



Araştırma Makalesi/Reserach Article

Cevizde Bodurluk Üzerine Brassinosteroid (Homobrassinolid ve Epibrassinolid) Uygulamalarının Etkisi

Hakan Engin*

Zeliha Gökbayrak

Mehmet Ali Gündoğdu

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 17100/Çanakkale.
*Sorumlu yazar: hakanengin@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 31.03.2021

Kabul Tarihi: 14.10.2021

Öz

Çalışmada, brassinosteroid bileşiklerinden homobrassinolid (HBr) ve epibrassinolid (EBr)'in 'Chandler' ceviz çeşidinin erken dönem gelişimi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. 2017 yılı mart ayında 2:1:1 toprak: perlit: torf ortamında 70 litrelik saksılara dikilen cevizler, aşı noktasının 20 cm üstünden kesilmiş ve 2018 yılı Mart ayına kadar gelişmesi sağlanmıştır. 1 mg L⁻¹ konsantrasyonunda HBr ve EBr uygulamaları tomurcukların uyandırdığı ve erkek çiçeklerin şekillendiği dönemlerde iki kez el pülverizatörü ile püskürtülerek yapılmıştır. Anaç gelişiminde, her iki bileşiğin etkili olduğu saptanmıştır. EBr, anaçın enine gelişimini %22 artırmıştır. Kalem gelişimi üzerine, brassinosteroid bileşiklerinin etkisi yanında aylar bazında meydana gelen değişimler de dikkati çekmiştir. Kalemin enine gelişimi, HBr ve EBr uygulamalarında aynı oranda engellenmiştir. EBr (%52) ve HBr (%23) değişen oranlarda bodurluk üzerine etkili olmuştur. EBr uygulanan ceviz fidanlarının boyu kontrol fidanlarının yaklaşık %50'si kadardır. Her iki kimyasal dallanmayı artırmaktadır. HBr fidanlardaki dallanmayı %31, EBr ise %52 artırmıştır. Erken dönemlerde EBr uygulaması dallanma üzerine daha etkilidir. Brassinosteroidlerin erken dönemde fidanlarının büyüklüğünün kontrolünde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Anaç, Chandler, fidan, Juglans regia, kalem

The Effect of Brassinosteroid (Homobrassinolide and Epibrassinolid) Applications on Walnut Dwarfing

Abstract

In this study, the effects of brassinosteroid compounds, homobrassinolide (HBr) and epibrassinolide (EBr), on the early development of "Chandler" walnut cultivar were investigated. In March 2017, walnuts planted in 70-liter pots in a medium with 2:1:1 soil: perlite: peat were cut 20 cm above the graft union point, and they were allowed to develop until March 2018. HBr and EBr applications at a concentration of 1 mgL⁻¹ were made by spraying twice with a hand sprayer at bud burst and when male flowers were shaped. Both brassinosteroid compounds are found effective in rootstock development. EBr increased the radial development of the rootstock by 22%. In addition to the effect of brassinosteroid compounds on scion development, the changes that occurred monthly also drew attention. Radial development of the scion was equally hindered by HBr and EBr applications. EBr (51%) and HBr (23%) were very effective on dwarfing. The height of walnut plant applied EBr was approximately 50% of the control plants. Both chemicals increased branching. HBr increased the branching by 31% and EBr by 52%. In the early stages, EBr application is more effective on branching. Brassinosteroids can be used for size control in walnut plants at early period.

Keywords: Chandler, Juglans regia, rootstock, sapling, scion

Giriş

Juglans cinsine bağlı, 18 ceviz türü ülkemizin de içinde bulunduğu geniş bir alanda yayılma göstermektedir (Şen, 1986). Türkiye ceviz popülasyonunu açısından zengin olmasına rağmen ceviz üretim potansiyelini yeteri kadar kullanamamaktadır. Ülkemizde 60 ile 80 bin ton aralığında ceviz ithalatı yapılmaktadır (TÜİK, 2018). Bu durumun en önemli sebeplerinden biri üretimin standart ceviz çeşitleri yerine tohumdan yetişen ağaçlarla yapılmasıdır (Şen ve ark., 2018; Sütyemez ve Kaşka, 2002). Günümüz ceviz (*Juglans regia* L.) yetiştiriciliğinde farklı çeşitlerin iklim gereksinimleri, fizyolojileri, yetiştirme koşul ve yöntemleri ile yetiştirilecek topraklara göre anaç istekleri önem taşımaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ve bazı Avrupa ülkeleri halen devam eden araştırmalarla, eski çeşitleri geliştirerek veya yeni çeşitler sayesinde ceviz yetiştiriciliğinin önemli sorunlarına çözüm bulmuş ve modern yetiştirme teknikleri uygulayarak birim alandan alınan toplam ürün



miktarını artırmışlardır. Ülkemizin toprak, iklim ve suya ulaşma bakımından üstün özellikleri göz önüne alındığında ceviz yetiştiriciliğinde yeni yöntemler kullanılarak kaliteli ürün miktarı artırılabilir.

Nüfusun devamlı artmakta olduğu dünyada tarımın önemli bir kolu olan meyve yetiştiriciliğinde de üretimi arttırıcı, buna karşılık maliyetleri azaltıcı çalışmalar yapılmaktadır. Meyve yetiştiriciliğinde insan emeğinin azaltılarak, işlerin (budama, ilaçlama, hasat vd.) otomatik işleyen araçlarla yapılması gerek yetiştirme sistemlerinde ve gerekse ağaçların büyüklüklerinde bazı değişikliklerin yapılmasını gerektirmiştir. Böylece bodur ağaçların kullanılması yoluna gidilmiş Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Almanya İtalya, Fransa ve Hollanda gibi ülkelerde bodur ağaçlardan oluşan meyve bahçeleri kurulmuştur.

Ceviz yetiştiriciliğinde modern yetiştirme yöntemlerinden biri de ağaçların bodurlaştırılarak aynı alana daha fazla sayıda fidan dikilmesidir. Meyve ağaçlarındaki bodurluk (Webster, 1995), daha küçük taç oluşturan bol, kısa sürgünlü ağaçlardır. Bodur meyve ağacı yetiştirmenin çeşitli yolları vardır. Bu amaçla ya bodur gelişme gösteren meyve çeşitleri tercih edilir ya da bodur anaçlar kullanılır. Bodur standart çeşitlerin kullanılması en iyi yollardan biri olmasına rağmen, bodur standart çeşitlerin sayısı azdır. Bodurluk mekanizmasını etkileyen faktörleri; kalıtsal bodurluk (genetik yapı kaynaklı), bitki bünyesinde bulunan hormonlar (oksinler, gibberellinler), çevre şartları (şiddetli ışık, yüksek rakım, yetersiz su ve beslenme, şiddetli kış şartları), bodur anaç (kök, anaç, ara anaç, besin elementi alımı), suni şartlar (aşağıdan taçlandırma, budama, büyüme düzenleyicisi kimyasal maddeler) olarak sıralayabiliriz (Er ve Engin, 2018). Bazı meyve ağaçlarında bodurluk kalıtsal yapı ile ilgilidir. Cevizlerin de içerisinde yer aldığı birçok meyve türünde bodur çeşitler vardır. Bunlar da genetik bodurluk bir başka ifade ile doğal bodurluk söz konusudur. Doğal bodurluk, ağacın fizyolojik yapısı ile ilgilidir. Doğal olarak zayıf, yüzeysel ve az gelişen bir kök sistemi bu bodurluğu yapabilir. İnce ve zayıf dal büyümeleri küçük ağaçlar meydana getirebilir. Amerika Birleşik Devletleri'nin en önemli ticari ceviz çeşitlerinden biri olan 'Chandler' ceviz çeşidinin ağaçları, orta kuvvette gelişim göstererek ve yayvan bir taç oluşturarak bu özelliği göstermektedir.

Büyüme düzenleyici maddelerden brassinosteroid kolza (*Brassica napus* L.) bitkisinin polenlerinden izole edilmiştir (Grove ve ark., 1979). Yaklaşık olarak 200 kg kolza bitkisi poleninden saf olarak sadece 4 mg brassinolid izole edilebilmektedir. Brassinosteroid, steroid yapıda saptanan ilk bitki büyüme düzenleyicisidir. Brassinosteroidlerin laboratuvar ortamında sentezi gerçekleştirilmiş en aktif formu brassinolid (Khrupach ve ark., 1999). Günümüzde 60 tür brassinostreoid saptanmıştır. 31 tanesi tamamiyle karakterize edilmiş olup bunların 29 tanesi serbest bileşik, 2 tanesi konjuge haldedir. Bitki büyümesine çok yüksek etki edici özellik gösteren brassinosteroid üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda bu maddenin çok düşük konsantrasyonda etkili olduğu belirlenmiştir (Rao ve ark., 2002). Brassinosteroidlerin bitkiler üzerinde güvenle kullanılabileceğini ve gelecek açısından ümit verici sonuçları olabileceğini bildirmektedir (Rao ve ark., 2003). Brassinostreoidlerin büyüme, çimlenme, olgunlaşma, yaşlanma ve çiçeklenme üzerinde rol oynadığı saptanmıştır (Gökbayrak ve Engin, 2015; Engin ve Gökbayrak, 2019). Yeni bir bitki hormonu olan brassinosteroid grubu bileşiklerden homobrassinolid ve epibrassinolid, çok düşük konsantrasyondaki etkileriyle bilinmektedir (Engin ve Gökbayrak, 2015). Bu çalışmada, brassinosteroid grubu bileşiklerden, hem etkileri hem de bu etkiyi düşük dozlarda gösterebilme özellikleriyle ön plana çıkan homobrassinolid ve epibrassinolid uygulamalarının 'Chandler' cevizinin erken dönem gelişimi üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bitki Materyali

Araştırma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesinde yabani ceviz (*Juglans regia* L.) üzerine aşılı iki yaşlı 'Chandler' ceviz çeşidi üzerinde yürütülmüştür. Bu çeşit 1968 yılında Kaliforniya Üniversitesi ceviz ıslah programı içinde elde edilen 'Pedro' çeşidi (Serr ve Fonde, 1968) ile 56-224'ün melezidir. Araştırmada kullanılan cevizler 70 litrelik saksılara 2017 yılı mart ayında 2:1:1, toprak: perlit: torf ortamında dikilmiştir. Dikimi tamamlanan tüm cevizler aşı noktası taban alınarak 20 cm yükseklikten kesilmiş ve 2018 yılı mart ayına kadar bakım işlemleri yapılarak gelişmeleri sağlanmıştır (Şekil 1A).

Büyüme düzenleyici kimyasallar ve uygulamaları

Yeni hormon grubunu oluşturan brassinosteroid grubu iki farklı bileşik kullanılmıştır. Epibrassinolid (EBr) ve homobrassinolid (HBr) 1 mg L⁻¹ konsantrasyonunda uygulanmıştır. Kontrol uygulamasında herhangi bir büyüme düzenleyici madde eklenmemiş ve sadece saf su kullanılmıştır. Uygulamalar, tomurcukların uyandığı (Şekil 1B) ve erkek çiçeklerin şekillendiği (Şekil 1C) dönemde olmak üzere iki kez el pülverizatörü ile püskürtülerek yapılmıştır. Yayıcı yapıştırıcı kullanılmadan hazırlanan solüsyon, fidanların tüm yüzeylerini ıslatacak şekilde uygulanmıştır.

Ölçümler

Araştırma kapsamında, 2018 Mayıs ayından başlayarak 2019 Nisan ayına (Ocak – Şubat ayları hariç) kadar olan dönemde her ayın 15 ile 18 arasında aşağıdaki ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Anaç ve kalem kalınlığı; her fidanın aşı noktasının 1 cm altından ve üstünden çap ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 1D). Taç yüksekliği; her fidanın aşı noktasından başlamak üzere tepe noktasına kadar olan boyları cm olarak ölçülmüştür. Dal ve yaprak sayıları; fidanlar üzerindeki tüm yan dallar ve yapraklar sayılarak adet olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. ‘Chandler’ cevizi, EBr ve HBr uygulama dönemleri. A) 70 litrelik saksılarda toprak: perlit: torf ortamında (2:1:1) ceviz fidanları. B) Birinci EBr ve HBr uygulaması (tomurcukların uyandığı dönem). C) İkinci EBr ve HBr uygulaması (erkek çiçeklerin şekillendiği dönem). D) Aşı noktası ve ölçümleri



İstatistiksel analizler

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmış, her uygulamada 3 fidan kullanılmıştır. Çalışma sonunda elde edilen veriler SAS® istatistik paket programı yardımıyla varyans analizine tabi tutularak “Asgari Önemli Farklılık” (LSD) çoklu karşılaştırma testiyle $p<0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Bulgular

Araştırma kapsamında, EBr ve HBr uygulaması yapılan ve yapılmayan (kontrol) ceviz fidanlarına ait aşı noktası aylık gelişim ortalaması (mm) çizelge 1 (aşı noktası 1 cm alt) ve çizelge 2’de (aşı noktası 1 cm üst) verilmiştir.

Ceviz fidanlarında anaç çap gelişimi (aşı noktası 1 cm altı kalınlık) ve kalem çap gelişimi (aşı noktası 1 cm üstü kalınlık) incelendiğinde uygulamalar ve ayların ortalamaları istatistiksel anlamda önemli ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. En kalın anaç çapının Ebr uygulamasında olduğu görülmektedir. Aylık aşı noktası anaç çap gelişimleri göz önüne alındığında Eylül ayı anacın en kalın olduğu dönemdir (Çizelge 1). En düşük ölçüm sonuçları ise dinlenme dönemi olan Aralık ayında alınmıştır. İncelenen fidanlara ait kalem çap (aşı noktası 1 cm üst) kalınlıkları en yüksek olan fidanların, uygulama yapılmayan kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Aylık gelişim dikkate alındığında Ekim ayı en yüksek aşı noktası 1 cm üst kalınlık değerlerine sahiptir.

Çizelge 1. ‘Chandler’ ceviz fidanlarında Ebr ve HBr uygulamalarının anaç çap gelişimi (aşı noktası 1cm altı) üzerine etkisi (mm)

| Aylar | Kontrol | HBr | Ebr | Ortalama |
|----------|---------|---------|---------|-----------|
| Mayıs | 27.81 | 27.07 | 24.73 | 26,54 cd* |
| Haziran | 28.04 | 34.52 | 38.61 | 33,72 ab |
| Temmuz | 28.42 | 35.13 | 39.50 | 34,35 ab |
| Ağustos | 28.49 | 34.82 | 41.97 | 35,09 a |
| Eylül | 31.31 | 34.81 | 42.60 | 36,24 a |
| Ekim | 31.35 | 32.47 | 42.97 | 35,60 a |
| Kasım | 28.60 | 29.20 | 33.02 | 30,27 bc |
| Aralık | 25.64 | 23.07 | 23.02 | 23,91 d |
| Mart | 31.61 | 30.02 | 37.84 | 33,16 ab |
| Nisan | 33.13 | 31.63 | 37.02 | 33,93 ab |
| Ortalama | 29,79 B | 31,31 B | 36,30 A | |

Farklı küçük harfler aylar arasındaki önemli farklı grupları, farklı büyük harfler ise uygulamalar arasındaki önemli farklı grupları göstermektedir.

Çizelge 2. ‘Chandler’ ceviz fidanlarında Ebr ve HBr uygulamalarının kalem çap gelişimi (aşı noktası 1cm üstü) üzerine etkisi (mm)

| Aylar | Kontrol | HBr | Ebr | Ortalama |
|----------|---------|---------|---------|-----------|
| Mayıs | 23.25 | 20.69 | 22.04 | 21.98 c* |
| Haziran | 23.30 | 20.73 | 23.47 | 22.50 c |
| Temmuz | 23.81 | 21.70 | 23.82 | 23.11 bc |
| Ağustos | 24.07 | 22.01 | 23.55 | 23.21 abc |
| Eylül | 24.55 | 21.76 | 24.78 | 23.69 ab |
| Ekim | 26.72 | 23.55 | 25.43 | 25.23 a |
| Kasım | 26.63 | 24.03 | 23.05 | 24.57 abc |
| Aralık | 27.04 | 24.29 | 20.54 | 23.96 abc |
| Mart | 23.42 | 23.99 | 22.71 | 23.37 abc |
| Nisan | 24.28 | 25.41 | 22.68 | 24.12 abc |
| Ortalama | 25,21 A | 23,50 B | 23,30 B | |

Farklı küçük harfler aylar arasındaki önemli farklı grupları, farklı büyük harfler ise uygulamalar arasındaki önemli farklı grupları göstermektedir.

Uygulama kapsamında, brassinosteroid uygulaması yapılan ve yapılmayan ceviz fidanlarına ait aşı noktası temel alınarak, tepe noktasına gelişim aylık ortalaması (cm) çizelge 3 verilmiştir.



İstatistik analiz uygulamaların ve aylık gelişmelerin önemli ($p<0,05$) etkiye sahip olduğunu göstermektedir. En uzun fidanlar yaklaşık 90 cm ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. En kısa boylu fidanlar sırasıyla Ebr ve HBr uygulamalarındadır. Aylar bakımından fidan gelişimleri göz önüne alındığında Mayıs ile Haziran ayı vejetatif gelişmenin yaklaşık 6 cm ile en aktif olduğu dönem olmuştur.

Çizelge 3. ‘Chandler’ ceviz fidanlarında Ebr ve HBr uygulamalarının aşu noktasından tepe noktasına olan uzunluk üzerine etkisi (cm)

| Aylar | Kontrol | HBr | Ebr | Ortalama |
|----------|---------|---------|---------|------------|
| Mayıs | 83.00 | 67.33 | 40.00 | 63.44 bcd* |
| Haziran | 94.50 | 72.00 | 41.33 | 69.28 abc |
| Temmuz | 94.00 | 75.67 | 45.67 | 71.78 ab |
| Ağustos | 95.83 | 76.67 | 49.00 | 73.83 ab |
| Eylül | 97.33 | 77.33 | 50.67 | 75.11 ab |
| Ekim | 95.67 | 79.67 | 52.33 | 75.89 a |
| Kasım | 90.00 | 71.33 | 50.33 | 70.55 abc |
| Aralık | 77.14 | 63.67 | 43.00 | 61.27 cd |
| Mart | 77.50 | 55.00 | 40.00 | 57.50 d |
| Nisan | 94.50 | 60.67 | 68.67 | 74.61 ab |
| Ortalama | 89,94 A | 69,42 B | 44,04 C | |

Farklı küçük harfler aylar arasındaki önemli farklı grupları, farklı büyük harfler ise uygulamalar arasındaki önemli farklı grupları göstermektedir.

Araştırmada Ebr ve HBr uygulaması yapılan ve yapılmayan ceviz fidanlarına ait dal ve yaprak sayıları çizelge 4 ve çizelge 5’te verilmiştir. Dal sayıları karşılaştırıldığı zaman uygulamalar ve ayların ortalamaları istatistiksel anlamda önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Dal sayısı en çok olan fidanların Ebr uygulananlar olduğu görülmektedir. Dal sayısı, uygulama yapılmayan fidanlarda en azdır (Çizelge 4). Dal sayıları fidanların dinlenmeye girdiği aylarda en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Yine Ebr uygulaması yapılan fidanlarda en fazla yaprak sayısı tespit edilmiştir (Çizelge 5).

En az yaprak sayısı ise uygulama yapılmayan fidanlarda belirlenmiştir. Aylar bakımından gelişimleri göz önüne alındığında fidanların vejetatif gelişimlerin en aktif olduğu aylar yaprak sayısının da en fazla olduğu dönemlerdir. En az yaprak sayısının dinlenme dönemi haricinde uyanmanın yeni başladığı Mart ayında olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. ‘Chandler’ ceviz fidanlarında Ebr ve HBr uygulamalarının ortalama dal sayısı üzerine etkisi (adet)

| Aylar | Kontrol | HBr | Ebr | Ortalama |
|----------|---------|---------|---------|----------|
| Mayıs | 24.50 | 31.00 | 33.66 | 29.72 c* |
| Temmuz | 25.50 | 36.00 | 43.67 | 35.06 bc |
| Ağustos | 26.50 | 36.33 | 45.63 | 36.17 bc |
| Eylül | 29.00 | 38.33 | 45.18 | 37.50 b |
| Ekim | 30.50 | 39.00 | 45.66 | 38.39 b |
| Kasım | 30.55 | 39.05 | 44.81 | 38.13 b |
| Aralık | 30.12 | 39.41 | 44.99 | 38.17 b |
| Mart | 30.34 | 39.46 | 44.38 | 38.06 b |
| Nisan | 31.00 | 41.00 | 45.17 | 39.05 a |
| Ortalama | 25,80 C | 33,95 B | 39,31 A | |

Farklı küçük harfler aylar arasındaki önemli farklı grupları, farklı büyük harfler ise uygulamalar arasındaki önemli farklı grupları göstermektedir.



Çizelge 5. ‘Chandler’ ceviz fidanlarında Ebr ve HBr uygulamalarının ortalama yaprak sayısı üzerine etkisi (adet)

| Aylar | Kontrol | HBr | Ebr | Ortalama |
|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Mayıs | 172.50 | 217.00 | 194.68 | 194.72 c* |
| Haziran | 212.00 | 229.00 | 317.77 | 252.89 b |
| Temmuz | 239.00 | 235.67 | 322.23 | 265.67 ab |
| Ağustos | 273.00 | 241.00 | 335.35 | 283.11 a |
| Eylül | 200.50 | 247.00 | 331.31 | 259.61 b |
| Ekim | 202.50 | 270.00 | 263.36 | 245.28 b |
| Kasım | 94.50 | 135.33 | 110.67 | 113.50 e |
| Aralık | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 f |
| Mart | 40.00 | 70.00 | 60.30 | 56.78 e |
| Nisan | 247.00 | 335.00 | 201.00 | 261.00 ab |
| Ortalama | 168.05 B | 197,93 A | 213,66 A | |

Farklı küçük harfler aylar arasındaki önemli farklı grupları, farklı büyük harfler ise uygulamalar arasındaki önemli farklı grupları göstermektedir.

Tartışma

Ceviz ağaçlarının taç büyüklüklerinin azaltılması, yetiştirme sistemlerinde bazı değişiklikleri beraberinde getirmektedir. Fidanların geniş aralıklar yerine, daha kısa aralıklarla dikilebilmesi, budama, ilaçlama ve hasat gibi işlerin mekanik ve daha kolay yapılabilmesi bodur ceviz ağaçları ile mümkündür. Bodurluk, başka bir ifade ile ağaçların küçültülmesi, anacın gelişme özelliklerinin belirlenmesi ve üzerine aşılı kalemin gelişme ve dallanma özelliklerinin bilinmesiyle ortaya çıkarılabilir. Bu bağlamda, enine güçlü gelişen bir anaç ile çok sayıda dal ve yaprak oluşturan vegetatif gelişmesi zayıf yayvan veya sarkık bir taç oluşturan kalem bodur ağaçların şekillenmesine neden olur (Er ve Engin, 2018).

Aşı noktası 1 cm alt kalınlığı, anacın enine gelişme özelliklerinin belirlenmesinde önem taşımaktadır (Wettberg ve Miller, 2016). Kalemin enine gelişme özelliklerinin ortaya konulmasına yönelik aşı noktası 1 cm üstü gelişimi, taç oluşumunun belirlenmesine yönelik aşı noktasından tepe noktasına olan uzunluk, dal ve yaprak sayıları bodurluğun belirlenmesinde temel teşkil etmektedir (Webster, 2002).

Anaç gelişimi üzerine, her iki brassinosteroid grubu da etkilidir. Epibrassinolid (EBr) uygulaması anacın enine gelişimini artırmıştır. Bu oran, uygulama yapılmayan ceviz fidanlarından yaklaşık %22 daha fazladır. Anaç kalınlığı aylar bazında değişim göstermekle birlikte, kalınlığın en fazla olduğu dönem Eylül, en az olduğu dönem ise aralık ayı dinlenme dönemidir.

Kalem gelişimi üzerine, brassinosteroid grubu bileşiklerin etkisi yanında aylar bazında meydana gelen değişimlerde dikkati çekmektedir. Kalem kalınlıkları, uygulama yapılmayan fidanlarda daha yüksektir. Bu durum, kalemin enine gelişiminin HBr ve EBr uygulamaları ile engellendiğini göstermektedir. Aylık gelişim incelendiğinde kalem kalınlıklarının maksimuma çıktığı dönem Ekim ayıdır.

Bodurluğun oluşum mekanizmaları içerisinde en önemli belirleyici yapı taç gelişimidir. Dikine gelişen bir taç şekillenmesinin yerine yayvan veya sarkık bir taç şekli bu durumun göstergesidir (Er ve Engin, 2018). Taç gelişimleri incelendiğinde en uzun fidanlar uygulama yapılmayan grupta belirlenmiştir. En kısa boylu fidanlar ise sırasıyla EBr ve HBr uygulamalarında yer almaktadır. Özellikle EBr uygulaması taç gelişiminin engellenmesi üzerine çok etkili bulunmuştur. HBr uygulamasında fidanların boyu kontrol fidanlarının %23’ü kadar, EBr uygulamasında bu oran %51’dir. Mayıs ile haziran ayı vegetatif gelişiminin en aktif olduğu dönemdir. Bu dönemde taç ortalama 6 cm gelişim göstermektedir.

Dallar, kompakt yapıda ağaçların şekillenmesinde etken faktörlerden biridir. Genellikle çok sayıda, ince ve boğum araları kısa dallar, bodur yapılı ağaçları oluşturur (Demirsoy ve Macit, 2007). Brassinosteroid grubu her iki bileşiğin, dal sayılarını artırdığı görülmektedir. Dal sayısı en çok olan fidanlar, EBr uygulananlardır. Bunu ortalama 33 adet dal sayısı ile HBr uygulaması takip etmektedir. Dallanma, uygulama yapılmayan fidanlarda daha azdır. HBr uygulaması, fidanlardaki dallanmayı %31 artırırken, EBr uygulaması, %52 artış sağlamıştır. Dal sayıları fidanların dinlenmeye girdiği aylarda en



yüksek değerlere ulaşmaktadır. Aylık dal oluşumu temel alındığında, EBr uygulamasının erken dönemlerde dallanma üzerine daha etkili olduğu görülmektedir.

Yaprak sayısının fazla, kalın dokulu ve küçük olması kompakt yapılı bitkilerin başka bir ortak özelliğidir (Webster, 2002). En fazla yaprak sayısı, EBr uygulaması yapılan fidanlarda belirlenmiştir. Uygulama yapılmayan fidanlar ise en az yaprak sayısına sahiptir. EBr uygulaması yaklaşık olarak %27 yaprak sayısını artırmıştır. Vejetatif gelişimlerin en aktif olduğu dönemler yaprak sayısının da en fazla olduğu aylardır. Dinlenme dönemi hariç, en az yaprak sayısı uyanmanın yeni başladığı mart ayındadır.

Brassinostreoidlerin odunsu türlerde bodurluk üzerine olan etkileriyle ilgili sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır. Domates ve bezelyede yapılan çalışmalarda bodurluk üzerine etkili oldukları ifade edilmektedir (Azpiroz ve ark., 1998). Ayrıca brassinostreoidlerin yaprak gelişimini engelleyerek daha küçük yaprak oluşumunu teşvik ettiği bildirilmektedir. Brassinosteroidlerin erkek organların sap uzunluğuna hücre uzamasını azalttıkları (Choe ve ark., 2000) ve yanıl sürgün dallanmasını etkileyerek, dallanmayı olumlu yönde etkiledikleri tespit edilmiştir (Wenfei ve ark., 2014). Ceviz fidanlarında da söz konusu durum, benzer bir şekilde hücre uzamasının azaltılmasından veya tepe noktasına yakın tomurcukların baskılanmasından kaynaklanabilir.

Sonuç ve Öneriler

Epibrassinolid (EBr) ve homobrassinolid (HBr) değişen oranlarda da olsa bodurluk üzerine oldukça etkilidir. Bu etki hem anaç hem de kalem üzerinde kendini göstermektedir. EBr uygulanan ceviz fidanlarının boyu, standart fidanların yarısı kadardır. Taç şekillenmesi yayvandır. EBr yeni dal oluşumunu HBr'den daha fazla teşvik etmektedir. Özellikle EBr uygulaması erken dönemlerde dallanma üzerine daha etkilidir. Dallanma ve taç yüksekliği üzerine brassinosteroid grubu kimyasal uyarımı, fidan gelişimi üzerinde bariz faydalar sağlayabilir. EBr ve HBr gibi güçlü kimyasallar erken dönemde ağaç boyutunun kontrolünde kullanılabilir.

Teşekkür: Bu proje Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2015-494 numara ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Azpiroz, R., Wu, Y., Locascio, J., Feldmann, K., 1998. An arabidopsis brassinosteroid dependent mutant is blocked in cell elongation. *Plant Cell*. 10: 219-230.
- Choe, S., Tanaka, A., Noguchi, T., Fujioka, S., 2000. Lesions in the sterol D⁷ reductase gene of arabidopsis cause dwarfism due to a block in brassinosteroid biosynthesis. *Plant J*. 21: 431-443.
- Demirsoy, H., Macit, İ., 2007. Meyve ağaçlarında bodurluk mekanizması. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*. 22(2):214-218.
- Engin, H., Gökbayrak, Z., 2015. Effect of epibrassinolide, gibberellic acid and naphthalene acetic acid on pollen germination of some pomegranate cultivars. *COMU J. Agric. Fac.* 3 (2):19–25.
- Engin, H., Gökbayrak, Z., 2019. Effects of plant growth regulators on sex expression and flower development in pomegranates. *Erwerbs-Obstbau*. 61:23–27.
- Er, V., Engin, H., 2018. Rootpac 40 anacının bazı şeftali ve badem çeşitlerine anaçlık performansı. *Çomü. Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)*. 6:71–76.
- Gökbayrak Z, Engin, H., 2016. Effects of brassinosteroids and gibberellic acids applied in vitro conditions on pollen viability and germination of some grape cultivars. 7th International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2016", 6-9 October 2016, Jahorina, Bosnia and Herzegovina. Proceedings, University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture, pp. 562–567.
- Grove M.D, Spencer G.F., Rohwedder W.K., Mandava N., Worley J.F., Warthen JR. J.D, Steffens G.L., Flippen-Anderson J.L., Cook JR. J.C., 1979. Brassinolide, A plant growth promoting steroid isolated from brassicanapus pollen. *Nature*. 281: 216- 217.
- Khripach, V.A., Zhabinskii, V. N., Groot, A.E., 1999. Brassinostreoid-a new class of plant hormones. San Diego: Academic Press.
- Rao R. S. S., Vardhini Vidya B., Sujatha E., Anuradha S., 2003. Brassinosteroids- a new class of phytohormones, *CurrentScience*. 82: 1239-1244.
- Rao S.S.R., Vardhini B.V., Sujatha E., Anuradha S., 2002. Brassinosteroids- a new class of phytohormones. *Current Science*. 82 (10): 1239- 1245.



- Serr, E.F., Forde, H.I., 1968. Ten new walnut varieties released. *Calif. Agr.* 22(4):8-10.
- Sütyemez, M., Kaşka, N., 2002. Bazı yerli ve yabancı ceviz (*Juglans regia* L.) çeşitlerinin Kahramanmaraş ekolojisine adaptasyonu. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi.* 5 (1): 148-158.
- Şen, F., Bilgin, S., Özeke, E., Acarsoy, N., 2018. Bazı Ceviz Çeşitlerinin Menemen Ekolojisinde Morfolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg.* 6 (1): 31–39.
- Şen, S.M., 1986. Ceviz yetiştiriciliği. Eser Matbaası, Samsun, 229s.
- TUİK, 2018. <http://www.tuik.gov.tr> web sayfası, Türkiye istatistik kurumu (Erişim tarihi: 17.05.2018).
- Webster, A. D., 1995. Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigour, precocity, and yield productivity. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science.* 23: 373-382.
- Webster, T., 2002. Dwarfing Rootstocks: Past, present and future. Horticulture research international east malling, west malling, kent, United Kingdom distinguished lecture presented at the 45th annual IDFTA conference, February 16-20.
- Wenfei, W., Ming, Y., Bai, Z., Yong, W., 2014. The brassinosteroid signaling network — a paradigm of signal integration. *Current Opinion in Plant Biology.* 21: 147–153.
- Wettberg, E. J., Miller, A. J., 2016. Rootstocks: diversity, domestication, and impacts on shoot phenotypes. *Trends in plant science.* 21(5): 418-437.