gözleri köreltilmiş çeliklerin köklenmemesinde en önemli etken olarak çıkmıştır [9]. Bununla ilgili olarak Fujii ve Nakano (1974) da gözlerin köreltilmesinin köklenme oranını ve kök sayısını azalttığını ifade etmişlerdir [10]. Ayrıca Kawai [9], oksin kaynağı olmalarıyla gözler ve yaprakların köklenme üzerine etkili olduğunu vurgulamıştır. Bundan farklı olarak göz köreltilmesi ile ilgili olarak değişik gözlerin dormant halde olup olmasının köklenme üzerine etkisiyle ilgili olarak değişik görüşler mevcuttur. Çoğu bahçe bitkilerinde gözlerin tamamen köreltilmesinin ve yaprakların sıyrılmasının kök oluşumunu azalttığı çok sayıda araştırmacı tarafından ifade edilmiştir [9]. Kawai'ye [9] göre; dormant haldeki odunsu asma çubuklarında tüm gözlerin köreltilmesi köklenmeyi engellemekte ve kök oluşumunun meydana geldiği bazal kısımlardaki oksin seviyesinin azalmasına yol açmaktadır. Fakat Kawai vd. [11] ise kolay köklenen bir çeşit olan "Takasumi" çeşidinin kullanıldığı bir çalışmada, gözlerin tamamen köreltilmesinin, dormant çeliklerde köklenmeyi engelleyici bir etkide bulunmadığını, fakat dormansinin kırılmasından sonra tüm gözlerin köreltilmesinin köklenmeyi engellemiş olduğunu bildirmişlerdir. Kawai vd.'nin [11] çalışmasında kontrol ve tüm gözleri köreltilmiş çeliklerde dormansinin erken safhasında köklenme oranı yüksek çıkmış ve dormant safhadan sonra neredeyse hiç köklenme olmamıştır. Çelik kesiminden sonraki dağılıbilir oksin (IAA) seviyesindeki dalgalanma, kontrol ve tüm gözleri köreltilmiş çeliklerde benzer olmuş; tüm gözleri köreltme işlemi, çeliklerin bazal kısımlarındaki oksin seviyesini azaltmamıştır. Buna ilave olarak Smart vd. [4] de yaygın bir inanış olan gözlerin köreltilmesinin kök çıkışını azaltmasının doğru olmadığını bildirmişlerdir.

Yaprakların da köklenme için önemini ifade eden çalışmalar mevcuttur. Thomas ve Schiefelbein [12], yapraklı çeliklerin erken köklendiğini, canlı kök büyümesi ve sonrasında sürgün gelişimi gösterdiğini; dikimde yaprakların uzaklaştırılmasının filizlenmeyi teşvik ettiğini fakat köklenmeyi olumsuz etkilediğini açıklamışlardır. Jarvis [13], yaprakların köklenme için gerekli olan IAA, vitaminler, karbonhidratlar, organik azot ve köklenme kofaktörlerinin kaynağı olduğunu bildirmiştir. Bu açıklamaya göre; kaynaştırma odasından alıştırma odasına alınan çeliklerde gün ışığı ile sürgün gelişmesinin teşvik edilerek yapraklanmanın sağlandığı ve bu yapraklanmanın da köklenmeye katkıda bulunduğu düşünülebilmektedir [12].

2.1.2. Adventif kök oluşumu ile içsel hormonlar arasındaki ilişki

Asma çeliklerinin bünyesindeki hormonlar ile kök oluşumu arasındaki ilişkiler çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Bununla ilgili olarak, köklenmesi kolay olan 5BB anacı ve köklenmesi zor olan 140 Ru anacı odun çeliklerinin hormon düzeyleri analiz edilmiş; 140Ru anacında düşük düzeyde oksin ile gibberellin benzeri ve absisik asit benzeri kök oluşumunu sınırlayıcı etki gösteren maddelerin oldukça yüksek olduğu saptanırken; 5BB anacında ise oldukça yüksek düzeyde oksin ile oldukça düşük düzeyde gibberellin benzeri ve absisik asit benzeri maddeler saptanmıştır. Kök oluşumu boyunca, IAA benzeri hormonlar az da olsa her iki anaçta tomurcuk patlamasına kadar artmış; sonrasında kök çıkışı için en alt düzeye azalmıştır. Ayrıca gibberellin benzeri bileşikler 140 Ru anacında hızlıca artarken, 5BB anacında azalmıştır. Bundan başka absisik asit benzeri maddeler her iki anaçta farklılık göstermiştir; 140 Ru anacında en yüksek seviyeye ulaşırken 5BB anacında düşük seviyede kalmıştır. Görüldüğü gibi büyüme düzenleyici maddeler kök oluşumunda oldukça önemli bir konuma sahiptir [14].

Absisik asitin adventif kök oluşumu üzerine teşvik ettiği, engellediği veya hiçbir etkide bulunmadığına dair yayınlar mevcuttur. ABA'nın stomal fonksiyonu ve sonrasında su ilişkilerinin artmasının adventif kök oluşumunu artırabileceğine dair asma çeliklerinde herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır [4]. Kawaii [15] ise absisik asitin göz aktivitesini baskıladığını ve bu baskının ise adventif kök oluşumunu engellediğini bildirmiştir. Anlaşıldığı gibi absisik asitin köklenme üzerine olan etkisi sorgulanmakta ve ileri araştırmalar gerektirmektedir [4].

Etilen gazının adventif kök oluşumunda etkili olduğu bazı araştırmacılar tarafından söylene de yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar alındığı için etilenin kök oluşumu üzerine etkisinin ne şekilde olduğu anlaşılamamıştır. Etilenin, oksinin polar taşınımını engelleyip aynı zamanda metabolizmasını hızlandırmak suretiyle içsel oksin (IAA) seviyesini azaltarak köklenmeyi sınırladığına dair çalışmalar mevcuttur. Bunun yanı sıra etilenin, sitokininin indirgenerek üst kısımlara taşınmasını sağlayarak adventif kök oluşumunu engelleme etkisini sınırlandırarak köklenmeyi teşvik ettiğine dair yayınlar da bulunmaktadır [16]. Smart vd. [4] ise etilenin, adventif kök oluşumunda etkisiz olduğunu vurgulamışlardır. *V. riparia x V. rupestris* melez anaçlarında yapılan bir çalışmada ise, etilen üretiminin adventif kök oluşumu zamanında arttığı bildirilmiştir. Tanımladıkları erken etilen pik zamanı bir yara tepkisi olmasına rağmen; etilen üretimindeki ikinci pik noktasının artan içsel oksin ile oluşturulmuş olabileceği tartışılmıştır [4].

2.1.3. Adventif kök oluşumu ile diğer içsel maddeler arasındaki ilişki

Anaçların flavan içeriği ile köklenme arasında ve kalemlerin flavan içeriği ile sürgün gelişimi arasında pozitif bir ilişki olduğu, anaç ve kalemlerdeki flavan içeriğinin vejetasyon periyodu ile artışa geçtiği, gelişme dönemi sonunda ise azaldığı bildirilmiştir [17]. Bir çalışmada, aşılama günü en yüksek flavan içeriğine sahip olan 5BB anacının, 420A ve 99R anaçlarına göre daha iyi köklenme gösterdiği ve bununla doğru orantılı olarak aşı kaynaşması ve fidan randımanının en yüksek 5BB'de saptanmış olduğu (sıralama 5BB>99R>420A şeklindedir) ifade edilmiştir [17]. Yine flavonoidlerle ilgili olarak, Kraiem vd. [18] Carignan asmasının rhizogenetik potansiyeli ile kumarin arasında negatif; naringin ve andsyringic acid ile ise pozitif bir ilişki olduğunu açıklamışlardır.

Fenolik bileşikler ile adventif kök oluşumu arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla da bazı çalışmalar yapılmıştır. Yılmaz vd. [19], Hahlbrock ve Grisebach'in (1979) polifenol oksidaz aktivitesinin dolaylı yoldan fenolik bileşiklerin sentezini düzenleyebileceğini ve kök taslaklarının organizasyonu ve gelişmesinde görev alabileceğini; Huystee ve Cairns'in (1982) ise polifenol oksidaz aktivitesinin hücre bölünmesinde, farklılaşmada ve primordiyum (taslak) gelişmesinde önemli bir rol üstlendiğini belirttiklerini söyleyerek bu açıklamaların tersi olarak çeliklerin polifenol oksidaz aktivitesi ile köklenme yetenekleri arasında belirgin bir ilişkinin bulunmadığını belirtmişlerdir.

Adventif kök oluşumunda ayrıca içsel poliaminlerin etkileri ile ilgili çalışmalar yapılmış ve farklı sonuçlar elde edilmiştir [4]. Bazı çalışmalara göre, adventif kök oluşumu sırasında kök meristemlerinde veya komşu dokularda içsel poliaminlerin doğrusal olarak arttığı; bu artışın dışsal oksin uygulamasının veya içsel oksin konsantrasyonu ile ilişkin olduğu belirtilmiştir. Bununla ilgili olarak, çeliklerde önce putresin değerleri artışa geçerek kök primordiyumlarının ortaya çıktığı ve köklenme başlayınca da putresin değerlerinin azaldığı ve ayrıca spermin içeriğinin putresin içeriğinden az olduğunda, putresin ile benzer eğilimi gösterdiği (Putresin/spermidin + spermin miktarı > 1 olduğunda köklenmenin olduğu) ifade edilmektedir [20]. Putresin/spermidin + spermin > 1 olduğunda köklenme; <1 olduğunda ise çiçeklenme ve tomurcuk farklılaşması uyarılmaktadır [21].

Asmada köklenme belirteçleri olarak lipitlerin ve yağ asitlerin olabileceği bazı araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir. Cheikhrouhou vd. [22] tarafından yapılan bir çalışmada Carignan çeliklerinde çelik alım zamanında major yağ asitleri palmitic, oleic ve linoleic asitler olmuştur. Araştırmacıların yapmış olduğu çalışma sonucunda, köklenme sürecinde C18:1 (oleic asit), C20:5 (asit timnodonic) ve C22:0 (behenic asit) yağ asitleri azalırken; C16:0 (palmitic asit), C16:1 (asit hypogeic ve palmitoleic acid), C22:6 (docosahexaenoic asit) ve C18:1 (vaccenic asit) oluşmaya başladığı anlaşılmıştır. Köklenme öncesi %33 olan oleic asit, deneme sonunda en fazla %23; köklenme öncesi %1 olan vaccenic asit miktarı ise, deneme sonunda %3,62 olmuştur. Araştırmacılar oleic asitin köklenme sırasında vaccenic asite dönüştüğünü düşünmektedirler.

Asma çeliklerinde köklenmeyi etkileyen birçok madde bulunmaktadır. Bu maddelerle ilgili olarak Bartolini vd. [23], çeliklerin suya sokulmasıyla köklenmeyi engelleyen bileşiklerin suya geçtiğini söylese de inhibitörlerin suya geçtiği ile ilgili tanımlayıcı bir çalışma yapılmamış olduğunu ifade etmişlerdir.

2.1.4. Adventif kök oluşumu ile dormansi ve yedek besin deposu arasındaki ilişki

Çeliklerin dormant halde olması, köklenmeyi sınırlayan etmenlerdendir. Bu yüzden köklendirilecek çeliklerin dormansisini sağlamış olmaları gereklidir [4]. Ayrıca Winkler [24], dormant haldeki asma çeliklerinin adventif kök oluşturabilmesi için karbon deposunun önemli olduğunu söylemiştir. Kolay köklenen asmalarda (örneğin 5BB) karbonhidrat kaynağının adventif kök oluşumunda kullanılmasıyla birer karbonhidrat kaynağı olan nişasta, sukroz ve organik azot miktarı hızlıca azalmaktadır [4]. Köklenme üzerine yedek besin deposu da oldukça önem taşımaktadır. Aşılı-köklü asma fidanı elde edilmesinde, çubuğun içerdiği şeker ve nişasta miktarı başarıyı etkileyen önemli unsurlardan biridir. Asma çeliklerinde 1 gr kuru kallus tabakasının oluşabilmesi için 3.2 gr, 1 gr kuru kök için 4 gr şeker ihtiyacı vardır. Yeterli miktarda yedek karbonhidrat içermeyen aşı materyali ile yapılan aşılmalarda çimlendirme odalarından çıkan fidanların dış görünüşleri iyi olmasına rağmen, yedek enerji kaynağının

tükenmesi sonucu fidanlığa dikilen bu çelikler köklenmeden kurdukları için fidan randımanı önemli ölçüde azalmaktadır. Çeliklerin bünyelerinde yeterince karbonhidrat depolamış olup olmadıkları odun dokusunun öze oranıyla anlaşılmaktadır [25]. Öz / odun oranının 1/3 dolayında olması ideale yakın bir olgunlaşmanın göstergesi olarak kabul edilmektedir. Öz ne kadar geniş ise sürgünün o nispette kötü olgunlaştığı anlaşılmaktadır [26]. Bartolini vd. [27] de 140 Ru anacında köklenme ile çeliklerdeki çözünür karbonhidrat düzeyi arasında bir korelasyon belirlemiştir. Karbonhidrat yeni hücrelerin oluşumu için enerji kaynağıdır.

Bartolini vd. [27] yaptıkları bir çalışma sonucunda, 140 Ruggeri anacı çeliklerinin köklenmesi ile çözünür karbonhidratların elverişliliği arasında bir korelasyon olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada köklenmenin, dormansinin sonunda hızlıca azalan büyük miktarda çözünür karbonhidratlar ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. İlk 20 gün boyunca, karbonhidratların azalması, kök primordiyumunu teşvik eden dokuların yeniden aktif olmasına yol açmıştır. Karbonhidrat, kök taslaklarının oluşumunda kullanılmaya başlanmıştır. Soğukta muhafaza, karbonhidratların hareketliliğini tetiklemiştir. Soğukta muhafaza, dormansinin azalmaya başlamasını tetiklemekte; bu ise karbonhidratların harekete geçerek kök taslaklarının yapımında kullanılmasına yol açmıştır. Soğukta muhafazada ilk 10 günde meristematik hücreler oluşmakta; 40 güne kadar ise kök primordiyumu (taslak) oluşumu sürmektedir. Araştırmacılar, 30 günün sonunda karbonhidrat elverişliliğinin artışı (karbonhidrat çözünmesi), muhtemelen çeliklerde sürgün oluşumu ve kök büyümesi ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca geniş miktarda bir karbonhidrat kaynağının köklenme sürecini başlattığını ve bu süreçte yer aldığını ifade etmişlerdir. Altman ve Wareing (1975) ile Okoro ve Grace (1976), yaprakların köklenme sürecine etkisinin karbonhidrat metabolizmasını engellemesinin bir sonucu olduğunu ispatlamışlardır [27].

Hartman vd. [5] ise doğal kök oluşumunun, karbonhidrat ve azot ile ilişkili optimum bir oksin düzeyinin birikmesiyle tetiklendiğini ifade etmişlerdir. Hartman vd. [5], yapraklarda ve gözlerde üretilen içsel köklenme uyarıcı maddelerin konsantrasyonunun ve karbonhidratların yüksek oranda sürgünün alt kısmında birikme olasılığı olduğundan köklendirilecek çeliğin asma sürgününün alt kısmından alınması gerektiğini ifade etmişlerdir.

2.1.5. Adventif kök oluşumu ile asma beslenmesi arasındaki ilişki

Asma beslenmesi de çelik köklendirilmesinde önem taşımaktadır. Bununla ilgili olarak inorganik karbon bileşiklerinin, asma çeliklerinde adventif kök oluşumunu uyarabileceğine dair görüşler bulunmaktadır. Curtis (1918), potasyum permanganat'ın ($KMnO_4$) adventif kök büyümesini artırdığını bildirmiştir [4]. Makro ve mikro besinler de adventif kök oluşumunda önemlidir. Özellikle azot, magnezyum, çinko ve bor adventif kök oluşumunu önemli derecede etkilemektedir. Bir çalışmada adventif kök oluşumu için fosfor ve potasyuma oranla daha çok azotun gerekli olduğu belirtilmiştir [4].

2.1.6. Adventif kök oluşumunda etkili olan diğer etmenler

Kök bölgesindeki sıcaklık: Asmada genellikle kök bölgesinde sıcaklık $10^{\circ}C$ olunca kök oluşumu başlamaktadır ve kök oluşumu için en uygun aralık $25-26^{\circ}C$ olup çeşide göre bu sıcaklık $35^{\circ}C$ 'ye kadar çıkabilmekte; fakat $35^{\circ}C$ 'den sonra kök oluşumu ya çok yavaşlamakta ya da durmaktadır [1].

Işıklanma süresi: Kısa gün (8 saatten az güneşlenme) koşullarında sürgün büyümesinin yavaşlaması, kök gelişiminin artmasına neden olmaktadır [1].

Gölgeleme: Köse [28], asma çeliklerinde gölgeleme yapılmış serada dış ortama göre daha yüksek köklenme oranı belirlemiştir. Bunun nedeni olarak, gölgeleme yapılmış yerde çelikleri terleme ile su kaybının daha az olması gösterilebilir [1].

Polarite: Bir asma çeliğinin üst kısmı gövde yapıcı, alt kısmı ise kök yapıcı özellikte olup bu özelliğe ‘polarite’ denilmektedir; asma çeliklerinde polarite sağlanmadığı takdirde asma kök oluşturamaz ve kurur [1].

Genetik: Köklenmenin halen bitki fizyolojisinde en büyük sorunlardan birini teşkil ettiğini belirten Bouard ve Pouget [7], asma çeliklerinde köklenmenin çeşitlere bağlı olduğunu, kültür asmasının çelikleri çok kolay köklendiği halde Amerikan asma anaçlarında bu durumun çok değiştiğini kaydetmektedirler. Çelik [1] *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. labrusca*, *V. vinifera*’nın kolay köklendiğini; *V. berlandieri*’nin bazı çeşitlerinin zor köklendiğini; *V. rubra*, *V. aestivalis*, *V. candicans*, *V. cordifolia* ve *V. berlandieri*’nin büyük çoğunluğu ile Asya kökenli çeşitlerin genellikle ya hiç köklenmediğini ya da %5 gibi çok az oranda köklendiğini belirtmiştir. Ayrıca Çelik ve Uyar [29] Dogridge, Ramsey, 140R, 110R, 41B anaçlarının çeliklerinin zor köklendiğini ifade etmişlerdir. Turmina vd. [30] de yapmış oldukları bir çalışmanın sonucunda 99R anacının 1103P ve 101-14 anaçlarına oranla daha yüksek köklenme yüzdesine (%38,66) ve 101-14 anacının en fazla kök sayısına (22,2 adet) sahip olduğunu ve ayrıca en düşük taze kök ağırlığının 99R’de olup kök uzunluğu bakımından anaçlar arasında önemli farklılıklar olmadığını açıklamışlardır.

Toprak faktörleri: Adventif kök oluşumu için toprakta drenaj sorunu, tuzluluk, keseklilik, geçirimsiz tabaka, yetersiz toprak derinliği, aşırı kireç vb. olmamalı ve toprak içerisinde yeterli miktarda organik madde, uygun toprak pH’sı (alkali ve asit karakterli topraklar kökler üzerine toksik etki yapmaktadır [1]), toprak mikro ve makro canlıları vb. olmalıdır. Ağır bünyeli ve geçirimsiz topraklar kök oluşumunu sınırlamakta ve de aşırı su tutmalarıyla beraber köklerde çürümeye neden olmakta; iri çaplı çakıllı ortam köklenmeyi sınırlamakta, tınlı, kumlu-tınlı toprak tipleri su tutma ve havalanma kapasitelerinin iyi olması ve bitki besin maddeleri içermesiyle kök oluşumunu artırmaktadır. İyi bir kök oluşumu için uygun toprak havası, toprak suyu ve yeterince oksijen bulunmalıdır.

2.2. Adventif Kök Oluşumuna Yönelik Çalışmalar

2.2.1. Adventif kök oluşumunda bitki büyümesini düzenleyici madde uygulamalarının etkisi

Kroin [31], adventif kök oluşumunda oksin uygulaması ile ilgili yapmış olduğu bir çalışmada; sulu IBA çözeltisinin yapraklara uygulandığında, IBA’ın açık olan stomalardan bitkinin vasküler sistemine giriş yaptığını, oradan bazal kısma taşındığını ve bitkinin bunu kök oluşumu için depo ettiğini belirtmiştir. Dışsal uygulanan IBA, çelikte kolayca içsel IAA’ye dönüşmektedir [4]. Bununla ilgili olarak indol butirik asitin asma çeliğinin köklendirilmesinde denendiği birçok çalışma mevcuttur. Turmina vd. [30] *Trichoderma* spp. (20000 ppm), *Cyperus rotundus* ekstraktı (10000 ppm) ve floroglusinol (2000 ppm) uygulamalarının asma çeliklerinin köklenmesi üzerine etkilerini belirlemek için 1103P, 99R ve 101-14 anaç çeliklerinin kullanıldığı çalışmada IBA (2000 ppm) uygulamasını kıyas uygulama olarak

seçmişlerdir; kallus yüzdesi 99R anacında sırasıyla *Trichoderma* spp. (%60), IBA (%40) ve floroglusinol (%46,66), 1103P anacında floroglusinol (%33,33) ve IBA (%13,33) kontrole göre daha fazla olmuş iken 101-14 anacında uygulamalar kallus oluşumunda sıkıntı oluşturmuş, fakat yine de diğer uygulamalar kök sayısını azaltırken IBA uygulaması ise artırmıştır; ayrıca araştırmacılar *Trichoderma*, floroglusinol ve *Cyperus rotundus* ekstraktının asma çeliği köklendirilmesi için önerilmez olduğunu ve IBA uygulamasının anaçlar için en iyi etkileri gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Köklendirme çalışmalarında IBA'nın farklı dozları da denenmektedir. Ali ve Saif [32], 600 ppm dozun 400 ppm doza oranla daha çok köklenme yüzdesi sağlamış olduğunu; Mohammed [33], Ramsey anaç çeliklerinde köklenme yüzdelерinin 500 ppm dozunda ilk yıl %83,90 ve ikinci yıl %84,42, 1000 ppm dozunda ise %73,66 ve %72,19 olduğunu; Hasandede ve Kalecik Karası çeşitlerinin yeşil çeliklerinin 6000 ve 7500 ppm IBA dozlarına hızlı daldırma yöntemiyle uygulandığı köklendirme çalışmasında Dirican ve Çakır [34], optimum kök gelişmesi bakımından Hasandede çeşidi için 6000 ppm ve Kalecik Karası çeşidi için ise 7500 ppm IBA dozunun önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Çeliklerin dip kısımlarına 5 sn 1000 ve 2000 ppm IBA uygulamasının yapıldığı bir çalışmada, 1000 ppm IBA uygulaması köklenme yüzdesi ve 2000 ppm IBA uygulaması ise kök sayısı bakımından öne çıkmıştır [35].

Muscat üzüm çeşidine ait çeliklerin dip kısımlarının 10 sn boyunca farklı IBA, deniz yosunu ve humik asit dozlarına (2000, 3000 ve 4000 ppm; %1, %2 ve %3; %1, %2 ve %3) batırıldığı bir çalışmada ise en erken köklenme, en fazla kök uzunluğu, en fazla kök sayısı ve en fazla taze kök ağırlığı 3000 ppm IBA uygulamasında gerçekleşmiştir [36].

Daskalakis vd. [37] 1103P, SO4 ve Dog ridge anaçları ile Cabernet franc çeşidi çeliklerinin kullanıldığı ve 120 ve 250 ppm IBA dozlarının uygulandığı hidroponik ortamda köklendirme çalışmasında en iyi köklenmenin 250 ppm IBA uygulamasına ait çeliklerin orta kısımlarında olduğu ifade edilmiştir.

Köklendirme çalışmalarında naftelen asetik asit de kullanılmaktadır. Thompson Seedless ve Crimson Seedless üzüm çeşitlerine ait çeliklerinin köklendirilmesinde 10 sn süreyle 1000, 2000 ve 3000 ppm NAA çözeltisinin uygulandığı bir çalışmada köklenme yüzdesi bakımından önemli farklılık olmamakla birlikte kök sayısı bakımından 1000 ppm dozu en yüksek değeri almıştır [38].

Yine bir oksin olan indol asetik asit de köklendirme çalışmalarında kullanılmaktadır. Gökbayrak vd. [39] 5BB anacı ve Cabernet Sauvignon çeliklerinde adventif kök oluşumu üzerine melatonin (0, 0.1, 0.5 ve 1.0 µM, 10 saniye daldırma) ve IAA'in (0, 5.7, 11.4 ve 16.1 µM, 5 sn daldırma) etkileri üzerine çalışma yürütmüşlerdir. Melatonin de tıpkı IAA gibi triptofandan sentezlenmektedir. Sonuç olarak, artan IAA konsantrasyonlarının 5BB anacında köklenme yüzdesini artırdığı ve 0.1 ve 0.5 µM melatonin uygulamalarının köklenmeyi teşvik ettiği; Cabernet Sauvignon çeliklerinde köklenme düzeyinin uygulamalara göre değişiklik göstermediği ve artan melatonin dozlarının köklenme üzerine olumsuz etkide bulunduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada ise indol asetik asitin potasyum tuzunun (KİAA) asma çeliği köklenmesinde etkisi araştırmıştır. Çalışmada Korinka russkaya ve Victoria üzüm çeşitlerine ait çeliklere 5000 ve 10000 ppm KİAA ve 3000 ppm IBA uygulaması yapılmıştır. Sonuç olarak, KİAA uygulamasının IBA uygulaması gibi her iki çeşitte köklenme sürecini önemli ölçüde geliştirdiği bildirilmiştir [40].

Çalışmalar incelendiğinde belli düzeydeki oksin miktarı köklenmeyi teşvik ederken, fazla dozların köklenmeyi sınırladığı anlaşılmaktadır. Bununla ilgili olarak, Smart vd. [4] uygun dozdaki oksin miktarının köklenmeyi teşvik ederken, oksinin yüksek dozlarının köklenmeyi sınırlayacağını; bazı bitki türlerinde içsel oksin fazlalığının da köklenmeyi zorlaştırdığını ifade etmişlerdir.

Oksinin köklenme üzerine etkisiyle ilgili olarak farklı görüşler de vardır. Went [15], oksinin yalnızca “rizokalin / rhizocaline” gibi diğer özel büyüme faktörleri ile kombinasyonlarında kök oluşumunu etkilediğini vurgulamıştır. Buna ilaveten; rizokalin ile ilgili iyi bir kanıt bulunmamaktadır; temelde kök oluşturucu hormon olarak kabul edilmekte olup oksin-fenolik ortaklaşmasından oluşmaktadır.

Oksin uygulamaları ile diğer bitki büyümesini düzenleyici maddelerin köklenme üzerine etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmalar da mevcuttur. Thompson Seedless üzüm çeşidine ait odun çeliklerine farklı büyüme düzenleyici madde uygulamalarının (100, 300 ve 500 ppm IAA; 1000, 2000 ve 3000 ppm IBA ve 50, 100 ve 150 ppm GA3) yapıldığı bir çalışmada kök sayısı, kök uzunluğu, kök kalınlığı ve kök ağırlığı bakımından 2000 ppm IBA uygulaması en yüksek değerlere sahip olmuştur. 150 ppm GA3 uygulaması da incelenen ölçütler bakımından dikkat çekmektedir [41].

Brassinosteroid grubu bitki büyümesini düzenleyici maddeler de oksin gibi köklenmeyi teşvik edebilir bulunmuştur. Bununla ilgili olarak, Uzunoğlu ve Gökbayrak [42] IBA (0, 1000, 1500, 2000 ve 4000 ppm, 5 saniye daldırma), 28-homobrassinolide ve 24-epibrassinolide (0, 10, 0,25, 0,50 ve 1,00 ppm, 10 dakika daldırma) uygulamalarının farklı Amerikan asma anaçlarında (140Ru ve 41B) adventif kök oluşumunda etkilerini incelemişlerdir. Sonuç olarak, 41B anacında 1500 ppm IBA ve 1.00 ppm homobrassinolide uygulamaları köklenmeyi uyarıyorsa, epibrassinolide herhangi bir katkı göstermemiş; 140Ru anacında 1000 ppm IBA, 0.50 ve 1.00 homobrassinolide ve tüm epibrassinolide dozları köklenmede göze çarpan katkılarda bulunmuş ve brassinosteroidlerin asma anaç çeliklerinde köklenmeyi teşvik etmede kullanılabilir olduğu görülmüştür.

Bitki büyümesini düzenleyici diğer maddeler de köklenmeyi etkilemektedir. Bir çalışmada, giberellik asit ve absisik asit, asma çeliklerinin köklenmesini geçici olarak engellerken, BAP (benzil amino pürin) tamamen durdurmuştur. BAP uygulanmış çeliklerde içsel IAA, dikimden 30 gün sonra kontrole göre, göreceli olarak, çelik başına ve g taze ağırlık başına 12,6 ve 19,4 kat olmak üzere doğrusal olarak artış göstermiştir. Giberellik asit uygulanmış çeliklerde, yayılabilir IAA düzeyi deney süreci boyunca kontrol çeliklerine oranla daha yüksek olmuştur; ekstrakte edilebilir IAA'nın değişme şablonu, kontrole aynı olmuştur. ABA (absisik asit) uygulanmış çeliklerde, dikimden 10 gün sonra kontrol çeliklerine göre ekstrakte edilebilir IAA içeriği önemli derecede düşük olmuştur. ABA tomurcuk aktivitesini bastırarak köklenmede durgunluğa neden olabilirken; giberellik asit doğrudan kök oluşumunu sınırlanabilir. Sitokininler ve giberellinler genel olarak adventif kök oluşumunu sınırlamaktadır. Bazı çevresel koşullar altında bazı türlerde giberellin kök oluşumunu sağlamaktadır. Etilen kök oluşumunu uyarabilirken; çeliklerde ABA uygulaması adventif kök oluşumu ile ilgili birtakım tepkimeler başlatabilmektedir [15].

Başka bir çalışmada Lesham ve Lunenfeld [43], dışsal chronic gonadotropin (HCG, hayvansal bir steroid hormon) uygulamasının gibberelline antagonistik etki yaparak gibberellinin engelleyici etkisini kaldırarak oksin uygulaması olmaksızın adventif kök oluşumu

sağlandığı ifade etmişlerdir. HCG uygulamaları, çeliklerin bazal (alt) kısımlarındaki içsel gibberellin seviyesini azaltıp apikal (uç) kısımlara yöneltip gibberellinlerin uçta birikmesini sağlayarak köklenmeyi artırmıştır. Bu olay şöyle olmaktadır: steroid ile gibberellinlerin öncü maddesi olan mevalonic asitin ortak olması; gonadotropin ise mevalonic asitin steroid oluşumunda görev almasını sağlayarak gibberellin oluşumunda kullanılacak mevalonic asit seviyesini azaltarak gibberellin seviyesini azaltmakta ve engelleyici bir maddenin azalmasından dolayı adventif kök oluşumu artmaktadır [43].

Bitki büyüme düzenleyiciler grubunda yer alan AVG'nin de hem etilen sentezini hem de köklenmeyi baskıladığı bildirilmiştir [44].

2.2.2. Köklendirme ortamlarının adventif kök oluşumundaki etkileri

Adventif kök oluşumuna etki eden etmenlerden bir diğeri de köklendirme ortamıdır. Köklendirme ortamı olarak toprak, kum, perlit, torf, volkanik tüf gibi maddeler kullanılmaktadır. Köklendirme ortamlarından kum süzektir ve su tutma kapasitesi düşüktür; perlitin ise su tutma kapasitesi yüksek olmasına rağmen bünyesindeki suyu ortama yeterince veremez. Bu yüzden kum ve perlit ortamının sık sulanması gerekir. Kum ve perlitin köklendirme ortamı olarak kullanılmasıyla ilgili olarak Sabır vd. [45] serada Rupestris Amerikan asma anacı çeliklerinin köklenme ve sürgün oluşturmaya farklı köklendirme ortamlarının (kum, perlit, peat, talaş, kum+perlit, perlit+peat, kum+perlit+peat ve perlit+peat+talaş) ve oksin uygulamalarının (kontrol, 500, 1000 ve 2000 ppm IBA) etkilerini araştırmışlar ve sonuç olarak köklenme açısından en uygun köklendirme ortamının perlit olmasına rağmen kumun kök sayısı, kök ağırlığı, sürgün uzunluğu ve sürgün çapı bakımından önemli çıktığını, bunun yanı sıra 500 ppm IBA uygulamasının faydalı olduğunu ve yüksek düzey oksin uygulamasının fayda sağlamadığını belirtmişlerdir.

Köklendirme ortamlarının çelik köklenmesinde etkilerinin belirlenmesi amacıyla Mohamed [33] tarafından Ramsey anacında yapılan bir çalışmada, dikim ortamlarından (kum, turba yosunu, talaş, kum:turba yosunu (1:1), kum:talaş (1:1) ve kum:turba yosunu:talaş (1:1:1)) kum:turba yosunu:talaş en yüksek köklenme yüzdesini vermiştir (%83,35 ve %82,84); kum:talaş ortamı ikinci sırada (%81,64 ve %80,53) ve turba yosunu ise en düşük değere (%65,65 ve %62,13) sahip olmuştur.

Thompson Seedles, Crimson Seedless ve Red Globe çeşitlerine ait çeliklerin çeşitli köklendirme ortamlarında (silt, silt (%75) + çiftlik gübresi (%25), silt (%25) + şeker kamışı posası (%75) ve silt (%25) + şeker kamışı posası (%55) + Hindistan cevizi lifi ortamı (%25)) köklendirilmesi çalışmasında köklenme yüzdesi en fazla silt + şeker kamışı posası + Hindistan cevizi lifi ortamı ve sonrasında silt + şeker kamışı posası ortamında gerçekleşmiştir [46].

Hussein vd. [47], farklı tarımsal ortamların (turba yosunu, nehir toprağı) ve yaralamanın (yaralama yok, tek taraflı yaralama, çift taraflı yaralama) yarı odunsu asma çeliklerinde köklenme üzerine etkilerini incelemişlerdir. Başta köklenme yüzdesi olmak üzere tüm inceleme ölçütleri bakımından turba yosunu ve tek taraflı yaralama ön plana çıkmıştır.

2.2.3. Adventif kök oluşumunda diğer uygulamaların etkileri

Çelik muhafaza süresi: Küçükbaşmacı Sabır ve Sabır [48], 1°C'de %80-90 nemde soğuk hava deposunda ve bundan ayrı olarak açık havada kum ortamında 6, 7 ve 8 ay

muhafaza ettikleri kalem ve anaç çeliklerinin hidroponik ortamda köklenmesi üzerine çalışmışlardır. Sonuç olarak uzun süreli muhafaza için soğuk hava deposunda bekletme, kısa süreli bekletme için ise kum havuzunda bekletme önerilmiştir. Çeşitler bakımından ise ufak farklılıklar oluşmuştur.

Suda bekletme: Mohamed [33], Ramsey anacında köklenme yüzdesinin 24 saat suda tutulan çeliklerde birinci yıl %79,53 ve ikinci yıl %81,24 ve 12 saat suda tutulan çeliklerde ise %76,04 ve %72,45 olarak gerçekleştiğini ifade etmiştir.

Alternatif akım uygulaması: Kök [49], 140Ru anaç çeliklerini 24 saat suya yatırdıktan sonra alternatif akım (1, 2 ve 3 saat; 0, 110, 220 ve 380 V) uygulamış ve kum-perlit ortamında köklenmeye almıştır. En fazla adventif kök oluşturma yüzdesi sırasıyla 1 saat 220V (%87,5), 2 saat 220V (%84,37), 3 saat 220V (%81,25), 1 saat 110V (%78,13) ve 2 saat 110V (%76,25) uygulamalarında gerçekleşmiş; 110V ve 220V uygulamalarında adventif kök sayısı ve adventif kök uzunluğu daha fazla olmuştur (11,84 – 13,87 : 9,27 – 11,08).

Gümüş nanopartikül uygulaması: Kara vd. [50], Öküzgözü üzüm çeşidi çekirdek ekstraktları ile kaplanmış gümüş nitrattan elde etmiş oldukları gümüş nanopartiküllerinin, 41B odunlaşmış çeliklerinin köklenmesindeki etkisini belirlemişlerdir. Köklenme düzeyi kontrol grubunda 1,5, 50 ppm IBA uygulamasında 3,83 ve gümüş nanopartikül uygulamasında ise 3,66 olmuştur. Sonuç olarak gümüş nanopartikül uygulaması, IBA kadar olmasa da köklenme üzerine katkıda bulunmuştur.

Rizobakteri uygulaması: İşçi vd. [51], Ramsey çeliklerinin köklenmesinde bitki büyümesini teşvik edici rizobakteri (PGPR; EMA1, EMA6, EMA24, EMA MEDIA, EMA CALLUS, EMA QUICK DIP) (1, 6 ve 24 saat daldırma) ve IBA (24 saat uzun daldırma ve 4 saniye hızlı daldırma) uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. EMA1 uygulaması, IBA uygulamalarına oranla köklenmeyi daha çok teşvik etmiş (%56,7); EMA1 ve EMA MEDIA uygulamalarında köklenme düzeyi sırasıyla 3,5 ve 3,3 olmuş; en fazla kök uzunluğu sırasıyla IBA 25, EMA MEDIA ve EMA1 uygulamalarında (37,6:37,2 ve 34,1 cm) belirlenmiş; EMA1 ve EMA6 uygulamaları en fazla taze kök ağırlığının sahip olmuştur (9.8 ve 9.5 gr). Araştırmacılar, EMA1 ve EMA6 uygulamalarında incelenen köklenme ölçütlerinin daha yüksek değerler almış olduğunu bildirmişlerdir.

Çok faktörlü uygulamalar: Ramsey anaç çeliklerinin farklı sürelerde suya daldırılmasının (12 saat ve 24 saat) ve sonrasında diplerinin farklı IBA dozlarına batırılmasının (0, 500 ve 1000 ppm, 20 sn) ardından altı farklı köklendirme ortamına (kum, turba yosunu, talaş, kum:turba yosunu (1:1), kum:talaş (1:1) ve kum:turba yosunu:talaş (1:1:1)) dikiminin yapıldığı bir çalışmada, en yüksek köklenme yüzdesi, 24 saat suda bekletme 500 ppm IBA uygulaması kum:turba yosunu:talaş dikim ortamındadır (%94,66 ve %95,25) ve ayrıca en fazla kök sayısı (13,85 ve 14,73 adet), en fazla taze kök ağırlığı (1.98 ve 2.05 gr) ve en fazla kök uzunluğu (20,15 ve 18,79 cm) yine bu interaksyondadır [33]. Yine bir başka çalışmada farklı ön boyutlandırılmış köklendirme bloklarına (kâğıt saksı ve fenolik köpük) IBA konsantrasyonları (0, 10, 20, 30, 40 ve 50 ppm) enjekte edilmiş ve içlerine hızlı daldırma yöntemiyle 2000 ppm IBA uygulanan Ramsey asma anacı çelikleri dikilmiştir. Araştırmacılar, çoğu köklenme ölçütleri bakımından kâğıt saksı ön plana çıksa da en yüksek köklenme oranının (%43,2), 30 ppm IBA enjekte edilen fenolik köpük ortamına dikilen çeliklerden elde edildiğini bildirmişlerdir [52].

3. SONUÇ

Adventif kök oluşumu çoğaltmada oldukça önemli bir konudur. Asma çeliklerinden yeni fidan elde ederken adventif kök oluşumundan yararlanılmaktadır. Bundan dolayı bu derleme çalışmasında ana bitkiden ayrılan asma çubuğunun çeşitli ortamlara (kum:toprak:gübre gibi) dikildikten sonra nasıl kök oluşturduğu; adventif kök oluşumunu hangi hususların etkilediği (içsel hormonlar, genetik ve toprak faktörleri gibi) ve adventif kök oluşumunu hangi uygulamaların artıracacağı (genelde dışsal bitki büyümesini düzenleyiciler) gibi konulara değinilmiştir. Bu çalışma ile adventif kök oluşumunun anlaşılması ve ilerisi araştırmalar için fikir oluşturulması amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] S. Çelik, *Bağcılık (Ampeloloji)*. Tekirdağ, Genişletilmiş 2. Baskı Cilt 1, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, s. 428, 2007.
- [2] FAO, (2019). Erişim Tarihi: 24.03.2021. [Online]. <http://fao.org/faostat>
- [3] H. Çelik, "Asma Fidanı Üretim Teknikleri, Önerilen Çeşitler ve Yenilikler," *Fidancılık Sektör Analizi ve İnovasyon Çalıştayı*, Antalya/Türkiye, 20-22 Ekim. Erişim Tarihi: 24.03.2021. [Online]. <https://docplayer.biz.tr/106226971-Asma-fidani-uretim-teknikleri-onerilen-cesitler-ve-yenilikler.html>
- [4] D. R. Smart, L. Kocsis, M. A. Walker and C. Stockert, "Dormant buds and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants." *J. Plant Growth Regul.*, vol. 21, pp. 296-314, 2002.
- [5] H. T. Hartmann, D. E. Kester and F. T. Davies Jr, "Plant Propagation Principles and Practices," 5th edn., *Prentice – hall, Inc. Englewood cliffs*, 1990.
- [6] J. Bouard and R. Pouget, "Physiologie de la croissance et du developpment, sciences et techniques de la vigne," *Tome*, vol. 1, pp. 329-413, 1971.
- [7] Y. S. Ağaoğlu, *Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık (Asma Fizyolojisi-1)*. Ankara, Kavaklıdere Eğitim Yayınları, s. 445, 2002.
- [8] S. J. Ayoub and M. M. Qrunfleh, "Anatomical aspects of rooting 'Nabali' and 'Raseei' olive semi-hardwood stem cuttings". *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, Vol. 2, No. 1, pp. 16-28, 2006.
- [9] Y. Kawai, "Changes in endogenous IAA during rooting of hardwood cuttings of grape, 'Muscat Bailey A' with and without a bud," *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, vol. 65, no. 1, pp. 33-39, 1996.
- [10] M. Nakano, E. Yuda and S. Nakagawa, "Studies on rooting of the hardwood cuttings of grape vine, cv. 'Delaware'," *I. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, vol. 48, no. 4, pp. 385-394, 1980.
- [11] Y. Kawai, M. Ryuzoji and S. Hiratsuka, "Effect of disbudding on rooting of dormant grapevine cuttings," *Acta Hortic.*, vol. 640, pp. 265-268, 2004.
- [12] P. Thomas and J. W. Schiefelbein, "Roles of leaf in regulation of root and shoot growth from single node softwood cuttings of grape (*Vitis vinifera*)," *Ann. Appl. Biol.*, vol. 144, pp. 27-37, 2004.
- [13] B. C. Jarvis, "Endogenous control of adventitious rooting in non-woody cuttings, In New Root Formation in Plants and Cuttings," *Martinus Nijhoff Publishers*, Dordrecht, pp. 191-222, 1986.

- [14]H. Kracke, G. Cristoferi and B. Marangoni, "Hormonal changes during the rooting of hardwood cuttings of grapevine rootstocks," *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 32, no. 2, pp. 135-137, 1981.
- [15]Y. Kawai, "Effects of exogenous BAP, GA3 and ABA on endogenous auxin and rooting of grapevine hardwood cuttings," *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, vol. 66, no. 1, pp. 93-98, 1997.
- [16]K. Yıldız ve H. Yılmaz, "Adventif Kök Oluşumu Üzerine Etilenin Etkisi," *Derim*, vol. 18, no. 1, s. 39-45, 2001.
- [17]R. Cangi, "Aşılı asma fidanı üretimi ve aşı kaynaşmasının anatomik, histolojik ve biyokimyasal olarak incelenmesi," Doktora tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van, 1995.
- [18]Z. Kraiem, W. Aidi Wannas, A. Zairi and B. Ezzili, "Effect of cutting date and position on rooting ability and fatty acid composition of Carignan (*Vitis vinifera* L.) shoot," *Scientia Horticulturae*, vol. 125, pp. 146-150, 2011.
- [19]H. Yılmaz, T. Taşkın and B. Otludil, "Polyphenol oxidase activity during rooting in cuttings of grape (*Vitis vinifera* L.) varieties," *Turk J. Bot.*, vol. 27, pp. 495-498, 2003.
- [20]G. Bartolini, M. A. Toponi and P. Pestelli, "Free polyamine variations in rooting of *Vitis* rootstock 140 Ruggeri," *Adv. Hort. Sci.*, vol. 23, no. 2, pp. 113-117, 2009.
- [21]R. Kaur-Sawhney, A. F. Tiburcio and A. W. Galston, "Spermidine and flower-bud differentiation in thin-layer explants of tobacco," *Planta*, vol. 173, pp. 282-284, 1988.
- [22]H. Cheikhrouhou, M. Zrida and B. Ezzili, "Rooting abilities in *Vitis vinifera* L.: Evaluation in Perle Noir cutting," *Agricultural Sciences*, vol. 6, pp. 498-504, 2015.
- [23]G. Bartolini, M. A. Taponi and L. Santini, "Propagation by cuttings of two *Vitis* rootstocks - diffusion of endogenous phenolic compounds into the dipping waters," *Phyton-Intl J. Exp. Bot.*, vol. 52, pp. 9-15, 1991.
- [24]A. J. Winkler, "Some factors influencing the rooting of vine cuttings," *Hilgardia*, vol. 2, no. 8, pp. 329-349, 1927.
- [25]A. Dardeniz, "Asma fidancılığında bazı üzüm çeşidi ve anaçlarda farklı ürün ve sürgün yükünün üzüm ve çubuk verimi ile kalitesine etkileri üzerine araştırmalar," Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2001.
- [26]H. Çelik, Y. S. Ağaoğlu, Y. Fidan, B. Marasalı ve G. Söylemezoğlu, *Genel Bağcılık*. Ankara, Sun Fidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi, 1988.
- [27]G. Bartolini, P. Pestelli, M. A. Toponi and G. Di Montez, "Rooting and carbohydrate availability in *Vitis* 140 Ruggeri stem cuttings," *Vitis*, vol. 35, no. 1, pp. 11-14, 1996.
- [28]B. Köse, "Samsun ekolojik şartlarında tüplü asma fidan yetiştiriciliğinde ışık ve sıcaklığın vegetatif gelişme ve fidan kalitesi üzerine etkisinin saptanması," Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Samsun, 2006.
- [29]H. Çelik ve Z. Uyar, "Serada tüplü asma fidanı üretiminde tüp büyüklüğünün fidan randımanı ve kalitesi üzerine etkileri," *Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri*, İzmir/Türkiye, vol. 2, s. 467-471, 13-16 Ekim 1992.
- [30]A.G. Turmina, A.P.F. Lima, S.C. Uber, L. Rufato, A.R. Rufato and A.F. Fagherazzi, "Different inductors for rooting vine rootstocks 'Paulsen 1103', 'R-99' and '101-14'". *Acta Horticulturae*, No. 1157, pp. 423-428, 2017.
- [31]J. Kroin, "How to Successfully Use Aqueous (Water Based) IBA Rooting Solutions," presented at the 2012 International Plant Propagator's Society, Western Regional Meeting, September 19-22, 2012.
- [32]M. S. M. Ali and M. I. Saif, "The impact of some treatments on improving grape cuttings rooting". *Hortscience Journal of Suez Canal University*, Vol. 1, pp. 227-231, 2013.
- [33]G. A. Mohamed, "Water soaking duration, Indole butyric acid and rooting media and their

- effect on rooting ability of Ramsey grapevine rootstock cuttings”. *Middle East Journal of Applied Sciences*, Vol. 7, Is. 4, pp. 1080-1100, 2017.
- [34]O. Dirican and Ş. Çakır, “*Vitis vinifera* L. a commonly used plant in public health: effect of iba applications on rooting metabolism of vine wood cuttings obtained from different regions”. *FABAD J. Pharm. Sci.*, Vol. 42, No. 2, pp. 95-102, 2017.
- [35]N. M. Ameen Alimam and N. Saif Aldeen Agha, “Rooting behavior of six grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) using indole butyric acid”, *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, Vol. 33, No.1, pp. 135-142, 2021.
- [36]S. Chakraborty and M. Rajkumar, “Effect of growth regulators and organic substances on rooting of grapes (*Vitis vinifera* L.) Cv.Muscat.” *Asian Journal of Science and Technology*, Vol. 09, No. 07, pp. 8418-8421, 2018.
- [37]I. Daskalakis, K. Biniari, D. Bouza and M. Stavrakaki, “The effect that indolebutyric acid (IBA) and position of cane segment have on the rooting of cuttings from grapevine rootstocks and from Cabernet franc (*Vitis vinifera* L.) under conditions of a hydroponic culture system.” *Scientia Horticulturae*, Vol. 227, pp. 79-84, 2018.
- [38]S. Ahmed, M. A. Jaffar, N. Ali, S. Ahemd, M. Ramzan and Q. Habib, “Effect of naphthalene acetic acid on sprouting and rooting of stem cuttings of grapes”. *Science Letters*, Vol. 5, No. 3, pp. 225-232, 2017.
- [39]Z. Gökbayrak, H. Engin and H. Kiraz, “Effects of Melatonin and IAA on adventitious root formation in rootstock 5BB and cv. Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.)”. *KSU J. Agric Nat*, Vol. 23, No. 4, pp. 835-841, 2020.
- [40]H. Shaimaa Shaimaa, A. Shalamova Anna and G. Aleksandr Abramov, “Rooting stimulation of “Victoria” and “Korinka Russkaya” grape hardwood cuttings as influenced by potassium salt of indolyl-3-acetic acid (KIAA)”. *Vegetable Crops of Russia*, Vol. 1, pp. 70-73, 2020.
- [41] M. K. Rolaniya, M. Bairwa, Khushbu and S. Sarvanan, “Effect of plant growth regulators (IAA, IBA, GA3) on rooting of hardwood cutting of grape (*Vitis venifera* L.) cv.Thompson Seedless”. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, pp. 398-400, 2018.
- [42]Ö. Uzunoğlu and Z. Gökbayrak, “Influence of IAA, 28-homobrassinolide and 24-epibrassinolide on Aadventitious rooting in grapevine”. *COMU J. Agric. Fac.*, Vol. 6, No. 1, pp. 23-30, 2018.
- [43]Y. Leshem and B. Lunenfeld, “Gonadotropin promotion of adventitious root production on cuttings of *Begonia semperflorens* and *Vitis vinifera*”, *Plant Physiol.*, vol. 43, pp. 313-317, 1968.
- [44]A. González, R. S. Tamés and R. Rodríguez, “Ethylene in relation to protein, peroxidase and polyphenoldase activities during rooting in hazelnut cotyledons,” *Physiologia Plantarum*, vol. 83, no. 4, pp. 611-620, 1991.
- [45]A. Sabır, Z. Kara, F. Küçükbasmacı and N.K. Yücel, “Effects of different rooting media and auxin treatments on the rooting ability of *Rupestris du Lot* rootstock cuttings,” *Food, Agriculture & Environment (JFAE)*, vol. 2, no. 2, pp. 307-309, 2004.
- [46]A. Jaleta and M. Sulaiman, “A review on the effect of rooting media on rooting and growth of cutting propagated grape (*Vitis vinifera* L.)”. *World Journal of Agriculture and Soil Science*, Vol. 3, Is. 4, pp. 1-8, 2019.
- [47]S. A. Hussein, R. A. Medan and A. M. Noori, “ Effect of different agricultural media and wounding on rooting and growing of Grapes (*Vitis vinifera* L.) semi wood cutting”. *Eco. Env. & Cons.*, Vol. 27, No. 1, pp. 54-60, 2021.
- [48]F. Küçükbasmacı Sabır and A. Sabır, “Effects of different storage conditions on rooting and shooting performance of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cuttings in hydroponic culture system.” *International Journal of Sustainable Agricultural Research*, Vol. 5, No. 3, pp. 46-

53, 2018.

- [49]D. Kök, “Alternating electric current affects adventitious rooting of 140Ru grapevine rootstock”. International Agricultural, Biological & Life Science Conference, 2-5 September, 2018, Edirne, TURKEY, pp. 478-486.
- [50]Z. Kara, A. Sabır, F. Koç, F. Küçükbasmacı Sabır, A. Avcı, M. Koplay and O. Doğan, “Silver nanoparticles synthesis by grape seeds (*Vitis vinifera* L.) extract and rooting effect on grape cuttings.” *Erwerbs-Obstbau*, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00572-8>
- [51]B. İşçi, E. Kacar and A. Altındışli, “Effects of IBA and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting of Ramsey American grapevine rootstock”. *Applied Ecology and Environmental Research*, Vol. 17, No. 2, pp. 4693-4705, 2019.
- [52]E. Kacar ve M. İsfendiyaroğlu, “Effects of different pre-sized rooting blocks and IBA concentrations on the rooting of Ramsey grapevine rootstock cuttings”. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, Vol. 56, No. 1, pp. 1-6, 2019.