

Tepe Kesimi, Sitokinin ve Gibberellin Uygulamalarıyla Elmalarda Fidan Kalitesinin İyileştirilmesi

Mehmet KURAL¹ **A. Nilgün ATAY²** **Fatma KOYUNCU³** **Ersin ATAY^{4*}**

^{1,2,4}*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemleri Anabilim Dalı, Burdur/TÜRKİYE*

^{2,4}*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bahçe Tarımı Programı, Burdur/ TÜRKİYE*

³*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta/ TÜRKİYE*

¹<https://orcid.org/0000-0002-9328-0392>

²<https://orcid.org/0000-0002-7557-360X>

³<https://orcid.org/0000-0003-0810-3779>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-5803-6944>

*Corresponding author (Sorumlu yazar): ersinatay@mehmetakif.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 04.02.2022

Accepted (Kabul tarihi): 09.04.2022

ÖZ: Bilinen en eski ve en basit dallandırma yöntemi bir budama tekniği olan tepe kesimidir. Tepe kesimine alternatif çok sayıda teknik geliştirilmiş olmakla birlikte henüz pratikte tüm çeşitler için kabul görmüş bir dallandırma metodu bulunmamaktadır. Bu çalışmayla tepe kesimi ve farklı bitki büyüme düzenleyici maddeler içeren uygulamaların 2 yaşlı fidanların kalitesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Çalışmada dört farklı elma çeşidi için (Mondial Gala/M.9, Golden Reinders/M.9, Starkrimson Delicious/MM.106 ve Granny Smith/MM.106) odun dallarının (>25 cm) sayısı, açısı, uzunluğu ve kalınlığı tespit edilmiş ve ayrıca fidan gövde çapı ile fidan boyu belirlenmiştir. Hem sitokinin hem de gibberellin içeren uygulamaların tepe kesimi ve tek başına sitokinin içeren uygulamalara kıyasla dallanmayı arttırdığı görülmüştür. Özellikle Granny Smith çeşidinde tomurcuk patlamasından sonra yapılacak olan düşük doz tekrarlı sitokinin+gibberelin uygulamalarının ticari fidanlıklarda etkili şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bioregülatör; benziladenin, iki yaşlı fidan, meyveli fidan yöntemi.

Improving Nursery Tree Quality in Apples by Heading, Cytokinin and Gibberellin Applications

ABSTRACT: The oldest and simplest branching method known is heading, a pruning technique. Although many alternative techniques have been developed, there is not yet an accepted branching method for all cultivars in practice. This study investigated the effects of heading and different plant growth regulators on the quality of 2-year-old nursery trees. The number, crotch angle, length and diameter of long branches (>25 cm) as well as trunk diameter and tree height were determined in four different apple cultivars (Mondial Gala/M.9, Golden Reinders/M.9, Starkrimson Delicious/MM.106 and Granny Smith/MM.106). Treatments containing both cytokinin and gibberellin increased branching compared to applications containing cytokinin only. To conclude, low-dose repeated cytokinin+gibberellin applications after budburst, especially in the Granny Smith cultivar, can be used effectively in commercial nurseries.

Keywords: Bioregulator, benzyladenine, fruitful tree method, two-year-old nursery tree.

GİRİŞ

Dünya elma fidanı endüstrisinin lokomotifini 1 ve 2 yaşlı çıplak köklü fidanlar oluşturmaktadır. İç mekan aşılı uygulamaları uygulandığı takdirde 2 yaşlı elma fidanları da tıpkı 1 yaşlı fidanlar gibi 2 yıl içerisinde üretilebilmektedir. Fidan yaşı denildiğinde fidan ana gövdesinin yaşı anlaşılmaktadır. Nitekim 1 yaşlı fidanlarda, kalem 1 yaşlı, kök sistemi 2 yaşlı iken; 2 yaşlı fidanlarda ise hem kalem hem de kök sistemi 2 yaşlı olmaktadır (Wertheim ve Webster, 2003). Bununla birlikte, 1 yaşlılara kıyasla 2 yaşlı fidanların daha çok sayıda odun dalı oluşturdukları ve gövde çaplarının daha kalın olduğu rapor edilmiştir (Wolf ve ark., 2019; Atay 2021).

Tepe kesimi bilinen en eski, en yaygın ve en basit dallandırma metodudur. Fakat tepe kesimi sonucu ortaya çıkan budama artıkları, aslında ağaç rezervlerinin bir kısmının boşuna sarf edilmesi anlamına gelmektedir (Quinlan and Tobutt, 1990). Dormant dönemde yapılan tepe kesimleri genellikle, sadece kesim noktasının hemen altındaki çok az sayıda tomurcuğun çok kuvvetli şekilde ve dar açıyla gelişen odun dalları oluşturmaya neden olmaktadır (Hoying et al., 2001). Buna ilave olarak tepe kesimleri ağaçların ideal şekli almasını önlemekte, gövde çapında azalmaya ve köklerde zayıflamaya neden olmaktadır (Mika et al., 2003).

Öte yandan biyoregülatörler olarak da bilinen bitki büyüme düzenleyici (BBD) maddeler bitki hormonlarını taklit ederek bitki gelişimini etkileyebilirler. Elmalar üzerinde yapılan çalışmalarda sitokinin grubundan olan 6-benziladenin (BA) uygulamalarının dallanmayı arttırdığı tespit edilmiştir (Volz et al., 1994; Duyvelshoff, 2011). Nitekim bitkide oksin/sitokinin oranı azaldığı takdirde, yan dallanma artmaktadır (Srivastava, 2002). Hücre bölünmesinden ziyade, daha çok hücre büyümesi ile ilişkilendirilen gibberellinlerin (GA) apikal dominansiden kurtulan tomurcukları uzattığına dair genel bir görüş bulunmaktadır (Cline, 1991). Bununla birlikte dışsal GA uygulamalarının, dallanmayı arttırdığı da bilinmektedir (Srivastava, 2002). Bu nedenle pratikte GA ile birlikte sitokinin

içeren dallanma ajanlarının (BA+GA₄₊₇ gibi) kullanımı yaygınlaşmıştır (Popenoe and Barritt, 1988; Wertheim and Webster, 2003; Elfving and Visser, 2007; Jung and Lee, 2008).

Bunların dışında çentme uygulaması kabuk dokusuna zarar vererek oksinin ve karbonhidratların yukarıdan aşağıya akışının önüne set çektiği gibi, uygulama bölgesindeki sitokinin seviyesini arttırabilmekte (Ferree and Schupp, 2003; Jackson, 2003) ve aynı zamanda BBD maddelerin bitkiye nüfuz etmesini kolaylaştırabilmektedir (Elfving and Visser, 2007).

Optimum yatırım getirisi için fidanların mümkün olduğunca çabuk büyümesi ve meyve bahçesinde kendilerine ayrılan alanı en kısa sürede doldurması gerekir. Ancak çoğunlukla üretilen ve satılan dikim materyali, modern terbiye sistemlerini kullanan ticari elma bahçecilerinin talebine uymayacak şekilde dalsız, yetersiz çap ve boyda olmaktadır. Elma fidanlığının gelişen dikim sistemlerine uygun, yüksek kaliteli ve yeterli dal kapasitesine sahip bitkiler üretebilmesi için farklı yönetim tekniklerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmayla birlikte bazı elma çeşitlerinde tepe kesimi, çentme, BA ve BA+GA uygulamaları tek tek veya kombine bir şekilde denemeye tabi tutulmuştur. Böylelikle dallanmış 2 yaşlı elma fidanı üretiminde kullanılabilecek en etkili yönetim uygulamalarını ortaya çıkarabilmek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Araştırma 2010 ve 2011 yıllarında Eğirdir Meyvecilik Araştırma Enstitüsünde yürütülmüştür. Bitkiler tesadüf blokları deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak dikilmiş ve her tekerrürde 5 bitki yer almıştır. Araştırmada Mondial Gala/M.9, Golden Reinders/M.9, Starkrimson Delicious/MM.106 ve Granny Smith/MM.106 elma kombinasyonları kullanılmıştır. Köklü anaçlar (6-9 mm kalınlıkta) stoolbed (meyilli hendek daldırma) parsellerinden, 1 yaşlı aşı kalemleri ise kalem damızlıklarından temin edilmiştir. Uzunlukları 40 cm olacak şekilde hazırlanan anaçlar masa başında dılıklı aşı yoluyla aşılanmış ve Nisan ayı (2010

yılı) başında 1.0×0.30 m sıra arası ve üzeri mesafelerle araziye aktarılmıştır. Bitkiler 50 cm boya ulaşmaya kadar büyüme döneminde oluşan tüm yan dallar (sileptik karakterli) periyodik olarak seyreltme kesimleriyle budanmıştır. Dormant dönemde ise meydana gelmiş tüm odun dalları (>25 cm) stub (dutch) kesimlerle yenilenmiştir. Takip eden ilkbaharda (2011 yılı) kontrol ile birlikte toplamda 6 farklı uygulama ele alınmıştır. Uygulamalar, tepe kesimi, kabuk dokusunun yaranlanması (çentme), farklı BBD maddeler ve çeşitli konsantrasyonlarına odaklanarak planlanmıştır (Çizelge 1). Uygulamaların detayları aşağıda sunulmuştur.

(1) *Kontrol*: 2011 yılı vejetasyon periyodu boyunca bitkilerin doğal şekilde büyümelerine müsaade edilmiş ve herhangi bir budama ya da bitki büyüme düzenleyici uygulaması yapılmamıştır. (2) *Tepe Kesimi*: Toprak seviyesinin 80 cm üzerinden tepe kesimi yapılmış ve bu noktanın altında (proleptik dallar) ve üstünde (sileptik dallar) meydana gelmiş olan yan dallara herhangi bir müdahale yapılmamıştır. (3) *BA 20000(1×firça)*: Yeşil uç (green tip) döneminde (11-16/04/2011) toprak seviyesinden itibaren yaklaşık olarak 50-100 cm arasındaki bölgede çentme uygulamaları ile floem kesintiye uğratılmış ve kesim bölgesine fırçayla 20000 ppm BA uygulaması yapılmıştır. Bu

uygulamanın ardından, yan dallar yaklaşık 10 cm uzunluğa ulaştığında lidere rakip olan 3-4 dal elemine edilmiş ve sezon sonuna kadar toprak seviyesinin 50 cm üzerinden çıkan diğer yan dallara (monopodial ve/veya simpodiyal) müdahale edilmemiştir. (4) *BA+GA 300(3×sprey)*: *BA 20000(1×firça)* yönteminden farklı olarak yeşil uç döneminde 300 ppm BA+GA₄₊₇ spreylemiş ve birer hafta aralıklarla bu işlem toplamda 3 kez tekrar edilmiştir. (5) *BA+GA 5000(1×firça)*: *BA 20000(1×firça)* yönteminden farklı olarak yeşil uç döneminde dallanma ajanı olarak 5000 ppm BA+GA₄₊₇ uygulanmıştır (Atay ve Koyuncu, 2013; Atay ve Koyuncu, 2017). (6) *BA+GA 18500(1×firça)*: *BA 20000(1×firça)* yönteminden farklı olarak yeşil uç döneminde dallanma ajanı olarak 18500 ppm BA+GA₄₊₇ uygulanmıştır. BBD maddelerin etkinliğini arttır-mak için solüsyonlara % 0.1 oranında polyoxyethylene sorbitan monolaurate eklenmiştir. Tüm uygulamalar sonucunda 2 yaşlı fidanlar elde edilmiştir.

2011 yılında yaprakların dökülmesinin ardından fidanlarda odun dallarının (>25 cm) sayısı (adet/fidan) ve bu dalların her birinin açısı (°), uzunluğu (cm) ve kalınlığı (mm) tespit edilmiştir. Ayrıca aşı noktasının 15 cm üzerinden fidan gövde çapı (mm) ile toprak seviyesinden itibaren fidan boyu (cm) belirlenmiştir.

Çizelge 1. Uygulamalar ve teknik özellikleri.
Table 1. Treatments and specifications.

No	Uygulama Treatment	Uygulanan toplam BBD konsantrasyonu (ppm/fidan) Concentration of plant growth regulator (PGR) (ppm/plant)	BBD uygulama şekli Application method of PGR	Tepe kesimi Heading
1	Kontrol (Control)	-	-	-
2	Tepe Kesimi (Heading)	-	-	80 cm
3	BA 20000(1×firça) (BA 20000(1×brush))	20000 (BA)	Çentme+Fırçayla sürme (Nicking cuts+paint by brush on cut)	-
4	BA+GA 300(3×sprey) (BA+GA 300(3×spray))	900 (GA ₄₊₇) + 915 (BA)	Püskürtme (3 kez 300 ppm) (Three sprays (300 ppm))	-
5	BA+GA 5000(1×firça) (BA+GA 5000(1×brush))	5000 (GA ₄₊₇) + 5080 (BA)	Çentme+Fırçayla sürme (Nicking cuts+paint by brush on cut)	-
6	BA+GA 18500(1×firça) (BA+GA 18500(1×brush))	18500 (GA ₄₊₇) + 18800 (BA)	Çentme+Fırçayla sürme (Nicking cuts+paint by brush on cut)	-

BBD: Bitki Büyüme Düzenleyici. -: Herhangi bir uygulama yapılmamıştır.

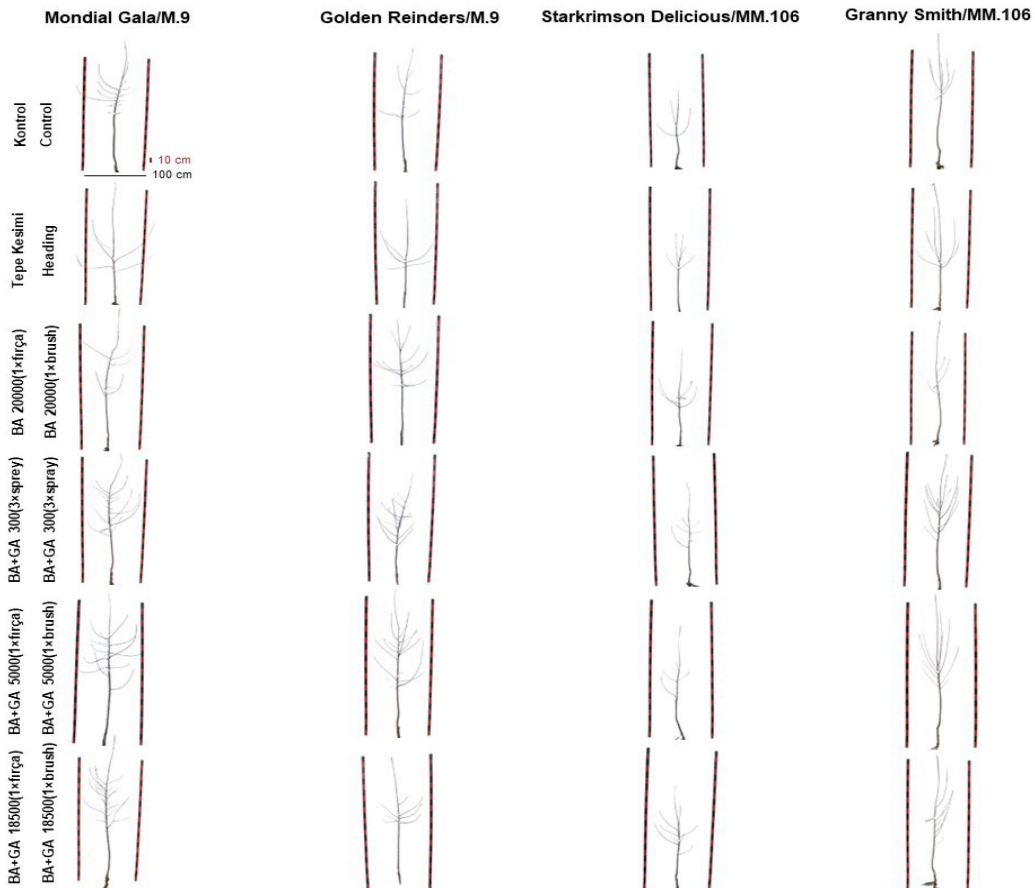
Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuş ve aralarında farklılık bulunan ortalamalar LSD çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır. Kutu bıyık grafikler 'R' (versiyon 4.0.4) (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, <http://www.rproject.org>) 'ggplot2' paketi kullanılarak elde edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Mondial Gala/M.9, Golden Reinders/M.9, Starkrimson Delicious/MM.106 ve Granny Smith/MM.106 elmalarında farklı yönetim uygulamalarının fidan özelliklerine önemli etkiler yaptığı tespit edilmiştir (Şekil 1).

Dört elma çeşidinde de uygulamaların odun dalı sayısı üzerine olan etkileri istatistik bakımdan

önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Mondial Gala/M.9 elmasında BA+GA 18500(1×firça) (medyan=9) uygulaması, BA+GA 5000(1×firça) (medyan=7) uygulamasından önemli ölçüde farklı olmamakla birlikte diğer uygulamalara kıyasla daha yüksek odun dalı sayısı değerlerine sahip olmuştur (Şekil 2A). Golden Reinders/M.9 elmasında sırasıyla BA+GA 18500(1×firça) (medyan=6) uygulaması, BA+GA 300(3×sprey) (medyan=6) ve BA+GA 5000(1×firça) (medyan=5) uygulamaları odun dalı sayısı açısından en etkili uygulamalar olmuşlardır. En düşük odun dalı sayısı ise Kontrol (medyan=3) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 2B). Starkrimson Delicious/MM.106 elmasında BA 20000(1×firça) (medyan=4) uygulamasından çok farklı olmamakla birlikte, BA+GA 300(3×Sprey) (medyan=4) ve BA+GA 18500(1×firça) (medyan=4) en yüksek odun dalı sayısı değerlerini



Şekil 1. Mondial Gala/M.9, Golden Reinders/M.9, Starkrimson Delicious/MM.106 ve Granny Smith/MM.106 elmalarında farklı üretim yöntemleriyle elde edilen fidanlar.

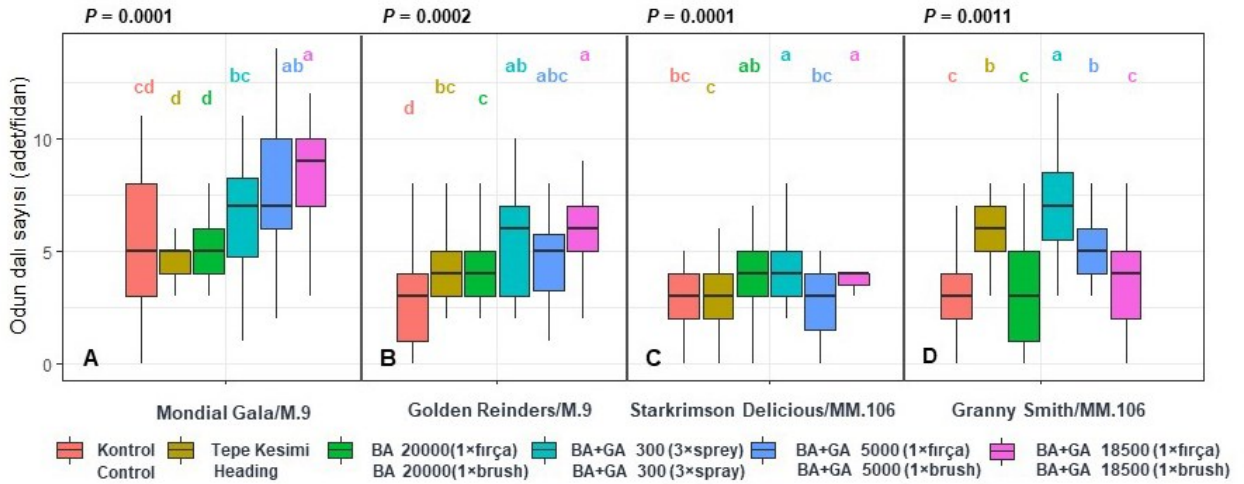
Figure 1. Nursery trees obtained from different propagation methods in Mondial Gala/M.9, Golden Reinders/M.9, Starkrimson Delicious/MM.106 and Granny Smith/MM.106 apples.

almıştır (Şekil 2C). Granny Smith/MM.106 elmasında BA+GA 300(3×sprey) (medyan=7) uygulaması en yüksek değeri almış, onu istatistik olarak aynı grupta yer alan Tepe Kesimi (medyan=6) ve BA+GA 5000(1×fırça) (medyan=5) uygulamaları takip etmiştir (Şekil 2D).

Dallı fidanlarla tesis edilen bahçelerde ağaçların terbiye edilmesi nispeten daha kolaydır (Preston, 1968). Ayrıca elmalarda, çiçek ve ürünün erken dönemde oluşabilmesi için, bahçe tesisinde dallı fidan kullanımı önemli bir role sahiptir (van Oosten, 1978). Buna ilaveten oldukça maliyetli olan bahçe tesisi yatırım masraflarının kısa vadede karşılanabilmesi ve ekonomik sürdürülebilirlik için dallı fidan kullanımı tavsiye edilmektedir (Quinlan ve Tobutt, 1990; Elfving, 2010). BA+GA 18500(1×fırça) uygulamasının özellikle M.9 anaçlı Mondial Gala ve Golden Reinders çeşitlerinde oldukça ön plana çıktığı görülmüştür. Buna karşın Granny Smith/ MM.106 elmasında BA+GA 300(3×sprey) uygulaması daha etkili olmuştur. Lespinasse sistemine göre Granny Smith gibi Tip IV (uçta verenler) çeşitlerinin genç ağaçlarında

çoğu sürgünün alt yarısında odun ya da meyve dalı bulunmamaktadır (Atay ve Koyuncu, 2012). Tip IV çeşitlerinde geciktirilmiş kış budaması (tomurcuk patlaması sonrasında) çoğu zaman normal olarak çıplak kalabilecek bu bölgede yan dal oluşumunu teşvik edebilmektedir (Robinson, 2003). BA+GA 300(3×sprey) uygulamasında birer hafta aralıklarla toplamda 3 kez uygulama yapılması geciktirilmiş kış budamasıyla benzer bir etki yapmış olabilir.

Farklı fidan üretim uygulamaları tüm çeşitlerin odun dalı açılarını etkilemiştir ($P<0.05$). Mondial Gala/M.9 elmasında BA+GA 300(3×sprey) (medyan=70) uygulamasından önemli ölçüde farklı olmakla birlikte en geniş açılı odun dalları BA+GA 5000(1×fırça) (medyan=74) uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 3A). Golden Reinders/M.9 elmasında en dar açılı odun dalları Tepe Kesimi uygulamasında (medyan=70) oluşmuştur. İstatistik olarak diğer uygulamalardan çok farklı olmamakla birlikte, en geniş açılı dallar ise BA+GA 18500 (1×fırça) (medyan=80) uygulamasında saptanmıştır (Şekil 3B). Tepe Kesimi (medyan=50) uygulaması



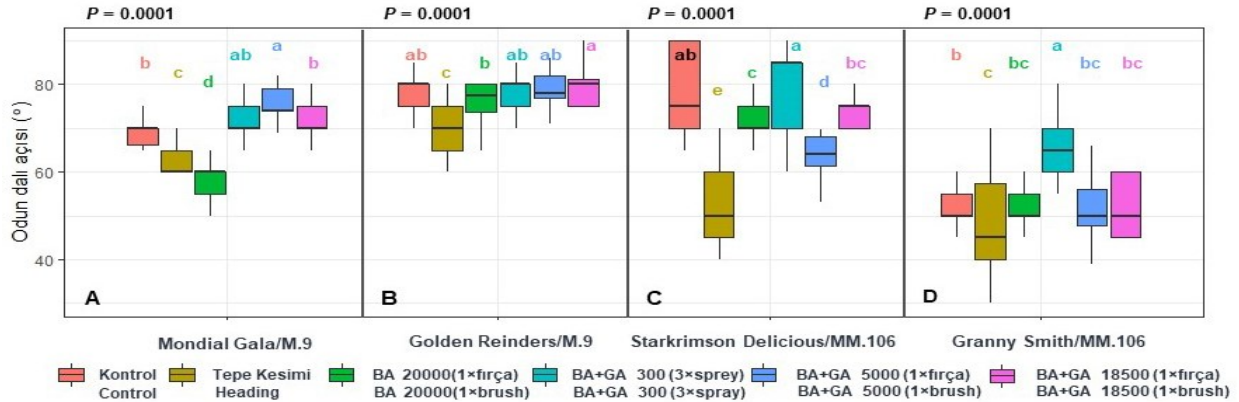
Şekil 2. Farklı uygulamaların Mondial Gala/M.9 (A), Golden Reinders/M.9 (B), Starkrimson Delicious/MM.106 (C) ve Granny Smith/MM.106 (D) elmalarında odun dalı (>25 cm) sayısı üzerine etkileri. Kutu büyük grafiğin orta kısmında yer alan kalın yatay çizgi medyana göstermektedir. Kutuların alt ve üst kısımlarında yer alan diğer yatay çizgiler, sırasıyla birinci ve üçüncü çeyreği göstermektedir (yani %25 ve %75 değerleri). Kutuların altındaki ve üzerindeki bıyıklar, popülasyon verilerine ait sırasıyla minimum ve maksimum değerleri göstermektedir. *: Aynı çeşit için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$).

Figure 2. Effects of different treatments on the number of branches (>25 cm) in Mondial Gala/M.9 (A), Golden Reinders/M.9 (B), Starkrimson Delicious/MM.106 (C) and Granny Smith/MM.106 (D) apples. The bold horizontal line in the middle of the box-and-whisker plot indicates the median. The other horizontal lines located in the lower and upper boxes denote the first and third quartiles, respectively (viz. 25% and 75% of all the values). The whiskers below and above the boxes denote the minimum and maximum values, respectively. *: Means shown with different letters for the same cultivar are significantly different ($P<0.05$).

Starkrimson Delicious/MM.106 elmasında en düşük odun dalı açısı değerini almıştır. En yüksek değerleri ise sırasıyla BA+GA 300(3×sprey) (medyan=85) ve Kontrol (medyan=75) uygulamaları almıştır (Şekil 3C). Granny Smith/MM.106 elmasında 65 medyan değeri ile en geniş açılı odun dalları BA+GA 300(3×sprey) uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 3D). Odun dallarının geniş açılı olması ilk yıllarda meyveye yatma ve terbiye sistemlerinin kolaylıkla uygulanabilmesi açısından önemlidir (Warner, 1991). Çalışmamızda Tepe Kesimi uygulaması tüm çeşitlerde odun dallarının açısını daraltmıştır. Nitekim tepe kesimlerine tepki olarak meydana gelen proleptik dallar dar açıyla gelişirler (Preston, 1968; Wertheim, 2005).

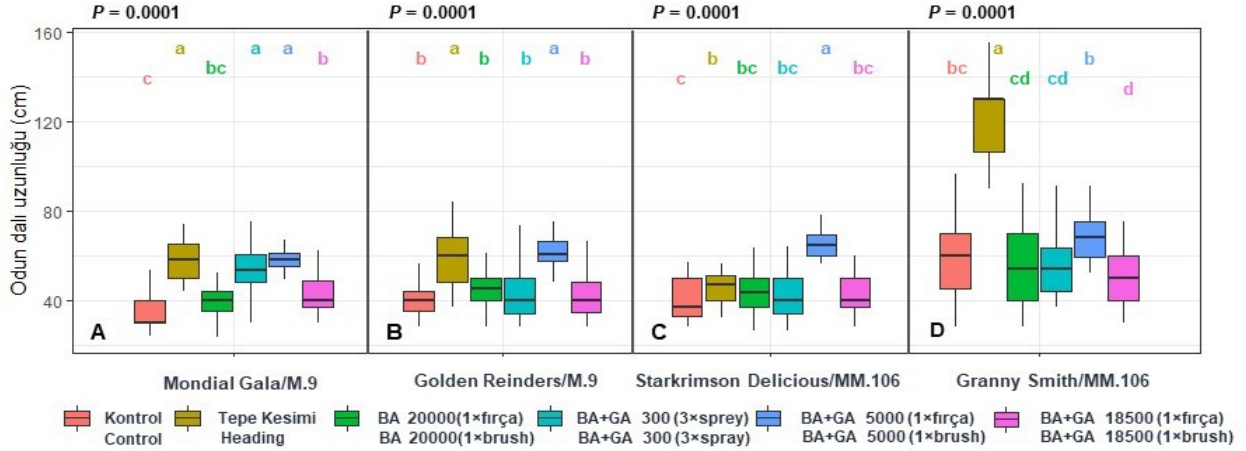
Mondial Gala/M.9 elmasında tüm uygulamaların Kontrole göre (medyan=30) odun dalı uzunluğunu önemli derecede arttırdığı görülmesine rağmen BA 20000(1×firça) (medyan=40) uygulamasında bu farklılık belirgin olmamıştır (Şekil 4A). Golden Reinders/M.9 elmasında en uzun odun dalları istatistik olarak aynı grupta yer alan BA+GA 5000 (1×firça) (medyan=61) ve Tepe Kesimi (medyan=60) uygulamalarında saptanmıştır (Şekil 4B). Starkrimson Delicious/MM.106 elmasında en uzun

odun dalları BA+GA 5000(1×firça) (medyan=64) uygulamasında saptanmıştır (Şekil 4C). Granny Smith/MM.106 elmasında en uzun odun dalları Tepe Kesimi (medyan=130) uygulamasında saptanmıştır (Şekil 4D). Kontrole kıyaslandığında Granny Smith/MM.106 elmasında çok daha bariz olmak üzere Tepe Kesimi uygulamasının tüm çeşitlerde odun dalı uzunluğunu arttırdığı görülmüştür. Ana gövdede yapılan sert tepe kesimlerinin yan pozisyonlu tomurcukların büyümesini teşvik ettiği bilinmektedir (Wertheim, 2005). Odun dallarının uzunluklarının artması MM.106 anaçlı çeşitlerde bazı avantajlar sağlayabilir. Nitekim MM.106 gibi yarı bodur anaçlar daha ziyade dikim aralıklarının daha geniş tutulduğu yarı bodur bahçelerde kullanılmaktadır. Bu tarz bahçelerde ağaçların kendilerine verilen mesafeleri en kısa sürede doldurabilmeleri için uzun odun dallarına gereksinim duyulmaktadır. Bununla birlikte M.9 anaçlı sık dikim bahçelerde özellikle toprak seviyesine yakın bölgede bulunan uzun odun dalları gölgeleme problemi yaratabilir, aşağı doğru eğildiklerinde yabancı ot kontrolünü zorlaştırabilir ve güneş ışığından yeterince yararlanamayan kalitesiz meyveleri oluşturabilir. Buna ilaveten sık dikim bahçelerde çok uzun odun dallarının terbiye edilebilmesi daha fazla işçilik gerektirmektedir (Robinson, 2003).



Şekil 3. Farklı uygulamaların Mondial Gala/M.9 (A), Golden Reinders/M.9 (B), Starkrimson Delicious/MM.106 (C) ve Granny Smith/MM.106 (D) elmalarında odun dalı açısı üzerine etkileri. Kutu bıyık grafiğın orta kısmında yer alan kalın yatay çizgi medyanı göstermektedir. Kutuların alt ve üst kısımlarında yer alan diğer yatay çizgiler, sırasıyla birinci ve üçüncü çeyreği göstermektedir (yani %25 ve %75 değerleri). Kutuların altındaki ve üzerindeki bıyıklar, popülasyon verilerine ait sırasıyla minimum ve maksimum değerleri göstermektedir. *: Aynı çeşit için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Figure 3. Effects of different treatments on the crotch angle of branches in Mondial Gala/M.9 (A), Golden Reinders/M.9 (B), Starkrimson Delicious/MM.106 (C) and Granny Smith/MM.106 (D) apples. The bold horizontal line in the middle of the box-and-whisker plot indicates the median. The other horizontal lines located in the lower and upper boxes denote the first and third quartiles, respectively (viz. 25% and 75% of all the values). The whiskers below and above the boxes denote the minimum and maximum values, respectively. *: The means shown with different letters for the same cultivar are significantly different ($P < 0.05$).



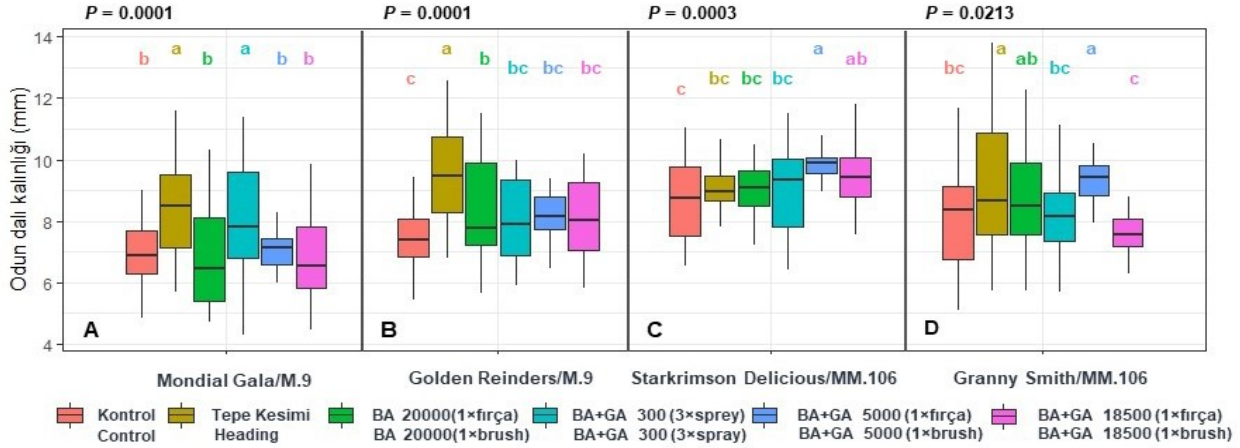
Şekil 4. Farklı uygulamaların Mondial Gala/M.9 (A), Golden Reinders/M.9 (B), Starkrimson Delicious/MM.106 (C) ve Granny Smith/MM.106 (D) elmalarında odun dalı uzunluğu üzerine etkileri. Kutu bıyık grafiğın orta kısmında yer alan kalın yatay çizgi medyanı göstermektedir. Kutuların alt ve üst kısımlarında yer alan diğer yatay çizgiler, sırasıyla birinci ve üçüncü çeyreği göstermektedir (yani %25 ve %75 değerleri). Kutuların altındaki ve üzerindeki bıyıklar, popülasyon verilerine ait sırasıyla minimum ve maksimum değerleri göstermektedir. *: Aynı çeşit için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Figure 4. Effects of different treatments on the length of branches in Mondial Gala/M.9 (A), Golden Reinders/M.9 (B), Starkrimson Delicious/MM.106 (C) and Granny Smith/MM.106 (D) apples. The bold horizontal line in the middle of the box-and-whisker plot indicates the median. The other horizontal lines located in the lower and upper in boxes denote the first and third quartiles, respectively (viz. 25% and 75% of all the values). The whiskers below and above the boxes denote the minimum and maximum values, respectively. *: The means shown with different letters for the same cultivar are significantly different ($P < 0.05$).

Mondial Gala/M.9 elmasında Tepe Kesimi (medyan=8.49) ve BA+GA 300(3×sprey) (medyan=7.80) uygulamalarında odun dallarının daha kalın olduğu saptanmıştır (Şekil 5A). Golden Reinders/M.9 elmasında en kalın odun dalları Tepe Kesimi (medyan=9.45) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 5B). Starkrimson Delicious/MM.106 elmasında BA+GA 5000(1×firça) (medyan=9.88) ve ardından BA+GA 18500 (1×firça) (medyan=9.44) uygulamasında daha kalın odun dalları görülmüştür (Şekil 5C). Granny Smith/MM.106 elmasında en kalın odun dalları BA+GA 5000 (1×firça) (medyan=9.42) ve Tepe Kesimi (medyan=8.66) uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 5D). Odun dallarının kalın olması bahçe verim ve kalitesini azaltabilir (Forshey ve ark., 1992). Konik kanopi sistemlerine göre (örneğin merkezi lider) terbiye edilen ağaçlarda aşırı kuvvetli (kalınlığı liderinkinin 2/3'ünden fazla) dallar dikkatli şekilde terbiye edilemezse, liderin hâkimiyeti çok çabuk kaybolmakta ve ağaçların vejetatif-generatif dengesi bozulabilmektedir (Ferree ve Schupp, 2003). Bu nedenle çeşitler bazında çok kalın odun dalları

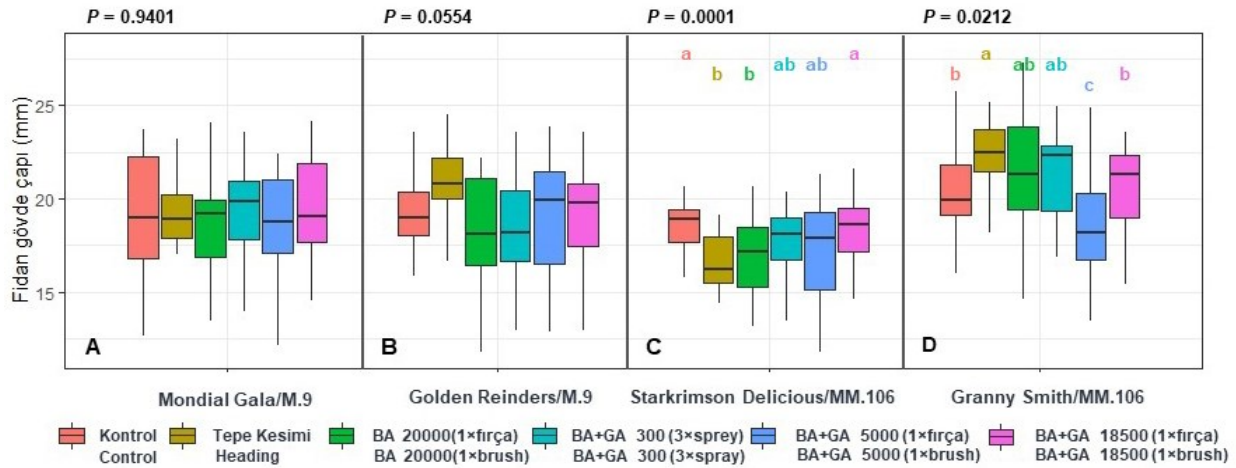
oluşturan uygulamalardan, özellikle şekil vermede yararlanılabilecek yan dal sayısı sınırlı ise kaçınmak gerekmektedir.

Farklı uygulamaların fidan gövde çapı üzerine etkileri Mondial Gala/M.9 (Şekil 6A) ($P=0.9401$) ve Golden Reinders/M.9 (Şekil 6B) ($P=0.0554$) elmalarında istatistik bakımından önemsiz bulunmuştur. Starkrimson Delicious/MM.106 elmasında Kontrol (medyan=18.90) ve BA+GA 18500(1×firça) (medyan=18.59) uygulamalarında fidan gövde çapı değerlerinin nispeten daha yüksek değerler aldığı saptanmıştır (Şekil 6C). Granny Smith/MM.106 elmasında Tepe Kesimi (medyan=22) uygulanan fidanların gövde çapları nispeten daha kalın olmuştur (Şekil 6D). Mika ve ark. (2003) tepe kesimlerinin bitki gövde çapını azalttığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda Tepe Kesimi uygulaması sadece Starkrimson Delicious/MM.106 elmasında beklenen etkiyi yaratmıştır. Bu durumda tepe kesimi ve gövde çapı artışı arasındaki ilişkinin genotipten (anaç ve/veya çeşitten) etkilendiğini söyleyebiliriz.



Şekil 5. Farklı uygulamaların Mondial Gala/M.9 (A), Golden Reinders/M.9 (B), Starkrimson Delicious/MM.106 (C) ve Granny Smith/MM.106 (D) elmalarında odun dalı kalınlığı üzerine etkileri. Kutu bıyık grafiğın orta kısmında yer alan kalın yatay çizgi medyanı göstermektedir. Kutuların alt ve üst kısımlarında yer alan diğer yatay çizgiler, sırasıyla birinci ve üçüncü çeyreği göstermektedir (yani %25 ve %75 değerleri). Kutuların altındaki ve üzerindeki bıyıklar, popülasyon verilerine ait sırasıyla minimum ve maksimum değerleri göstermektedir. *: Aynı çeşit için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$).

Figure 5. Effects of different treatments on the diameter of branches in Mondial Gala/M.9 (A), Golden Reinders/M.9 (B), Starkrimson Delicious/MM.106 (C) and Granny Smith/MM.106 (D) apples. The bold horizontal line in the middle of the box-and-whisker plot indicates the median. The other horizontal lines located in the lower and upper boxes denote the first and third quartiles, respectively (viz. 25% and 75% of all the values). The whiskers below and above the boxes denote the minimum and maximum values, respectively. *: The means shown with different letters for the same cultivar are significantly different ($P<0.05$).



Şekil 6. Farklı uygulamaların Mondial Gala/M.9 (A), Golden Reinders/M.9 (B), Starkrimson Delicious/MM.106 (C) ve Granny Smith/MM.106 (D) elmalarında fidan gövde çapı üzerine etkileri. Kutu bıyık grafiğın orta kısmında yer alan kalın yatay çizgi medyanı göstermektedir. Kutuların alt ve üst kısımlarında yer alan diğer yatay çizgiler, sırasıyla birinci ve üçüncü çeyreği göstermektedir (yani %25 ve %75 değerleri). Kutuların altındaki ve üzerindeki bıyıklar, popülasyon verilerine ait sırasıyla minimum ve maksimum değerleri göstermektedir. *: Aynı çeşit için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$).

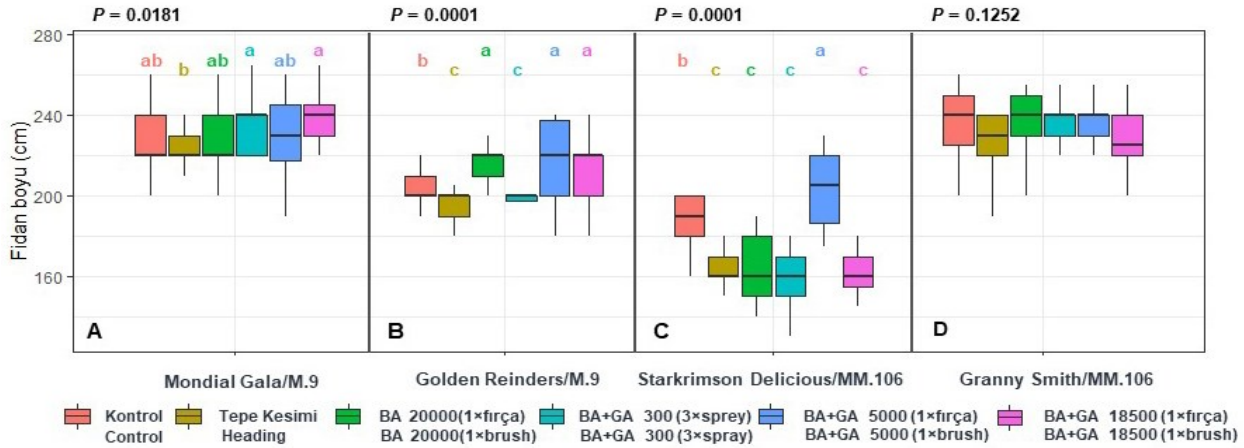
Figure 6. Effects of different treatments on the trunk diameter in Mondial Gala/M.9 (A), Golden Reinders/M.9 (B), Starkrimson Delicious/MM.106 (C) and Granny Smith/MM.106 (D) apples. The bold horizontal line in the middle of the box-and-whisker plot indicates the median. The other horizontal lines located in the lower and upper in boxes denote the first and third quartiles, respectively (viz. 25% and 75% of all the values). The whiskers below and above the boxes denote the minimum and maximum values, respectively. *: The means shown with different letters for the same cultivar are significantly different ($P<0.05$).

Mondial Gala/M.9 elmasında BA+GA 18500 (1×fırça) (medyan=240) ve BA+GA 300(3×sprey) (medyan=240) uygulamaları nispeten fidan boyunu arttırmıştır (Şekil 7A). Golden Reinders/M.9 elmasında Tepe Kesimi (medyan=200) ve BA+GA 300(3×sprey) (medyan=200) uygulandığında fidan boylarının daha kısa olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7B). Starkrimson Delicious/MM.106 elmasında en uzun fidan boyu BA+GA 5000(1×fırça) (medyan=205) uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 7C). Uygulamaların fidan gövde boyu üzerine etkileri Granny Smith/MM.106 elmasında istatistik bakımından önemsiz bulunmuştur ($P=0.1252$) (Şekil 7D). Çalışmada genellikle Tepe Kesimi uygulamasının fidan boyunu kısalttığı gözlemlenmiştir. Bir yaşlı dallarda yapılan tepe kesimlerinin şiddeti arttıkça, bu kesimlere tepki olarak gelişen yeni terminal sürgünlerin uzunluğu artmakta ve tepe kesimi şiddetinin artmasına paralel olarak, kesim noktasının alt kısmı ile bu kesime tepki olarak gelişen terminal sürgünün toplam uzunluğu azalmaktadır (Wertheim, 2005). Uzun boylu fidanlar özellikle sık dikim bahçelerde, ilk yıllardaki verimlilik bakımından bir potansiyel

oluşturmaktadır. Nitekim liderin üst kısmında bulunan çiçek tomurcukları ilk yılda meyve tutabilmekte ve ilerleyen yıllarda kese sürgünleriyle otonom dallanmayı devam ettirebilmektedirler (Costes ve ark., 2006). Fidan boyunun uzun olması sık dikim elma bahçelerinde ağaçların destek sisteminin en üst seviyesine kısa zamanda ulaşabilmesi açısından avantajlıdır (Robinson, 2003).

SONUÇ

Çalışmada odun dalı sayısı bakımından hem sitokinin hemde gibberellin içeren uygulamaların kontrol, tepe kesimi ve sadece sitokinin içeren uygulamalara kıyasla daha üstün olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar BBD uygulamaları için doz ve zaman belirlenmesinde çeşit ve anaçlara göre karar verilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Özellikle Granny Smith gibi Tip IV (uçta verenler) çeşitlerinin dallandırılmasında tomurcuk patlamasından sonra yapılacak olan düşük doz (300 ppm gibi) tekrarlı BA+GA uygulamalarının (bu çalışmada ki BA+GA 300(3×sprey) gibi) pratik fidancılığa katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.



Şekil 7. Farklı uygulamaların Mondial Gala/M.9 (A), Golden Reinders/M.9 (B), Starkrimson Delicious/MM.106 (C) ve Granny Smith/MM.106 (D) elmalarında fidan boyu üzerine etkileri. Kutu bilyik grafiğin orta kısmında yer alan kalın yatay çizgi medyana göstermektedir. Kutuların alt ve üst kısımlarında yer alan diğer yatay çizgiler, sırasıyla birinci ve üçüncü çeyreği göstermektedir (yani %25 ve %75 değerleri). Kutuların altındaki ve üzerindeki bıyıklar, popülasyon verilerine ait sırasıyla minimum ve maksimum değerleri göstermektedir. *: Aynı çeşit için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$).

Figure 7. Effects of different treatments on tree height in Mondial Gala/M.9 (A), Golden Reinders/M.9 (B), Starkrimson Delicious/MM.106 (C) and Granny Smith/MM.106 (D) apples. The bold horizontal line in the middle of the box-and-whisker plot indicates the median. The other horizontal lines located in the lower and upper in boxes denote the first and third quartiles, respectively (viz. 25% and 75% of all the values). The whiskers below and above the boxes denote the minimum and maximum values, respectively. *: The means shown with different letters for the same cultivar are significantly different ($P<0.05$).

LİTERATÜR LİSTESİ

- Atay, E., and F. Koyuncu. 2012. Elmalarda dal mimarisi. *YYÜ Tar. Bil. Derg.* 22(3): 180-191.
- Atay, E., and F. Koyuncu. 2013. A new approach for augmenting branching of nursery trees and its comparison with other methods. *Sci. Hortic.* 160: 345-350.
- Atay, E., and F. Koyuncu. 2017. Dallı elma fidanı yetiştirilmesi için bir yöntem. 2017/9 Resmi Patent Bülteni. Türk Patent ve Marka Kurumu Patent Tescil. Ulusal Basvuru No: TR201212156B, 21 Eylül 2017.
- Atay, E. 2021. Pruning of Non-feathered Nursery-produced apple, walnut and sweet cherry trees in the first and second leaf: less known genotype-specific approaches. pp. 39-58. *In: B. Kunter, and N. Keskin (Eds). Agricultural and Natural Research & Reviews. Livre De Lyon, Lyon, France.*
- Cline, M. G. 1991. Apical dominance. *Bot. Rev.* 57: 318-358.
- Costes, E., P. E. Lauri, and J. L. Regnard. 2006. Analyzing fruit tree architecture: implications for tree management and fruit production. *Hortic. Rev.* 32: 1-61.
- Duyvelshoff, C. R. A. 2011. Plant Bioregulator strategies to alleviate biennial bearing, enhance precocity, and control vegetative growth of Northern Spy apple trees. Master of Science Thesis. The Faculty of Graduate Studies of The University of Guelph Ontario.
- Elfving, D. C., and D. B. Visser. 2007. Improving the efficacy of cytokinin applications for stimulation of lateral branch development in young sweet cherry trees in the orchard. *HortScience* 42: 251-256.
- Elfving, D. C. 2010. Plant bioregulators in the deciduous fruit tree nursery. *Acta Hortic.* 884: 159-166.
- Ferree, D. C., and J. R. Schupp. 2003. Pruning and Training Physiology. pp. 319-344. *In: D. C. Ferree, and I. J. Warrington (Eds). Apples: Botany, Production and Uses. CABI Publishing, Cambridge.*
- Forshey, C. G., D. C. Elfving, and R. L. Stebbins. 1992. Training and pruning apple and pear trees. *Am. Soc. Hortic. Sci. Alexandria.*
- Hoying, S. A., T. L. Robinson, and R. L. Andersen. 2001. Improving sweet cheery branching. *NYFQ.* 9(1):13-16.
- Jackson, J. E. 2003. *Biology of Horticultural Crops: Biology of Apples and Pears.* Cambridge University Press. 488p. Cambridge.
- Jung, H. W., and J. Y. Lee. 2008. Physical treatments influencing lateral shoot development in one-year-old Fuji/M.9 nursery apple trees. *Hort. Environ. Biotechnol.* 49(5): 265-270.
- Mika, A., Z. Buler, and A. Krawiec. 2003. Effects of various methods of pruning apple trees after planting. *J. Fruit Orn. Plant Res.* 11: 33-43.
- Popenoe, J., and B. H. Barritt. 1988. Branch induction by growth regulators and leaf removal in 'Delicious' apple nursery stock. *HortScience* 23: 859-862.
- Preston, A. P. 1968. Pruning and rootstock as factors in the production of primary branches on apple trees. *J. Hortic. Sci.* 43: 17-22.
- Quinlan, J. D., and K. R. Tobutt. 1990. Manipulating fruit tree chemically and genetically for improved performance. *HortScience* 25: 60-64.
- R Core Team 2021. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Robinson, T. L. 2003. Apple-Orchard Planting Systems. pp. 345-407. *In: D. C. Ferree, and I. J. Warrington (Eds). Apples: Botany, Production and Uses. CABI Publishing, Cambridge.*
- Srivastava, L. 2002. *Plant Growth and Development: Hormones and Environment.* Academic Press, London.
- Van Oosten, H. J. 1978. Effects of initial tree quality on yield. *Acta Hortic.* 65: 123-127.
- Volz, R. K., H. M., Gibbs, and J. Popenoe. 1994. Branch induction on apple nursery trees: effects of growth regulators and defoliation. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* 22: 277-283.
- Warner, J. 1991. Rootstock affects primary scaffold branch crotch angle of apple trees. *HortScience* 26(10): 1266-1267.
- Wertheim, S.J., and D. Webster. 2003. Propagation and Nursery Tree Quality. pp. 125-151. *In: D. C. Ferree, and I. J. Warrington (Eds). Apples: Botany, Production and Uses. CABI Publishing, Cambridge.*
- Wertheim, S. J. 2005. Pruning. pp. 176-189. *In: J. Tromp, A. D. Webster, and S. J. Wertheim (Eds). Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.*
- Wolf, J., T. Kiss, I. Ondrasek, and T. Necas. 2019. Induction of lateral branching of sweet cherry and plum in fruit nursery. *Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca* 47(3): 962-969.