

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

**BAZI BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİNİN GOLDEN
DELİCIOUS ELMASINDA ÇİÇEKLENME DÜZENSİZLİĞİ,
VERİM ve VEGETATİF GELİŞİME ETKİLERİ**

Ayşe Nilgün ATAY

**Danışman
Prof. Dr. Fatma KOYUNCU**

**DOKTORA TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2013**

© 2013 [Ayşe Nilgün ATAY]

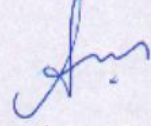
TEZ ONAYI

A. Nilgün ATAY tarafından hazırlanan "Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Golden Delicious Elmasında Çiçeklenme Düzensizliği, Verim ve Vegetatif Gelişime Etkileri" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

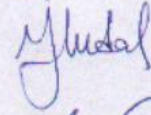
Danışman **Prof. Dr. Fatma KOYUNCU**
Süleyman Demirel Üniversitesi



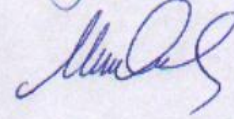
Jüri Üyesi **Prof. Dr. Mehmet Atilla AŞKIN**
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi **Prof. Dr. İbrahim ERDAL**
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi **Prof. Dr. Mehmet Ali KOYUNCU**
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi **Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN**
Selçuk Üniversitesi



Enstitü Müdürü **Prof. Dr. Mehmet Cengiz KAYACAN**

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Ayşe Nilgün ATAY

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Elma Ağaçlarında Çiçeklenme	4
2.1.1. Çiçek tomurcuğu oluşum yerleri	4
2.1.2. Çiçek tomurcuğu oluşum periyodu.....	5
2.1.3. Çiçeklenmeyi kontrol eden faktörler	6
2.1.4. Periyodisite	9
2.2. BBD'ler ile Çiçeklenmenin Düzenlenmesi	11
2.2.1. Gibberellinler ile çiçek tomurcuğu oluşumunun engellenmesi	13
2.2.2. Etefonun çiçeklenme üzerine etkisi	17
2.2.3. Pro-Ca'nın çiçeklenme üzerine etkisi	19
2.3. BBD'ler ile Vegetatif Gelişimin Kontrolü	21
2.3.1. Pro-Ca ile vegetatif gelişimin sınırlandırılması	22
2.3.2. Etefonun vegetatif gelişim üzerine etkisi	23
2.4. BBD'ler ile Meyve Kalitesinin Kontrolü	24
2.4.1. Gibberellinler ve meyve kalitesi	25
2.4.2. Etefon ve meyve kalitesi.....	27
2.4.3. Pro-Ca ve meyve kalitesi	28
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	30
3.1. Materyal.....	30
3.1.1. Deneme alanı	30
3.1.1.1. Coğrafi konum	30
3.1.1.2. Toprak özellikleri.....	30
3.1.1.3. İklim özellikleri.....	32
3.1.2. Bitkisel materyal.....	34
3.1.3. Bitki büyüme düzenleyiciler.....	35
3.2. Yöntem	36
3.2.1. Denemelerin kurulması.....	36
3.2.2. Aynı ağaçlar üzerinde 3 yıl süreyle BBD uygulamaları	36
3.2.3. Farklı ürün yüküne sahip ağaçlarda BBD uygulamaları	38
3.2.4. Çiçeklenme	40
3.2.5. Verim	41
3.2.6. Periyodisite eğilim indeksi	41
3.2.7. Vegetatif gelişim.....	42
3.2.8. Meyve kalite analizleri	43
3.2.9. Toplam karbonhidrat analizi.....	46
3.2.10. Azot analizi.....	48
3.2.11. CH:N oranı.....	50

3.2.12. İstatistik analizler.....	50
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	51
4.1. Aynı Ağaçlar Üzerinde 3 Yıl Süreyle BBD Uygulamaları	51
4.1.1. Çiçeklenme	51
4.1.2. Verim	53
4.1.3. Periyodisite eğilim indeksi	54
4.1.4. Vegetatif gelişim.....	55
4.1.4.1. Sürgün gelişimi	55
4.1.4.2. Ortalama sürgün uzunluğu.....	56
4.1.4.3. Gövde kesit alanı.....	58
4.1.4.4. Ağaç hacmi	58
4.1.5. Meyve kalite analizleri	59
4.1.5.1. Meyve iriliği ve boy/çap oranı	59
4.1.5.2. Sertlik, SÇKM, pH ve titre edilebilir asitlik	61
4.1.5.3. Meyve kabuk rengi	63
4.1.5.4. Tohum sayısı.....	64
4.1.5.5. Fizyolojik bozukluklar	65
4.1.6. CH:N oranı.....	67
4.2. Farklı Ürün Yüküne Sahip Ağaçlarda BBD Uygulamaları.....	68
4.2.1. Çiçeklenme	68
4.2.1.1. Var yılı ağaçlarına etefon uygulaması	68
4.2.1.2. Yok yılı ağaçlarına GA ₄₊₇ uygulaması	69
4.2.2. Verim	71
4.2.3. Periyodisite eğilim indeksi	74
4.2.4. Vegetatif gelişim.....	75
4.2.4.1. Sürgün gelişimi	75
4.2.4.2. Ortalama sürgün uzunluğu.....	76
4.2.4.3. Gövde kesit alanı.....	76
4.2.4.4. Ağaç hacmi	77
4.2.5. Meyve kalite analizleri	78
4.2.5.1. Meyve iriliği ve ve boy/çap oranı	78
4.2.5.2. Sertlik, SÇKM, pH ve titre edilebilir asitlik	79
4.2.5.3. Meyve kabuk rengi	80
4.2.5.4. Tohum sayısı.....	80
4.2.5.5. Fizyolojik bozukluklar	81
4.2.6. CH:N oranı.....	82
5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR	83
KAYNAKLAR	99
ÖZGEÇMİŞ	122

ÖZET

Doktora Tezi

BAZI BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİNİN GOLDEN DELİCIOUS ELMASINDA ÇİÇEKLENME DÜZENSİZLİĞİ, VERİM VE VEGETATİF GELİŞİME ETKİLERİ

Ayşe Nilgün ATAY

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fatma KOYUNCU

Bu çalışmada; GA₄₊₇, etefon ve Pro-Ca uygulamalarının M9 anacına aşılı Golden Delicious elmasında çiçeklenme düzensizliği, verim, vegetatif gelişim ve meyve kalitesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 2010 ile 2012 yılları arasında iki farklı deneme yürütülmüştür. Aynı ağaçlar üzerinde üç yıl süreyle farklı bitki büyüme düzenleyici uygulamaları yapılan birinci denemede; yıl seçmeden (var yılı, yok yılı) üniform yapıdaki ağaçlara her yıl aynı uygulamalar yapılmıştır. İkinci denemede ise farklı ürün yüküne sahip ağaçlar kullanılmış ve 2010 yılında var yılı ağaçlarına etefon, yok yılı ağaçlarına ise GA₄₊₇ uygulaması yapılmıştır.

Golden Delicious elmasında aynı ağaçlar üzerinde GA₄₊₇ uygulaması 3. yılda kontrole kıyasla çiçeklenme değerlerini %28-48 oranında, ağaç başı meyve sayısını ise %44 oranında azaltarak ürün yoğunluğunda yaklaşık %50 oranında bir azalış sağlamıştır. Buna karşın ağaç başı verim ve gövde kesit alanına düşen meyve ağırlığı değerlerinde önemli bir farklılık görülmemiştir. Nitekim GA₄₊₇ uygulaması yıllara göre meyve iriliğinde %15-49 oranında artış sağlamıştır.

İkinci denemedeki yok yılı (2010) GA₄₊₇ uygulamasından benzer sonuçlar elde edilmiş olup, bir sonraki var yılında kontrole göre çiçek yoğunluğunun %17-45 oranında azaldığı saptanmıştır.

Etefon ve Pro-Ca uygulamalarının çiçeklenme üzerine olan etkileri genel olarak önemsiz bulunmuştur.

Ardışık yıllardaki ağaç başı verim değerlerine göre hesaplanan periyodisite eğilim indeksi; kontrol ve Pro-Ca uygulanan ağaçlarda yüksek, etefon uygulananlarda orta, GA₄₊₇ uygulananlarda ise düşük (0.41) bulunmuştur. Ağaç başına hüzme sayısı esas alınarak hesaplanan değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksine göre ise; GA₄₊₇ uygulanan ağaçlarda periyodisite şiddetinin orta, diğer bütün uygulamalarda ise yüksek olduğu saptanmıştır.

Vegetatif gelişimin kontrolünde en etkili uygulamanın Pro-Ca olduğu ve sürgün uzunluğunu %40-43 oranında azalttığı saptanmıştır.

GA₄₊₇, etefon ve Pro-Ca uygulamalarına kıyasla meyve kalitesi açısından daha iyi sonuçlar sağlamıştır. GA₄₊₇'nin meyve iriliği ve boy/çap oranındaki artışla birlikte pas oluşumunun kontrolünde de çok etkili bir uygulama olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Periyodisite, gibberellin, etefon, Pro-Ca, ürün yükü yönetimi, meyve kalitesi, pas, tohum sayısı, partenokarpi, acı benek, sürgün uzunluğu, CH:N oranı, var yılı, yok yılı

2013, 123 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE EFFECTS OF SOME PLANT GROWTH REGULATORS ON IRREGULAR FLOWERING YIELD AND VEGETATIVE GROWTH IN GOLDEN DELICIOUS APPLE

Ayşe Nilgün ATAY

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Horticulture**

Supervisor: Prof. Dr. Fatma KOYUNCU

In this study, it was determined that effects of GA₄₊₇, ethephon and Pro-Ca applications on irregular flowering, yield, vegetative growth and fruit quality in Golden Delicious apple variety grafted onto M9 rootstock. For this purpose, two different trials were carried out between 2010 and 2012. For a period of three years on the same trees in the first experiment, different plant growth regulator applications were made of the same application every year without tree selection (on year or off year) which were uniform size. In the second experiment, the trees having different crop load, and was applied ethephon to on year trees, while sprayed GA₄₊₇ to off year trees in 2010.

GA₄₊₇ application that used same trees in Golden Delicious apple was reduced flowering by 28-48% and the number of fruit per tree by 44% in third years compared to control. GA₄₊₇ treatment provided an approximately 50% decrease in crop density. However, there was no significant difference in yields per tree and fruit weight per trunk cross-sectional area values (yield efficiency). Indeed, depending on the years, GA₄₊₇ application supplied an increase in the rate of 15-49% fruit size

Similar results were obtained GA₄₊₇ application of only off year in the second experiment. It was reduced flower density by 17-45% in the next on year compared to control.

In general, applications of ethephon and Pro-Ca had no significant effects on flowering.

Biennial bearing index calculated according to the values of yield per tree consecutive years (2010-2012) were determined the high both control and Pro-Ca treatments. Ethephon, however, were the middle group and GA₄₊₇ applied trees were low group with the 0.41 index value. Modified biennial bearing index calculated according to the values of flower clusters per tree only GA₄₊₇ treatment were the middle group, whereas the others were the high group.

Pro-Ca was the most effective application of vegetative growth control. It was reduced shoot length the rate of 40-43%.

GA₄₊₇ treatments had better results than ethephon and Pro-Ca for fruit quality. It was determined that GA₄₊₇ had very effective treatment for russet control in addition to an increase fruit size and fruit length/diameter ratio.

Keywords: Alternate bearing, gibberellin, ethephon, Pro-Ca, crop load management, fruit quality, russet, seed number, parthenocarpy, bitter pit, shoot growth, CH:N ratio, on year, off year

2013, 123 pages

TEŞEKKÜR

“Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Golden Delicious Elmasında Çiçeklenme Düzensizliği, Verim ve Vegetatif Gelişime Etkileri” konulu bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Fatma KOYUNCU’ya teşekkürlerimi sunarım. Tez izleme komitesinde yer alan sayın Prof. Dr. M. Atilla AŞKIN ve Prof. Dr. İbrahim ERDAL hocalarıma teşekkür ederim.

Tezimi destekleyen ve sağlıklı şekilde yürütülmesini sağlayan Meyvecilik Araştırma İstasyonu personeline ve emeği geçen stajyer öğrencilere teşekkür ederim.

Bitki büyüme düzenleyicilerin temininde yardımcı olan AgroBest Grup, BASF ve Sumitoma firmalarına teşekkür ederim.

2782-D-11 numaralı proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı’na teşekkür ederim.

Tezin tüm aşamalarında çok büyük yardımlarını gördüğüm eşim ve çalışma arkadaşım Ersin ATAY’a teşekkür ederim. Tez süresince moral kaynağım olan oğlum Ozan’a sevgilerimi sunarım.

Ayşe Nilgün ATAY
ISPARTA, 2013

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Elmada vegetatif tomurcuk (solda) ve generatif tomurcuk (sağda) (orjinal).....	4
Şekil 2.2. a) Lamburd, b) Taçlı kargı, c) Bir yaşlı çiçek tomurcuğu (orjinal)...	5
Şekil 3.1. Deneme alanının uydu görüntüsü.....	30
Şekil 3.2. Deneme alanının genel görünümü (2012 yılı) (orjinal).....	31
Şekil 3.3. Denemede kullanılan ağaçların genel görünümü (orjinal).....	34
Şekil 3.4. Golden Delicious elma çeşidi (orjinal).....	35
Şekil 3.5. Petal yaprakların döküldüğü evre (orjinal).....	37
Şekil 3.6. Meyve çapının 20 mm olduğu dönem (orjinal).....	37
Şekil 3.7. Meyve çapının 10 mm olduğu dönem (orjinal).....	38
Şekil 3.8. Var yılı (solda) ve yok yılı (sağda) ağaçların tam çiçeklenmedeki görünümü (orjinal).....	39
Şekil 3.9. Pembe tomurcuk dönemi (orjinal).....	40
Şekil 3.10. a) Tepe tomurcuğu, b) Uzamakta olan kese sürgünü (orjinal).....	42
Şekil 3.11. Tohumlu (solda) ve tohumuz (sağda) meyvelere ait görünüm (orjinal).....	45
Şekil 3.12. Pas oluşumunda skala değerleri. 1) Passız, 2) Meyve yüzeyinin % 30'undan azı paslı, 3) Meyve yüzeyinin %31-%60'ı paslı, 4) Meyve yüzeyinin %61'den fazlası paslı, 5) Meyve yüzeyi tamamen pasla kaplı (orjinal).....	45
Şekil 3.13. Güneş yanığı skala değerleri. 0) Güneş yanığı yok, 1) Meyve yüzeyinin %1-10'u, 2) Meyve yüzeyinin %11-25'i, 3) Meyve yüzeyinin %26-75'i, 4) Meyve yüzeyinin %76-100'ü güneş yanığı ile kaplı (orjinal).....	46
Şekil 3.14. Toplam karbonhidrat analizinin farklı aşamaları. a) Otoklavdan çıkan numuneler b) Filtre kağıdıyla süzme işlemi, c) Süzütünün pH'sının 4.5'e ayarlanması, d) Buz banyosu aşaması, e) Sıcak su banyosu, d) Spektrofotometrede okuma işlemi (orjinal).....	47
Şekil 3.15. Toplam karbonhidrat analiz yöntemi	48
Şekil 3.16. Kjeldahl yaş yakma metodunun farklı aşamaları. a) Şahit (kör) tüpü ve içinde örnek bulunan bir tüp, b) Kjeldahl yakma ünitesi, c) Kjeldahl destilasyon ünitesi, 4) Titrasyon aşaması (orjinal).....	49
Şekil 4.1. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında sürgün gelişimi üzerine etkileri (2010)	56
Şekil 4.2. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında sürgün uzunluğuna etkisi (orjinal).....	57
Şekil 4.3. Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının meyve iriliği üzerine etkisi (orjinal).....	61
Şekil 4.4. Golden Delicious elmasında kontrol (üstte) ve GA ₄₊₇ (altta) uygulamasının pas oluşumuna etkisi (orjinal)	66
Şekil 4.5. Golden Delicious elmasında var yılı (2010) etefon uygulamasının kümülatif verim üzerine etkisi	72
Şekil 4.6. Golden Delicious elmasında yok yılı (2010) GA ₄₊₇ uygulamasının kümülatif verim üzerine etkisi.....	73

Şekil 4.7. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının sürgün gelişimi üzerine etkileri (2010)... 75

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Deneme alanı toprak analiz sonuçları (0-30 cm).....	31
Çizelge 3.2. Deneme alanına ait 2010 yılı iklim verileri.....	32
Çizelge 3.3. Deneme alanına ait 2011 yılı iklim verileri.....	33
Çizelge 3.4. Deneme alanına ait 2012 yılı iklim verileri.....	33
Çizelge 3.5. İndeks değerlerine göre periyodisiteye hassasiyet grupları.....	42
Çizelge 4.1. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında hüzme sayısı, çiçek yoğunluğu, çiçeklenme indeksi ve meyve tutumu üzerine etkileri	51
Çizelge 4.2. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında verim değerleri üzerine etkileri.....	53
Çizelge 4.3. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında periyodisite eğilim indeksi ve değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksi üzerine etkileri (2010-2012).....	55
Çizelge 4.4. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında sürgün uzunluğuna etkileri.....	57
Çizelge 4.5. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında gövde kesit alanı üzerine etkileri.....	58
Çizelge 4.6. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında ağaç hacmi üzerine etkileri.....	59
Çizelge 4.7. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında meyve iriliği ve boy/çap oranı üzerine etkileri.....	60
Çizelge 4.8. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında sertlik, SÇKM, pH ve titre edilebilir asitlik üzerine etkileri.....	62
Çizelge 4.9. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında meyve kabuk rengi üzerine etkileri.....	63
Çizelge 4.10. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında tohum sayısı üzerine etkileri.....	64
Çizelge 4.11. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında pas, acı benek ve güneş yanığı üzerine etkileri.....	65
Çizelge 4.12. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında toplam karbonhidrat içeriği, azot içeriği ve CH:N oranı üzerine etkileri (2011).....	67
Çizelge 4.13. Golden Delicious elmasında var yılı (2010) etefon uygulamasının 3 yıl süresince hüzme sayısı, çiçek yoğunluğu, çiçeklenme indeksi ve meyve tutumu üzerine etkileri.....	68
Çizelge 4.14. Golden Delicious elmasında yok yılı (2010) GA ₄₊₇ uygulamasının 3 yıl süresince hüzme sayısı, çiçek yoğunluğu, çiçeklenme indeksi ve meyve tutumu üzerine etkileri.....	70
Çizelge 4.15. Golden Delicious elmasında var yılı (2010) etefon uygulamasının verim değerleri üzerine etkileri.....	71
Çizelge 4.16. Golden Delicious elmasında yok yılı (2010) GA ₄₊₇ uygulamasının verim değerleri üzerine etkileri.....	72

Çizelge 4.17. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA ₄₊₇ uygulamalarının periyodisite eğilim indeksi ve değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksi üzerine etkileri (2010-2012).....	74
Çizelge 4.18. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA ₄₊₇ uygulamalarının sürgün uzunluğu üzerine etkileri (tepe tomurcuğu oluşumu sonrası).....	76
Çizelge 4.19. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA ₄₊₇ uygulamalarının gövde kesit alanı üzerine etkileri.....	77
Çizelge 4.20. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA ₄₊₇ uygulamalarının ağaç hacmi üzerine etkileri.....	77
Çizelge 4.21. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA ₄₊₇ uygulamalarının meyve iriliği üzerine etkileri (2010).....	78
Çizelge 4.22. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA ₄₊₇ uygulamalarının sertlik, SÇKM, pH ve titre edilebilir asitlik üzerine etkileri (2010).....	79
Çizelge 4.23. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA ₄₊₇ uygulamalarının meyve kabuk rengi üzerine etkileri (2010).....	80
Çizelge 4.24. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA ₄₊₇ uygulamalarının tohum sayısı üzerine etkileri (2010).....	81
Çizelge 4.25. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA ₄₊₇ uygulamalarının pas, acı benek ve güneş yanığı üzerine etkileri (2010).....	81
Çizelge 4.26. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA ₄₊₇ uygulamalarının toplam karbonhidrat içeriği, azot içeriği ve CH:N oranı üzerine etkileri (2010).....	82

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACC	Aminocyclopropane carboxylic acid
AVG	Aminoethoxyvinylglycine
BA	6-benziladenin
BBD	Bitki büyüme düzenleyici
CH:N	Toplam karbonhidrat:azot
°C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
cm	Santimetre
Cu	Bakır
DKA	Dal kesit alanı
DU	Dal uzunluğu
DTPA	Diethylenetriaminepenta-acetic acid
Fe	Demir
FT	Flowering locus T
g	Gram
GA	Gibberellin
GC/MS	Gas chromatography–mass spectrometry
GKA	Gövde kesit alanı
HCl	Hidroklorik asit
HPLC	High-performance liquid chromatography
H ₂ SO ₄	Sülfirik asit
K	Potasyum
kg	Kilogram
LSD	The least significant difference (asgari önem farkı)
m	Metre
Mg	Magnezyum
ml	Mililitre
mm	Milimetre
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
NAA	Naftelen asetik asit
NaOH	Sodyum hidroksit
nm	Nanometre
OMRI	Organic Materials Review Institute
öd	Önemli değil
P	Fosfor
pH	Power of hydrogen (hidrojenin gücü)
ppm	Parts per million (milyonda bir)
Pro-Ca	Prohexadione-calcium
SAM	S-adenosyl methionine
SÇKM	Suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı
TÇGS	Tam çiçeklenmeden itibaren geçen gün sayısı
Zn	Çinko

1. GİRİŞ

Çiçeklenme meyve oluşumunun en kritik aşamalarından birisidir. Ticari meyve yetiştiriciliğinde çiçeklenme düzensizliği ve buna bağlı verim dalgalanmaları büyük ekonomik kayıplara yol açabilmektedir. Bu nedenle çiçeklenme, hem meyve üreticilerinin hem de araştırmacıların her zaman ilgisini çeken bir konu olmuştur. Nitekim meyve ağaçlarında çiçek tomurcuğu oluşum mekanizması ile ilgili hipotezler yaklaşık 100 yıllık bir sürece dayanmaktadır.

İlk olarak 1910-1920 yılları arasında gün uzunluğunun birçok bitkide çiçeklenme üzerine olan etkisi incelenmiştir. Ancak otsu bitkilerde görülen fotoperiyodik oluşum meyve ağaçlarında nadiren görülmektedir. Ayrıca bu etkinin fotoperiyottan ziyade günlük karbon asimilasyonu ve fotosentetik periyottaki farklılıkla ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Wilkie vd., 2008). Yine 1910'lu yıllarda Kelbs isimli Alman bir bilim adamı tarafından çiçek tomurcuğu oluşumundaki aksaklıklar besin elementi eksikliği ile açıklanmış ve CH:N (toplam karbonhidrat:azot) oranı meyve ağaçlarında çiçek tomurcuğu farklılaşmasındaki değişiklikleri açıklamada esas alınmıştır (Manakasem, 2004; Tromp, 2005a). Bu teoriye göre yüksek CH:N oranının çiçeklenmeyi teşvik ettiği, buna karşın gereğinden fazla azot gübrelemesinin çiçek oluşumunu engellediği düşünülmektedir. Fakat besin elementi miktarı, özellikle belli bir eşik seviyesine ulaştıktan sonra çiçek oluşumu için sınırlayıcı bir faktör olarak görülmemektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda genellikle pozitif bir etkinin bulunmadığı (Dolega ve Link., 1998; Grigorian ve Sharemi, 2003) ya da sabit ve düzenli bir etkinin olmadığı (Güneş vd., 2010) dolayısıyla daha uzun süreli kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu bildirilmektedir. Ancak vegetatif gelişimin sağlanması açısından gübrelemenin gerekli olduğu çok iyi bilinmekte (Dolega ve Link, 1998) ve bu teori longan gibi bazı tropik meyve türlerinde, bunun yanısıra Antep fıstığı, pıkan cevizi gibi birçok ılıman iklim meyve türünde de halen yoğun olarak çalışılmaktadır (Conner ve Worley, 2000; Spann vd., 2008; Potchanasin vd., 2009). Özellikle son çalışmalarda bazı gübrelerin hormon dengesini etkileyerek çiçeklenmede etkili olduğu yönünde öngörüler mevcuttur (Potchanasin vd., 2009).

Diğer bir hipotez olarak Chailakhyan (1937), florigen olarak adlandırılan bir hormonun çiçeklenmeyi kontrol ettiğini ileri sürmüştür. Searle (1965), gün ışığına

duyarlı bitkilerde çiçek oluşumunun yapraklarda üretilen ve tomurcuklara taşınan florigen tarafından kontrol edildiğini ifade etmiştir. Florigenin çiçeklenmeyle ilişkin genlerin aktif hale geçmesinde pozitif bir rolü olduğu ya da engelleyici genler üzerinde negatif bir rolü olduğu belirtilmektedir (Hess, 2006). Dennis ve Neilsen (1999) olgunlaşmamış elma tohumlarının çok fazla florigen çektiğini bu nedenle de aşırı meyve yükünün olduğu yıllarda, bir sonraki yıl çiçeklenme için kısmen daha az florigen bulunduğunu belirtmişlerdir. Fakat bu teorinin ispatlanabilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu bildirilmektedir (Tu, 2000). Son çalışmalarda florigenin aslında çiçeklenmeyle ilgili olaylarda etkili olan FT (Flowering Locus T) proteininin önemli bir bileşeni olabileceği ifade edilmektedir. Ancak çalışmalar genellikle otsu bitkilerle sınırlı tutulmaktadır (Turck vd., 2008). Oysa meyve ağaçlarındaki çiçek tomurcuğu oluşumu tek yıllık bitkilerden oldukça farklı olup, çok daha kompleks bir sistemdir (Bangerth, 2009).

Nitekim 1970'lerde CH:N oranı ve florigen gibi hipotezler terkedilerek, modern hormon teorisi öne sürülmüştür (Hanke vd., 2007). Chan ve Chain (1967)'in klasik denemeleri bu etkinin ispatlanmasına öncülük etmiştir. Araştırmacılar partenokarpik Spencer Seedless elma çeşidini kullandıkları çalışmalarında elle tozlamadan sonra elde edilen tohumlu meyvelerin üç hafta içerisinde uzaklaştırılmadıkları takdirde çiçeklenmeyi engellediğini, oysa tohumsuz meyvelerin böyle bir etkiye neden olmadıklarını tespit etmişlerdir. Fulford (1965, 1966a, 1966b, 1966c), elma tomurcuklarındaki gelişimsel süreci detaylı olarak incelemiş ve generatif gelişimi sınırlayıcı faktörün, bitki hormonlarının karşılıklı etkileşimi olduğunu öngörmüştür. Bu bağlamda; çiçek tomurcuğu gelişimi, meyve gelişimi ile aynı zamana rastladığı için gelişen meyvelerin tohumlarında üretilen hormonlar esas etken olarak belirlenmiştir. Luckwill (1969), tam çiçeklenmeden sonra 9. haftada elma tohumlarındaki gibberellin aktivitesinin en yüksek seviyeye çıktığını tespit etmiştir. Dolayısıyla tohumlardan taşınan gibberellinlerin kese sürgünü tomurcuklarındaki çiçek oluşumunu engellediğine dair oldukça güçlü kanıtlar bildirilmiştir (Luckwill 1970). Sonraki çalışmalarda da dışsal gibberellin uygulamalarının elmada çiçeklenmeyi azalttığı ispatlanmıştır (Marino ve Greene, 1981; Tromp, 1982; Meador ve Taylor, 1987; Greene, 1993; McArtney, 1994; Elfving, 1996; Looney, 1996; Bertelsen ve Tustin, 2002a). Geline nokta çiçek tomurcuğu oluşumunun engellenmesinde gibberellinlerin rolü kabul edilmekte ve gibberellinler elma gibi

birçok meyvede periyodisitenin esas nedeni olarak düşünölmektedir (Buban ve Faust, 1982; Hoad, 1984; Pharis ve King, 1985; Faust, 1989; Tromp, 2005a).

Gibberellinlerin çiçeklenmeyi engelleyici etkisi, var yılındaki yoğun çiçeklenmenin azaltılabilmesi için yok yılındaki gibberellin uygulamalarının etkili bir yöntem olabileceği gibi kuramlara yol açmıştır (Buban ve Faust, 1982). Aslında elmada gibberellinlerle çiçek oluşumunun azaltılması, farklı bir ürün yükü yönetimi sağlamakta ve bu uygulama dolaylı bir seyreltme metodu olarakta kabul edilebilmektedir (Garcia-Pallas vd., 2001). Etefon ya da Pro-Ca (prohexadione-calcium) uygulamalarıyla ise gibberellin uygulamalarının aksine; karşı bir strateji ile yani çiçek oluşumunu teşvik ederek ürün yükü yönetiminin sağlanması beklenmektedir.

Ticari elma yetiştiriciliğinde üreticiler, gübreleme, sulama, hastalık ve zararlılarla mücadele için ciddi kaynaklar ayırmak zorundadırlar. Dolayısıyla ekonomik sürdürülebilirliklerini sağlayabilmeleri için mutlaka düzenli ürün ve yüksek meyve kalitesine ulaşmaları gerekmektedir. Budama, sulama, gübreleme ve seyreltme gibi standart uygulamalar vegetatif ve generatif gelişim arasındaki dengeye yardımcı olmakta fakat periyodisite döngüsünün kırılmasında yetersiz kalmaktadırlar. Elmalarda çiçeklenmenin büyük oranda hormonal bir kontrol sistemine dayanması, çiçeklenmenin teşvikinde ya da engellenmesinde BBD (bitki büyüme düzenleyici)'lerin potansiyel etkilerinin ispatlanmış olması, periyodisite döngüsündeki iniş ve çıkışların teorik olarak azaltılabileceği fikrinin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Bu çalışma ile Eğirdir/Isparta ekolojisinde periyodisite eğilimi yüksek olan Golden Delicious elmasında çiçeklenme düzensizliğinin azaltılabilmesi dolayısıyla periyodisitenin hafifletilebilmesi için GA₄₊₇, etefon ve Pro-Ca gibi BBD uygulamaların etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca yapılan uygulamaların meyve kalitesi, verim ve vegetatif gelişim üzerine olan etkileri de incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Elma Ağaçlarında Çiçeklenme

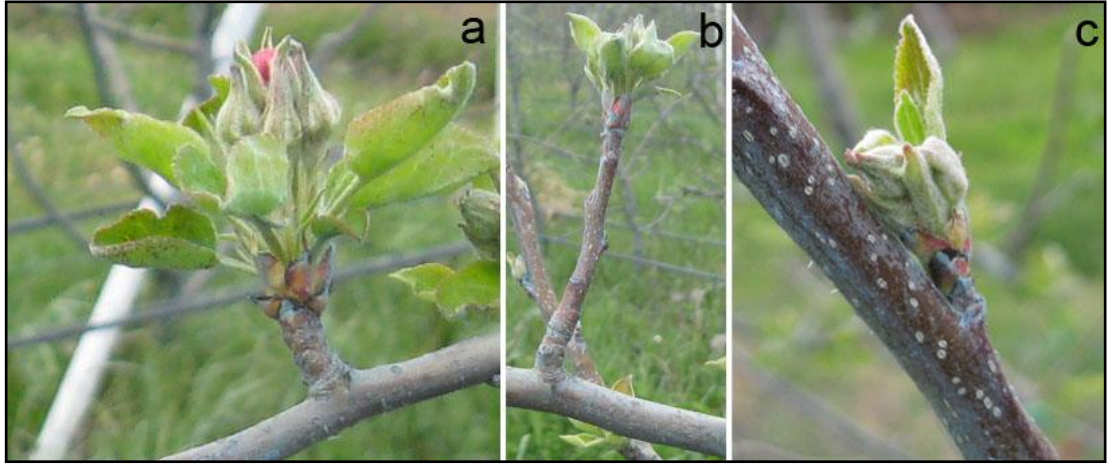
2.1.1.Çiçek tomurcuğu oluşum yerleri

Meyve ağaçlarında yaprak (vegetatif) ve çiçek (generatif) tomurcukları olmak üzere iki tip tomurcuk bulunmaktadır (Şekil 2.1). Yaprak tomurcukları sadece yaprak primordiası içerirken, çiçek tomurcukları bir veya daha fazla sayıda çiçeğe ilaveten yumuşak çekirdekli meyvelerde olduğu gibi yaprakları da içerebilmektedir (Tromp, 2005a). Elmada bir hüzme üzerinde biri kral, 4-6'sı lateral olmak üzere genellikle 5-7 adet çiçek bulunmaktadır (Silbereisen, 1988; Hanke vd., 2007).



Şekil 2.1. Elmada vegetatif tomurcuk (solda) ve generatif tomurcuk (sağda) (orjinal)

Elmada çiçekler lamburdlar (Şekil 2.2a) ya da taçlı kargılarda (Şekil 2.2b) olduğu gibi terminal pozisyonda veya lateral pozisyonda (Şekil 2.2c) bulunabilirler (Costes vd., 2006; Atay ve Koyuncu, 2012). Elmada lamburdlar bir çiçek hüzmesine sahip, küçük rozet şeklinde spur yapraklar içeren genellikle 5 cm'den daha kısa sürgünler olarak ifade edilmektedir (Lauri vd., 1997). Spur yaprakların koltuklarında vegetatif tomurcuklar bulunmakta ve bu tomurcuklardan bir ya da iki tanesi büyüyerek kese sürgünü olarak bilinen dal tipini oluşturmaktadır (Atay ve Koyuncu, 2012).



Şekil 2.2. a) Lamburd, b) Taçlı kargı, c) Bir yaşlı çiçek tomurcuğu (orjinal)

2.1.2. Çiçek tomurcuğu oluşum periyodu

Elma ağaçlarında çiçek tomurcuğu oluşum periyodu ve süreçteki meristemin gelişimi birçok araştırmacı tarafından oldukça ayrıntılı bir şekilde çalışılmıştır (Abbott, 1970; Hanke, 1981; Verheij, 1996; Foster vd., 2003). Özellikle de elektron mikroskoplarının kullanımı bu çalışmalara büyük bir ilerleme kazandırmıştır. Genel olarak çiçek tomurcuğu oluşum periyodu; ilk uyartı (induction), ayırım (initiation), farklılaşma (differentiation), olgunlaşma (maturation) ve tam çiçeklenme (anthesis) olmak üzere beş dönemde incelenmektedir. Bütün bu fizyolojik süreçlerin en önemli aşaması hiç şüphesiz ilk uyartı (flower induction) ve ayırım (initiation) dönemi olmakla birlikte, bu dönemlerin her biri verimi sınırlayıcı birer faktör olabilmektedir (Hanke vd., 2007).

Farklı ekolojilere ve yıllara göre meyve ağaçlarındaki çiçek tomurcuğu teşekkülü zamanı haziran-temmuz aylarının başına ve sonuna doğru kayabilmekte ve hatta daha serin yerlerde ağustos ortalarına kadar gecikebilmektedir (Faust, 1989; Jackson, 2003). Elmalar için bu dönemin tam çiçeklenme ile 150 gün sonrası arasında oluştuğu kabul edilmektedir (Buban ve Faust, 1982; McCartney vd., 2001; Foster vd., 2003). Meristemin farklılaşabilmesi için 1-2 hafta gibi kısa bir süreye ihtiyaç duyulmakta (Faust, 1989) fakat daha sonra ilkbaharda fonksiyonel çiçekler oluşturabilmesi için çiçek meristeminin gelişimine devam etmesi gerekmektedir (Duyvelshoff, 2011). Eğirdir ekolojisinde elma ağaçlarında çiçek tomurcuğu farklılaşma zamanının tam çiçeklenmeden 40-50 gün sonra (haziran ayının ilk

haftasında) olduğu tespit edilmiştir (Kaçal ve Koyuncu, 2010). Genel olarak bu devre meyve ağaçlarında sürgün büyümesinin durakladığı, yani tepe tomurcuğunun oluşmaya başladığı zamanı kapsamaktadır.

Topuzlar ya da kargılar üzerindeki çiçek tomurcuğu oluşumunun, odun dallarında lateral pozisyonlu bir yaşlı çiçek tomurcuklarına kıyasla 5-6 hafta önce oluştuğu bildirilmiştir (Zeller, 1960). Nitekim bir yaşlı çiçek tomurcuğu oluşumunda bir üniformite bulunmamaktadır. Bu tomurcuklarda sonbaharda, kış aylarında ve hatta erken ilkbaharda vegetatiften generatife geçiş görülebilmektedir. Bu tarz tomurcuklarda çiçek kaliteleri genellikle yetersiz olmakta ve çoğu zaman meyve tutumu gerçekleşmemektedir (Tromp, 2005a).

2.1.3. Çiçeklenmeyi kontrol eden faktörler

Meyve ağaçları çiçek oluşturmak için her şeyden önce belirli bir yaşa ulaşmalıdırlar. Tohum çimlenmesi ile ilk çiçeklerin görülmesi arasında geçen çiçeksiz dönem gençlik dönemi veya gençlik kısırlığı olarak adlandırılmaktadır (Wilkie, 2008; Bangerth, 2009). Zimmerman (1972)'e göre gençlik kısırlığı periyodu sadece tohumla çoğaltılan bitkilere özgü genetik bir özelliktir. Dolayısıyla aşılama ya da çelikle elde edilen yeni sürgünler aslında olgun bir doku olup çiçek tomurcuğu oluşturma yeteneğindedirler (Neilsen, 1998). Bu durum da çiçeksiz olsalar bile vegetatif olarak çoğaltılan bitkiler aslında genç değillerdir (Tromp, 2005a). Olgun bitkilerin vegetatif çoğaltılması, çiçeklenme yeteneğinin geçici kaybına neden olmakta ve ağaçlar bu durumu çok geçmeden yeniden kazanabilmektedirler. Ticari yetiştiricilikte de anaç kullanımı esas olduğu için, meyve ağaçlarındaki çiçeklenme mekanizması, aslında olgun dokulardaki çiçeklenmenin kontrolünü kapsamaktadır.

Meyve ağaçlarında çiçek tomurcuğu oluşumu oldukça kompleks bir olay olup, ilk uyardıdan tam çiçeklenmeye kadar birçok faktör ve koşul tarafından etkilenmektedir. Bu faktörleri genel olarak dışsal (ekolojik koşullar, besin elementleri ve kültürel uygulamalar gibi) ve içsel faktörler (anaç, çeşit, yapraklar, meyveler, tohumlar, bitki hormonları gibi) olarak nitelendirmek mümkündür.

Meyve ağaçlarında çiçek tomurcuğu teşekkülü ve gelişimi doğrudan ya da dolaylı olarak ekolojik koşullardan etkilenebilmektedir. Özellikle ışık ve sıcaklık oldukça önemli faktörlerdir. Gölgelemenin çiçek tomurcuğu oluşumunu azaltması ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu konuda %30'luk bir gölgeleme, elma ağaçlarında çiçek tomurcuğu oluşumu için eşik değer olarak kabul edilmektedir (Gur, 1985). Fakat bu durum büyük oranda direk bir etkiden değil, asimilat üretimi ve onun büyüme üzerine etkileri ile ilişkili olarak indirek bir faktörden kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra özellikle yüksek sıcaklıkların çiçeklenmeyi negatif yönde etkilediği ve optimum sıcaklığın 16 °C (Tromp, 2005a) ile 27 °C (Zhu vd., 1997) arasında olduğu düşünülmektedir. Ancak bir önceki yıl meydana gelen sıcaklıkların çiçek tomurcuğu oluşumundan ziyade, çiçek kalitesini etkilediği çok daha açıktır. Özellikle yüksek sıcaklıkların çiçeklerde şekil bozukluklarına yol açabildiği bilinmektedir (Tromp, 2005a). Nitekim ekolojik koşullar ılıman iklim meyve türlerine kıyasla, subtropik ve tropik meyve türlerinde çok daha baskın bir faktördür (Bangerth, 2009).

Çiçek tomurcuğu oluşumunda sulamanın rolü oldukça çelişkilidir. Genellikle belirli bir su kısıtlaması çiçeklenme için faydalı olabilmektedir. Özellikle tam çiçeklenmeden sonraki ilk 60 gündeki kısıtlamalar bir sonraki yıl çiçeklenmeyi teşvik edebilmektedir (Mitchell vd., 1984). Diğer taraftan sulama suyu ile bir arada verilen gübreler (fertigasyon) çiçeklenmeyi çok daha büyük oranda etkileyebilmektedir (Kipp, 1992). Azot uygulamaları bahçenin beslenme durumuna ve uygulama oranına bağlı olarak çiçeklenmeyi kontrol edebilmektedirler. Eğer azot aşırı miktarda uygulanırsa sürgün büyümesini uyarıp tomurcuğun vegetatif kalmasına dolayısıyla çiçeklenmenin azalmasına ve periyodisiteye neden olabilmektedir (Jackson, 2003). Diğer taraftan azot noksanlığı da çiçeklenmeyi azaltabilmektedir (Raese vd., 2007).

Çiçeklenmenin kontrolü için erken dönemde meyvelerin bir kısmının uzaklaştırılması (seyreltme) yetiştiricilikte çok yaygın bir uygulama olup biçimsel olarak ürün yükü yönetimi şeklinde ifade edilmektedir. Bu amaçla üreticiler aşırı ürün yükünü azaltıcı çeşitli seyreltme teknikleri kullanmaktadırlar. Başta elma olmak üzere birçok yumuşak ve sert çekirdekli meyve türünde kimyasal seyrelticilerin önemi, pratik uygulaması ve mekanizması ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmış olup literatürde bu çalışmaların değerlendirildiği birçok derleme de mevcuttur

(Forshey, 1987; Link, 2000; Wertheim, 2000; Dennis, 2000; Dennis, 2002; Fallahi ve Willemsen, 2002; Greene, 2002; Byers, 2003). Yapılan çalışmalarda seyreltme uygulamalarının ertesi yılın çiçeklenmesi üzerine olan etkisi genellikle yetersiz olarak ifade edilmektedir. Seyreltme uygulamaları ile çiçek tomurcuğu oluşumundan ziyade mevcut yıldaki meyve kalitesinin iyileştirilmesinin daha olası olduğu belirtilmektedir (Wright vd., 2006). Bu uygulamaların çiçek oluşumunu kısmen sınırlandırarak periyodisiteyi hafifletmesi ise her zaman beklenen bir durum olmuştur. Nitekim 1950'lerden sonra kimyasal seyrelticilerin kullanımı ile yıldan yıla olan verim dalgalanmalarının kısmen azaltılabildiği birçok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir.

Modern hormon teorisinin geliştirilmesiyle birlikte meyvelerin dolayısıyla tohumların birçok meyve türünde çiçeklenmeye etki eden en önemli organlar olduğu kabul edilmektedir. Chan ve Cain (1967)'in klasik denemesi ile bu konuya oldukça açıklayıcı bir cevap elde edilmiştir. Spencer Seedless, apetalus (doğal olarak petal ve sepalleri eksik) bir elma çeşidi olup tozlanma için böcekleri cezbetmemektedir. Dolayısıyla da genellikle tohumlu meyveler oluşturmaktadır. Araştırmacılar elle tozlama ile bu çeşitte tohumlu meyve elde etmişler ve bir sonraki bahar aylarında uygulama yapılan ağaçlarda çiçeklenmenin önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. Oysa tohumlu meyveli ağaçlarda böyle bir etkiye rastlamamışlardır. Tohumlu meyveli ağaçların %90'ının tekrar çiçek açtığı, tohumlu meyvelilerde ise bu rakamın %13'e düştüğü bildirilmiştir. Çalışmada sadece tohum varlığı önemli iken, tohum sayısı önemsiz bulunmuştur. Araştırmacıların elde ettiği bu bulgular gelişmekte olan tohumların çiçek tomurcuğu oluşumunun başlıca engelleyicisi olduğu hipotezini ispatlamıştır. Bu durumu sadece tohumlar ve gelişmekte olan tomurcuklar arasındaki besin elementi ya da karbonhidratların rekabeti ile açıklamak mümkün görülmemektedir. Dolayısıyla birçok araştırmacı tarafından tohumlardan üretilen gibberellinlerin çiçek tomurcuğu oluşumunu negatif yönde etkilediği ve gibberellinlerin çiçeklenmede direkt bir rolü olduğu düşüncesi ağırlık kazanmıştır (Buban ve Faust, 1982; Hoad, 1984; Pharis ve King, 1985; Faust, 1989; Dennis ve Neilsen, 1999).

2.1.4. Periyodisite

Periyodisite zeytin, avokado, mango, turunçgiller, sert kabuklu meyveler, armut ve elma gibi birçok meyve türünde görülen fizyolojik bir olaydır (Monselise ve Goldschmidt, 1982). En basit anlatımla periyodisite, aşırı verimli bir yılın ardından kısmen veya tamamen verimsiz bir yıl yaşanması olarak tanımlanmaktadır. Verimli geçen yıl var yılı, verimsiz veya az verimli yıl ise yok yılı olarak belirtilmektedir. Periyodisite bazen iki veya daha fazla ard arda var yılı ya da yok yılı şeklinde de oluşabilmektedir. Bu etki bir ağaçta bölgesel olarak oluşabilmektedir. Yani periyodisite bir ağaç üzerinde her bir dalda var yılı ya da yok yılı şeklinde de görülebilmektedir (Buban ve Faust, 1982).

Periyodisitenin bahçe verimi ve meyve kalitesi üzerine olan olumsuz etkisi çok iyi bilinen bir konudur. Hem var yılındaki hem de yok yılındaki meyve kalitesi genellikle pazarlanamaz düzeydedir. Var yılında aşırı ürün yükünden dolayı yeterli büyüklük ve renk sağlanamazken, yok yılında fazla iri meyvelerden dolayı fizyolojik bozukluklar ve depolama kayıpları artmaktadır. Ayrıca periyodisite gösteren elma çeşitlerindeki kümülatif verim, göstermeyenlere kıyasla çoğu kez daha düşüktür (Jonkers, 1979). Var yılındaki bir ağaçtaki toplam meyve verimi, yok yılındakinin 2 katı veya daha fazlası olabilmektedir. Örneğin Delicious elmasında var yılındaki verim 69.4 ton/ha iken, yok yılındaki verim 16.7 ton/ha ve bir sonraki var yılındaki verim ise 71.4 ton/ha olarak tespit edilmiştir (Bukovac vd., 2006). Açıkça görülmektedir ki yıllar arasındaki bu değişimler üreticilerin yıllık gelirini, işletmelerinin karlılığını ve sürdürülebilirliğini önemli düzeyde etkilemektedir.

Periyodisite meyve ağaçlarında çok yaygın bir durum olmasına rağmen, türler arasında çiçeklenme zamanları, çiçek özellikleri, çiçek ve meyve dökümleri, meyve gelişim süreleri, dinlenme dönemleri ve vegetatif aktiviteleri gibi birçok açıdan farklılıklar bulunması, periyodisite mekanizmalarında da farklılıklara neden olabilmektedir (Monselise ve Goldschmidt, 1982). Örneğin Antep fıstığında periyodisitenin mekanizması diğer meyve türlerinden oldukça farklıdır. Çünkü Antep fıstığında çiçek tomurcuğu gelişiminin engellenmesinden ziyade gelişen çiçek tomurcuklarının dökümü söz konusudur. Hormonal bir kontrol mekanizmasının yanı sıra, özellikle gelişen meyvelerle çiçek tomurcukları arasındaki karbonhidrat rekabeti

üzerinde durulmaktadır (Spann vd., 2008). Benzer şekilde pikan cevizinde de hormonal bir engelleyiciden ziyade karbonhidratların hareketi önemli görülmektedir (Conner ve Worley, 2000). Zeytinde vegetatif ve generatif gelişim arasında çok hassas bir denge olduğu, var yılındaki meyvelerin yeni dalların oluşumunu dolayısıyla sonraki yılın çiçek sayısını azalttığı öngörülmektedir. Bununla birlikte yaprağını dökmeyen birçok meyve türünde olduğu gibi zeytindeki çiçeklenmede de iklim faktörleri oldukça önemlidir (Lavee, 2006). Turunçgillerde genellikle tohumuz çeşitler (satsuma mandarini hariç) tohumlulara kıyasla daha düzenli ürün vermektedirler. Dışsal gibberellin uygulamalarının turunçgillerde de çiçeklenmeyi azaltması hormonal faktörleri esas kılsada turunçgillerde periyodisitenin derecesi iklim, toprak ve hatta kullanılan anaca bağlı olarak bile büyük oranda değişebilmektedir (Monselise ve Goldschmidt, 1982). Elma, armut gibi meyve türlerinde ise periyodisite uzun süredir ve daha ayrıntılı olarak çalışılmıştır (Jonkers, 1979). Geline nokta da çiçek tomurcuğu oluşumunun engellenmesinde gibberellinlerin rolü kabul edilmekte ve gibberellinler elma gibi birçok meyvede periyodisitenin esas nedeni olarak düşünülmektedir (Buban ve Faust, 1982; Hoad, 1984; Pharis ve King, 1985; Faust, 1989; Tromp, 2005a).

Periyodisiteye eğilimde kritik faktörün çeşit olduğu bildirilmektedir. Elmada gelişmekte olan meyvelerdeki gibberellin konsantrasyonu çeşitler arasında büyük oranda farklılık gösterdiği için (Stephan vd., 1999; Eccher vd., 2008), çeşitlerin periyodisiteye olan eğilimlerinde farklı olması oldukça normal kabul edilmektedir. Delicious, Fuji, Honeycrisp, Golden Delicious gibi ticari öneme sahip elma çeşitlerinin birçoğunun periyodisite eğilimi yüksek olarak bildirilmektedir. (Cline ve Gardner, 2005; McArtney vd., 2007). Genel olarak spur çeşitler periyodisiteye daha hassastır (Jonkers, 1979). Lespinasse ve Delort (1993), daha uzun kese sürgününe sahip Granny Smith ve Rome Beauty gibi sarkık gelişen çeşitlerde periyodisitenin daha az olduğunu, buna karşın daha kısa kese sürgünlerine sahip Golden Delicious gibi standart gelişime sahip çeşitlerde ise periyodisitenin daha çok görüldüğünü bildirmişlerdir.

Periyodisitenin nicel olarak ölçümünde Hoblyn vd. (1936) tarafından ileri sürülen periyodisite eğilim indeksi kullanılmaktadır. Bu indeks en az üç yıl olmak şartıyla her bir ağaç için ardışık yıllardaki verim toplamının, verim farklılıklarına

bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Sonuçlar 0 ile 1 arasında bir değer almakta ve 0 düzenli verimi, 1 ise şiddetli bir periyodisiteyi ifade etmektedir. Böylelikle yıllar arasındaki değişimin şiddeti rakamsal olarak ifade edilebilmektedir. Periyodisite gibi son derece karmaşık bir olayın bu şekilde değerlendirilmesi hem araştırmacılara hem de yetiştiricilere daha anlamlı sonuçlar sağlamaktadır.

Ancak daha sonra Racsko (2008) tarafından sadece verim dalgalanmalarına göre periyodisitenin hesaplanması çok da doğru bulunmamış ve periyodisiteye eğilimin çiçek oluşumuna göre hesaplandığı farklı bir indeks daha geliştirilmiştir. Değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksi (modified alternate bearing index) olarak ifade edilen bu indekste yine aynı eşitlik kullanılmakta ve sadece ağaç başı verimlerin yerini çiçeklenme değerleri almaktadır. Nitekim birçok bitkide çiçeklenme, generatif gelişim için yeterli kabul edilmekte ve meyve tutumu çok daha farklı bir konu olarak ele alınmaktadır. İlkbahar geç donları, tozlayıcı çeşit eksikliği, yeterli arı popülasyonunun bulunmaması, hasat önu dökümler, hastalık ve zararlılar, sulama, gübreleme, budama ve terbiye hataları gibi birçok faktör mevcut yılın ürününü dolayısıyla verimi etkileyebilmektedir. Bu açıdan sadece verime göre periyodisite değerinin hesaplanması bazen yanıltıcı olabilmektedir.

Periyodise son derece karmaşık bir problem olmasına rağmen en nihayetinde bunun kontrolü çiçeklenmenin düzenlenmesine uzanmaktadır. Bunun için çiçek ve vegetatif tomurcuk oluşumu arasındaki dengenin iyi oluşturulması gerekmektedir (Duyvelshoff, 2011). Bu nedenle son yıllarda periyodisitenin kontrolü için BBD'lerin kullanımı ile ilgili araştırmalar giderek artmaktadır.

2.2. BBD'ler ile Çiçeklenmenin Düzenlenmesi

Hormonlar, bitkilerde bütün fizyolojik olaylarda çok düşük konsantrasyonda etkili olabilen organik maddelerdir. Hormonlar klasik olarak beş grupta (oksin, gibberellin, sitokinin, absisik asit ve etilen) incelense de brassinosteroidler, poliaminler ve jasmonatlar gibi çok sayıdaki diğer bazı bileşiklerde artık listeye eklenmiş durumdadır. Ancak bazı bileşiklerin etkilerinin çok genel olmadığı sadece birkaç türle sınırlı olduğu yönündeki tartışmalar halen devam etmektedir (Tromp, 2005b). Hormonların her biri spesifik rollere sahip olmakla birlikte, bitkilerdeki hormonal

denge oldukça karmaşıktır. Çoğu durumda bir arada ya da birbirlerine karşı etki gösterebilmektedirler. Bitki hormonları terimi genellikle içsel maddeler için kullanılmakla birlikte, dışsal olarak kullanılan büyüme maddeleri ise BBD'ler olarak ifade edilmektedir.

BBD'ler bitkilerde büyüme ve gelişme ile ilgili etkinliklerin değiştirilmesinde kullanılan çoğunlukla sentetik bileşiklerdir. Hatta gibberellinler ve AVG (aminoethoxyvinylglycine) dışında bütün diğer BBD'ler sentetik olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak genel bilinenin aksine bu durum herhangi bir tehlike anlamına gelmemektedir. Örneğin etefon kolayca ayrışabilen zararsız bir bileşik olarak görülmektedir (Wertheim ve Webster, 2005). Her ne kadar pestisitlerle aynı grupta değerlendirilse de aslında BBD'lerin insan sağlığı ve çevresel riskleri diğer bitki koruma ürünlerinin çok gerisindedir.

BBD'ler genellikle sulu solüsyonlar şeklinde bütün ağaca uygulanırlar. Ağaç tarafından ya da hedeflenen organlar tarafından absorpsiyonu çok az düzeyde olduğu için uygulanan BBD'lerin büyük bir kısmı boşa gitmektedir. Doğru dokular tarafından absorpsiyonu arttırılabilirse uygulanan miktarın önemli düzeyde azaltılabileceği bilinmektedir. Ancak meyve yetiştiriciliğinde BBD'lerin sadece hedeflenen organa uygulanması şu an için mümkün gözükmemektedir (Wertheim ve Webster, 2005).

BBD'ler bitkilerde doğal olarak oluşan hormonların biyosentezini veya işlevini uyararak, engelleyerek ya da taklit ederek etkili olurlar (Wertheim ve Webster, 2005). 1930'lardan bu yana BBD'ler meyve yetiştiriciliğinde çok geniş bir kullanım alanına sahip olmuşlardır. Vegetatif gelişimin kontrolü, meyve kalitesinin arttırılması ve çiçeklenmenin düzenlenmesi önemli kullanım alanlarındandır (Petracek vd., 2003; Duyvelshoff, 2011). Ancak uygulamada etkili bütün parametrelerin iyi anlaşılıp dikkatli olunması gerekmektedir. En nihayetinde BBD uygulamalarının pratikteki başarısı sağladıkları faydanın, uygulama maliyetinden yüksek olmasına bağlıdır.

2.2.1. Gibberellinler ile çiçek tomurcuğu oluşumunun engellenmesi

Gibberellinler ent-gibberellane yapısına dayalı büyük bir tetracyclic diterpenoid carboxylic asit grubudur. İsimlendirilmeleri keşfediliş sırasına göre $GA_{1,2,3...n}$ şeklindedir (Tu, 2000). Bugüne kadar 136 farklı tipte gibberellin bulunmuştur (Anonymous, 2012a). Gibberellinler sürgünlerin genç dokularında ve genç embriyolarda terpenoid yollarla sentezlenmektedir. Biyosentezleri kloroplastlarda başlamakta ve sonradan hücre zarı ile sitoplazmada devam etmektedir. Gibberellinler genellikle floem ve ksilemde taşınmaktadırlar (Taiz ve Zeiger, 2002). Bitki hormonları içerisinde gibberellinler başta hücre büyümesi, gövde uzaması, meyve tutumu, meyve büyümesi, çiçeklenme ve tohum çimlenmesi olmak üzere birçok fizyolojik olayda etkili olup bitkinin yaşam döngüsünün her evresinde görev almaktadırlar (Phillips, 1998).

Elmada olgunlaşmamış tohumlar gibberellinlerin ana kaynağıdır. Tohumlardaki gibberellin içeriği, yaprak ve sürgünlerin 15-500 katı civarındadır (Luckwill, 1974). Dennis (1976), en yoğun gibberellin aktivitesinin haziran dökümünden kısa bir süre önce olduğunu ve gelişmekte olan tohumlarda meyve etine kıyasla 3000 kat daha fazla gibberellin olduğunu bildirmiştir. Gibberellinlerin elmada çiçek tomurcuğu oluşumunu engelleyici etkisi Luckwill (1970) tarafından detaylı olarak anlatılmıştır. Araştırmacı Emness Early elmasında tohumlardaki gibberellin içeriğinin tam çiçeklenmeden 4-5 hafta sonrasında artmaya başladığını, 9. ve 10. haftalarda da maksimum konsantrasyona ulaştığını bildirmiştir. Tohumlardaki gibberellin üretiminin başlaması ile çiçek tomurcuğu oluşum zamanı arasındaki yakın ilişki çiçeklenme üzerine gibberellinlerin anahtar rolünün güçlü bir kanıtı olup, gelişmekte olan meyvelerden yayılan gibberellinlerin periyodisitenin başlıca nedeni olduğu bildirilmektedir (Williams ve Edgerton, 1981; Tromp, 2005a). Aşırı verimli yılda yayılan gibberellinler çiçek tomurcuğu oluşumunu engellemekte ve böylece bir sonraki yılda çiçeklenme ve verimi azaltmaktadırlar. Verimin az ya da hiç olmadığı yılda gibberellin yayılımının da az ya da hiç olmadığı ifade edilmektedir (Faust, 1989).

Çok geniş bir gruba sahip olan gibberellinlerin elmadaki tam formları halen tamamlanamamıştır. Tu (2000), çiçek tomurcuğu oluşumu üzerine gibberellinlerin

etkisini açığa çıkarmak için periyodisite gösteren (Fuji) ve göstermeyen (Gala) iki elma çeşidinin tohumlarında GC-MS ile içsel gibberellin analizleri yapmıştır. Araştırmacı, her iki çeşitte de 17 farklı gibberellin (GA₁, GA₃, GA₄, GA₇, GA₂₀, GA₃₁, GA₃₄, GA₃₅, GA₄₄, GA₄₅, GA₅₀, GA₅₄, GA₆₁, GA₆₃, GA₆₈, GA₈₀ ve GA₈₈) tespit etmiştir. Bunlara ilaveten 6 tane de tanımlayamadığı gibberellin benzeri bileşik elde etmiştir. Fuji'nin embriyo örneklerinde Gala'ya kıyasla daha fazla sayıda gibberellin tipi olduğunu, özellikle GA₈₈'in Fuji'de çok yüksek miktarda bulunduğunu buna karşın Gala'da hiç tespit edilemediğini belirlemiştir. Araştırmacı Fuji'deki yüksek gibberellin aktivitesinin tespit edilen gibberellinlerin biyolojik olarak aktif olmasından ileri geldiğini ifade etmiştir. GA₄'ün çiçeklenmeyi uyarıcı etki yaptığını ve Gala'da daha yüksek konsantrasyonda bulunduğunu belirlemiştir. Fuji tohumlarındaki GA₁, GA₃ ve GA₇ aktivitesinin yüksek olmadığını, Gala'nın Fuji'ye kıyasla daha fazla GA₇ sentezlediğini bildirmiştir.

Stephan vd. (1999), bazı elma çeşitlerinde 6 farklı gibberellinin (GA₁, GA₃, GA₄, GA₇, GA₂₀ ve GA₃₄) miktarını tespit etmişlerdir. Periyodisite eğiliminin az ya da düşük olduğu çeşitlerde en yoğun olarak GA₄'ün, daha sonra da GA₃'ün bulunduğunu belirtmişlerdir. Buna karşın periyodisite gösteren çeşitlerde ise GA₄ ve GA₃ içeriği çok düşük bulunmuştur. Diğer gibberellinler ise her iki grupta yer alan çeşitlerde de çok düşük bulunmuştur. Hoad (1978) periyodisite gösteren Laxton's Superb elma çeşidinin kısmen daha düzenli ürün veren Cox's Orange Pippin çeşidine kıyasla daha fazla GA₃ içerdiğini tespit etmiştir. Ancak Cox's Orange Pippin çeşidinin aynı zamanda çiçeklenmeyi engelleyici etkisi olmadığı belirtilen GA₄'üde büyük miktarda içerdiği saptanmıştır (Hoad, 1978; Tromp, 1982; Prang vd., 1997). Dolayısıyla mevcut bilgilerle çiçek tomurcuğu oluşumunda her bir gibberellinin spesifik rolünü tam olarak belirlemek oldukça zordur. Özellikle GA₄ ve GA₇ gibi bazı gibberellinleri standart olarak ayrı ayrı elde etmedeki zorluklar bu konudaki denemeleri güçleştirmektedir. Gibberellin analiz yöntemlerinde HPLC ve GC/MS gibi ekipmanlar yeterli teknolojiyi sağlasa da uygulamada hala büyük problemlerle karşılaşmakta ve çoğu kez yeterli duyarlılık sağlanamamaktadır. Bitki dokularındaki gibberellin miktarını ve tipini tespit eden doğru, hızlı ekipman ve metotlara ihtiyaç duyulduğu bildirilmektedir (Tu, 2000).

Ayrıca Stephan vd. (1999) periyodisite göstermeyen tohumuz Spencer Seedless elmasındaki gibberellin konsantrasyonunun tohumlu meyveye sahip periyodisite eğilimi yüksek Golden Delicious ve Jonica elmaları ile aynı olduğunu, bu durumda Spencer Seedless elmasının perikarpından sentezlenen gibberellinlerin önemli olabileceğini bildirmişlerdir. Dolayısıyla meyvedeki gibberellinin mutlak konsantrasyonundan ziyade taşınımı, çiçeklenme ile ilgili çalışmalarda çok daha büyük bir önem taşımaktadır (Bangerth, 1997). Gibberellin taşınımı konusunda yapılacak çalışmalar çiçek oluşum mekanizmasının daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Genel olarak çiçek uyarımından önceki periyotta periyodisite gösteren elmaların tohumları, göstermeyenlere kıyasla çok daha fazla gibberellin yaymaktadırlar (Hoad, 1978). Nitekim Hoad (1978, 1980) tohumlardan tomurcuklara gibberellin taşınımının Laxton's Superb (periyodisite gösteren) elmasında Cox's Orange Pippin (periyodisite göstermeyen) elmasına kıyasla 1.9–2.5 kat daha fazla olduğunu belirlemiştir.

Vegetatif büyümeyi arttırsada diğer bitki hormonlarının aksine gibberellinlerin çiçeklenmede direk bir rolü olduğu kabul edilmektedir. Dışsal gibberellin uygulamaları bazı otsu bitkilerde çiçeklenmeden sorumlu genlerin ekspresyonunu arttırmasına (Blazquez vd., 1997) rağmen; şeftali, armut, kayısı, erik, kiraz, turunçgiller ve elma gibi birçok meyve türünde çiçek tomurcuğu oluşumunu azaltmaktadır (Ramirez, 1979). Özellikle çiçek tomurcuğu oluşum periyodu süresince uygulanan dışsal gibberellinler çiçeklenmeyi engellemektedir (Li vd., 1995). Gibberellinlerin çiçeklenmeyi engelleyici etkisi, var yılındaki yoğun çiçeklenmenin azaltılabilmesi için yok yılındaki gibberellin uygulamalarının etkili bir yöntem olabileceği gibi kuramlara yol açmıştır (Buban ve Faust, 1982). Bu konuda farklı gibberellinler ile birkaç deneme yapılmış ve oldukça başarılı sonuçlarda elde edilmiştir (Davis, 2002).

Bu denemelerin birçoğunda ticari olarak ulaşılabilinen GA₃ ve GA₄₊₇ kullanılmıştır. GA₄ ve GA₇'nin ayrı ayrı kullanıldığı bazı denemelerde mevcuttur ve bu çalışmalarda GA₄'ün çiçeklenmeyi etkilemediği bildirilmiştir (Looney vd., 1985; Greene, 1993). Tromp (1982), Cox's Orange Pippin elmasında tam çiçeklenmede GA₃, özellikle GA₇ ile GA₄₊₇ uygulamasının çiçek tomurcuğu oluşumunu önemli düzeyde azalttığını, GA₄'ün ise neredeyse hiç etkilemediğini bildirmiştir. GA₄₊₇

uygulamalarındaki etkinin GA₇'den kaynaklandığı düşünülmektedir. Dennis ve Edgerton (1966), çiçek tomurcuğu oluşumunun azaltılmasında GA₄₊₇'yi GA₃'e kıyasla daha etkili bulmuşlardır. Davis (2002) elmada gibberellinlerin engelleyici etkisini GA₇ > GA₃ > GA₄ şeklinde sıralamıştır. GA₄₊₇ uygulamalarının etkisi ise orta düzeyde belirtilmiştir (McArtney ve Li, 1998; Davis, 2002). Bertelsen ve Tustin (2002b) benzer etkinin alınabilmesi için GA₄₊₇'e kıyasla GA₃'ün daha yüksek konsantrasyonda kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Schmidt (2006), Honeycrisp ve Fuji elmalarında farklı gibberellin izomerlerinin (GA₃, GA₄, GA₇, GA₄₊₇) çiçeklemeye etkisini incelemiştir. Araştırmacı gibberellinleri 3 dönemde (petaller dökülünce, meyveler 11 mm çapında ve 20 mm çapında) ve 4 farklı dozda (0, 150, 300 ve 450 ppm) uygulamıştır. Daha önceki çalışmaların aksine GA₄ uygulamalarının çiçeklenmeyi %30-75 oranında azalttığını tespit etmiştir. En güçlü engelleyici olarak bilinen GA₇'nin ise diğer gibberellinlerden açık bir biçimde farklı olmadığını gözlemlemiştir.

McArtney ve Hoover (2005) Royal Gala elmasında 100-400 ppm aralığındaki GA₃, GA₄₊₇ ve GA₇ uygulamalarının çiçek tomurcuğu oluşumunu engelleyerek periyodisiteyi azalttığını belirlemişlerdir. Marino ve Greene (1981) ise 300 ppm GA₄₊₇ dozunun oldukça etkili olduğunu bildirmişlerdir. Genel olarak sürgün büyümesi durmadan önceki gibberellin uygulamalarının çiçek tomurcuğu oluşumunu engellemesi daha olası görülmektedir (Tromp, 1972). Schmidt vd. (2009), meyve çapının 10 mm olduğu dönemin gibberellinler için en uygun uygulama zamanı olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak çiçek tomurcuğu oluşum zamanındaki değişimlerden dolayı farklı yıllardaki uygulamaların tam zamanlarının belirlenmesinin oldukça güç olduğu düşünülmektedir (McArtney vd., 2001).

Elma dışında şeftali, armut, kiraz, badem, erik, çilek ve turunçgiller gibi diğer meyve türlerinde de gibberellin uygulamalarının çiçeklenmeyi azalttığı uzun zamandır bilinmektedir (Dennis vd., 1970; Facticeau vd., 1989; Byers vd., 1990; Gur vd., 1993; Southwick vd., 1995; Ito vd., 2000; Garcia-Pallas vd., 2001; Byers vd., 2002; Lenahan vd., 2006; Gonzalez-Rossia vd., 2007). Ancak alınan başarılı sonuçlara rağmen, yetiştiriciler özellikle ilkbahar donlarından dolayı oluşabilecek kayıpları dengelemek için bu türlerde gibberellin uygulamalarını bir risk olarak

görmektedirler. Dolayısıyla bu tarz risklerin minimum olduğu ekolojiler gibberellin uygulamaları için daha uygun olabilmektedir.

Gibberellinler genellikle fermantasyon yoluyla elde edildiği için doğal olarak oluşan bileşikler diye sınıflandırılabilirler (Wertheim ve Webster, 2005). Bugüne kadar herhangi bir insan sağlığı ya da çevresel riskleri bildirilmemiştir. Gibberellinlerin elmada zaten doğal olarak bulunduğu ve yüksek konsantrasyonlarda bile ağaca zarar vermediği belirtilmektedir (Davis, 2002). Dolayısıyla gibberellinlerin çoğunun organik yetiştiricilik açısından kullanım potansiyeli taşıdığı düşünülmektedir (Schmidt, 2006). Bununla birlikte GA₃, GA₄ ve GA₄₊₇'nin OMRI (Organic Materials Review Institute) tarafından sertifikalandırılmış ticari formülasyonları mevcuttur (Anonymous, 2012b). Gibberellin uygulamalarındaki en büyük handikap ise etkili dozlardaki uygulamaların yüksek maliyetlerinden dolayı yapılan bu çalışmaların ticari yetiştiricilikte benimsenmemiş olmasıdır (McArtney vd., 2007).

2.2.2. Etefonun çiçeklenme üzerine etkisi

Bitkide kolayca ayrışabilen zararsız bir bileşik (Wertheim ve Webster, 2005) olarak bilinen etefon (2-Chloroethylphosphonic acid) pH'sı 5'in üzerindeki sulu solüsyonlarda ayrışarak etilen oluşturmaktadır (Edgerton ve Hatch, 1972). Etilen hemen hemen bütün bitkilerde, çiçek oluşumunun yanı sıra birçok fizyolojik olayı etkilemektedir (Abeles vd., 1992). Elma ağaçlarında çiçeklenmenin olduğu bölgelerde etilen konsantrasyonu çok daha yüksek bulunmuştur (Klein ve Faust, 1978). Yaralama (Klein ve Faust, 1978) ve eğme (Tromp, 1973) gibi uygulamalar iç etilen oranını arttırabilmekte ve böylece çiçek oluşumunu uyarabilmektedir.

Etefon aslında meyvelerde seyreltici olarak tanınmaktadır. Bunun yanı sıra birçok türde generatif gelişimi uyarıcı bir etkiye de sahiptir (Westwood, 1995; Greene, 1996; Stopar, 2000a; Marini, 2004; Stopar ve Zadavec, 2004). Çiçeklenmeye olan etkisinin doğrudan mı olduğu, yoksa vegetatif gelişimi sınırladığı için mi olduğu belirsizdir (Walsh ve Kender, 1982). Etefon uygulamaları ile gibberellin uygulamalarının aksine çiçek oluşumunu teşvik ederek ürün yükü yönetiminin

sağlanması amaçlanmaktadır. Buradaki temel strateji; var yılındaki etefon uygulaması ile yok yılındaki çiçeklenmenin arttırılmasıdır.

Elmada çiçeklenmenin teşviki için literatürde bildirilen etefon konsantrasyonu 150 ile 1000 ppm arasında değişmektedir (Williams, 1972; Bukovac vd., 2006; McArtney vd., 2007; Schmidt vd., 2009;). Özellikle çiçeklenmeden sonraki 500 ppm ve üzerindeki yüksek dozlu tek bir uygulamanın vegetatif gelişimi azaltıp ertesi yılki çiçeklenmeyi arttırabileceği öngörülmektedir (McArtney vd., 2007). Ancak yüksek dozlu uygulamalarda seyreltici etkideki, meyve dökümündeki ve olgunlaşmasındaki artış her zaman potansiyel bir risk olarak görülmektedir (Byers, 1993; Autio ve Greene, 1994). Hatta 2000 ppm ve üzerindeki etefonun elmada fitotoksit etkileri gözlemlenmiştir. Bu nedenle yüksek dozlu uygulamalar önerilmemektedir. Sadece meyve vermeyen genç ağaçlarda veya ilkbahar donlarından zarar görmüş ağaçlarda büyümenin kontrolünde hiçbir sakınca olmadan kullanılabilirler.

Bukovac vd. (2006) Redchief elmasında 1998 ve 2004 yılları arasında 3 var yılı boyunca 200 ppm etefon uygulaması yapmışlardır. Uygulamaları tam çiçeklenmeden 21, 21+42 ya da 21+42+63 gün sonra olmak üzere 3 farklı dönemde yapmışlardır. Çoklu etefon uygulamaları yok yılında kontrole kıyasla çiçek yoğunluğunu %20-50 oranlarında arttırmış, var yıllarında ise %20-40 oranında azaltmıştır. Cline (2006a) Jonagold, Fuji ve Redsport Fuji elmalarında tam çiçeklenmeden 35-50 gün sonrasında bir, iki ve üç defa 150 ya da 300 ppm etefon uygulamasının çiçeklenmeye etkisini incelemiş ve en az iki uygulamanın daha etkili olduğunu belirlemiştir.

Ferree ve Schmid (2000) Fuji elmasında 10 mm meyve büyüklüğünden itibaren 4-6 hafta süresince haftalık 200 ppm etefon uygulamasının mevcut ürünü azaltmaksızın sonraki yılın çiçeklenmesini arttırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca haziran dökümü dönemindeki (taç çiçeklenmeden 35-50 gün sonra) etefon uygulaması Nured Delicious (Byers ve Carbaugh, 1991), McIntosh ve Melba (Karaszewska vd., 1986), Golden Delicious ve Cox's Orange Pippin (Luckwill ve Child, 1978) elmalarında çiçeklenmeyi arttırdığı tespit edilmiştir. Nitekim etefon tam çiçeklenmeden meyvelerin 20 mm çapa ulaştığı döneme kadar kullanılabilir (Williams ve Fallahi, 1999). Hatta bazı durumlarda 25 mm çapta bile etkili olabileceği belirtilmektedir (Autio ve Cowgill, 2009).

Etefonun çiçeklenmeyi düzenleyici potansiyeline ilişkin bazı karşıt sonuçlarda mevcuttur. Stopar (2000b) Golden Delicious elmasında tek başına 150 ppm etefon uygulamasının çiçeklenmeyi etkilemediğini, BA (benziladenin) ya da NAA (naftalin asetik asit) ile birlikte uygulanmasının daha etkili olabileceğini belirtmiştir. Schmidt vd. (2009) genel olarak etefon uygulamalarının gibberellin uygulamalarına kıyasla ağaçtaki vegetatif ve generatif dengenin kurulmasında yetersiz kaldığını ifade etmişlerdir. McArtney vd. (2007) var yılındaki etefon uygulamasının genellikle uygulamalardan sonraki yılda çiçeklenmeyi arttırdığını, ancak ilk ürün yükünün aşırı düzeyde olmasının bu etkiyi azalttığını belirtmişlerdir. Meland (1997) 150 ppm etefon uygulamasının çiçeklenmeyi etkilemediğini, bununla birlikte daha yüksek dozların ve uygulamalar esnasındaki daha yüksek sıcakların daha iyi sonuçlar verebileceğini ifade etmiştir.

Etefon uygulamaları çevresel faktörlerden çok fazla etkilenmekte ve uygulamalardan sonraki sıcaklıklar büyük farklılıklar yaratabilmektedir. Genel olarak yüksek sıcaklıklar, etefondan etilen oluşumunu arttırmaktadır (Flore ve Bukovac, 1982; Olien ve Bukovac, 1982). Örneğin Cox's Orange Pippin elmasında sıcaklığın 12 °C den 24 °C ye çıkışı ile etefonun aktivitesinin doğrusal olarak arttığı saptanmıştır (Jones ve Koen, 1985). Sıcaklığın etefon üzerindeki yoğun etkisinden dolayı, konsantrasyon çok dikkatli bir şekilde belirlenmelidir. BBD uygulamalarından hemen sonraki yağışlar kimyasalın büyük oranda yıkanmasına neden olabilmekte, fakat yağmur yağmadan önce kimyasal kuruduysa istenen etki çoğunlukla sağlanabilmektedir. Etefon gibi bazı bileşiklerde ise yağmur nedeniyle yapraklardaki kuru tortuların tekrar ıslanması ile ilave bir absorpsiyon sağlanmakta ve kimyasalın etkinliği artabilmektedir (Greene, 2002).

2.2.3. Pro-Ca'nın çiçeklenme üzerine etkisi

Pro-Ca (Calcium 3.5-dioxo-4-propionylcyclohex-3-enecarboxylate) Amerika'da Apogee® (aktif madde içeriği % 27), Avrupa'da Regalis® (aktif madde % 10), Türkiye'de ise Velonta® (aktif madde % 10) ticari adıyla tescil edilmiş bir BBD olup, aslında bir gibberellin inhibitörüdür. Pro-Ca'nın formülasyonundaki aktif bileşen prohexadione serbest bir asit olup tek başına oldukça kararsızdır. Bu nedenle onu stabilize etmek için kalsiyum kullanılmaktadır. Pro-Ca sulu solüsyonlarla

karıştırıldığı zaman bu asit serbest kalmakta (Rademacher ve Kober, 2003) ve GA₂₀ ve GA₁ arasındaki bütün gibberellinlerin biyosentezini sağlayan enzimlerin aktivitesini bloke etmektedir (Nakayama vd., 1992). Bunlar arasında da GA₂₀-3β-hydroxylase en önemli enzim olarak kabul edilmektedir. Çünkü inaktif GA₂₀'nin yüksek derecede aktif GA₁'e dönüşümünü sağlayan başlıca katalizatördür (Rademacher ve Kober 2003).

Pro-Ca'nın bitkideki yarılanma ömrü birkaç haftadır. Toprakta ise sadece birkaç saat içerisinde çoğunlukla karbondioksit olarak ayrışmaktadır. Bu kısa ömürden dolayı topraktan yapılan uygulamaları etkili değildir. Pro-Ca'nın insan sağlığı ve çevresel açıdan olumsuz etkilere sahip olmadığı, sınırlı yarılanma ömründen dolayı etkisinin de çok kısa ve geçici olduğu ifade edilmektedir (Evans vd., 1999; Rademacher, 2001; Wertheim ve Webster, 2005). Pro-Ca yaprak tarafından absorbe edildikten sonra sürgünlerin büyüme uçlarına doğru ksilem yoluyla akropetal olarak taşınır. Sürgünlerin dip kısmına doğru çok az bir miktarda hareket ettiği için sadece uygulama yapılan sürgünlerde etkilidir (Evans vd., 1999). En etkili alım için minimum 8 saate ihtiyaç duyulmaktadır (Evans vd., 1999; Rademacher, 2000).

Pro-Ca elmalarda genellikle vegetatif gelişimin kontrolünde ve ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora*) hastalığının baskılanmasında kullanılmaktadır (Cline, 2006b). Pro-Ca çiçeklenme ya da periyodisite üzerinde çok açık bir etkiye sahip değildir (Byers vd., 2004; Cline vd., 2008). Byers vd. (2004) Pro-Ca uygulamalarının çiçek sayısını arttırdığını bildirmesine rağmen, Pro-Ca'nın çiçeklenme üzerine olan etkisini tarafsız olarak tanımlamışlardır. Çünkü Pro-Ca uygulamalarının bitkilerde etilen sentezini azalttığı ve bu durumda çiçeklenmesinde azalmasının olası olduğu ifade edilmektedir (Grossmann, 1992). Etilendeki bu azalış gibberellin biyosentezinin engellemesi ile bir arada düşünüldüğünde karşılıklı etkilerin önlenebileceği ve dolayısıyla Pro-Ca'nın çiçeklenme üzerine etkisini tarafsız olduğu düşünülmektedir. Ancak genel olarak gibberellin biyosentezini ve aktivitesini engelleyen maddelerin çiçek tomurcuğu oluşumunu teşvik ettiği gözlemlenmiştir (Ramirez, 1979; Tromp, 1987; Faust, 1989; Hedden, 1990). Costa vd. (2000) Pro-Ca'nın Golden Delicious, Braeburn ve Fuji elmalarında ertesi yılki çiçeklenmeyi arttırdığını bildirmişlerdir. Ancak bu konudaki çalışmalar oldukça sınırlıdır ve birçok

BBD maddede olduğu gibi Pro-Ca'nın etkileri de çeşit bazında farklılıklar gösterebilmektedir.

Daha iyi bir sonuç alınabilmesi açısından Pro-Ca uygulamalarının büyüme başlamadan önce petaller döküldüğünde ya da bundan kısa bir süre sonra yapılması önerilmektedir. Hücre bölünme oranında azalış sağlanmaması açısından düşük dozlu Pro-Ca uygulamaları zorunlu görülmektedir (Greene, 1999; Wertheim ve Webster, 2005). Nitekim bu dönem hücre bölünmesinin en yoğun olduğu evre olup hasat zamanındaki meyve büyüklüğü ile doğrudan ilişkilidir (Karaçalı, 2004; Westwood, 1995). Elmalar için genellikle en uygun Pro-Ca dozlarının 125-250 ppm civarında olduğu kabul edilmektedir (Evans vd., 1999).

2.3. BBD'ler ile Vegetatif Gelişimin Kontrolü

Meyve ağaçlarında vegetatif büyümenin kontrol edilmesi bazı önemli avantajlar sağlamaktadır. Özellikle yeterli çiçek tomurcuğu oluşumu açısından vegetatif gelişimin kontrolü oldukça önemli görülmektedir. Nitekim vegetatif gelişim ile çiçek tomurcuğu oluşumu arasında negatif ilişki olduğu çok sayıdaki çalışmada tespit edilmiştir (Luckwill, 1970; Forshey ve Elfving, 1989; Tromp, 2005a). Birçok türde olduğu gibi elmada da sürgün uzunluğu ve çiçeklenme arasında antogonistik bir ilişki bulunmaktadır (Forshey ve Elfving, 1989). Sürgün uzunluğunu uyarıcı uygulamalar genellikle çiçeklenmeyi azaltmakta, tam tersi olarak sürgün uzunluğunun sınırlandırılması ise çiçeklenmeyi uyarmaktadır. En nihayetinde periyodisitenin önlenmesinde çiçek tomurcuğu oluşumun azaltılması yanında sürgün büyümesinin kontrolü de oldukça önemlidir (Tromp ve Wertheim, 1980). Bunun yanı sıra vegetatif gelişimdeki kontrol edilemeyen bir artış ağacın verimliliğini, meyve kalitesini, hastalık ve zararlıların kontrolünü negatif yönde etkilemektedir (Forshey vd., 1992). Ayrıca vegetatif gelişimin kontrolü budama masraflarını da önemli düzeyde azaltabilmektedir.

Meyve türlerinde ağaç büyüklüğünün kontrolünde öncelikle anaç seçimi daha sonra çeşit ve terbiye sistemi gibi etmenler önemli görülmektedir. Bunların dışında vegetatif gelişimin kontrolünde daminozide, chlormequat, etefon, paclobutrazol ve Pro-Ca gibi BBD'ler de kullanılmaktadır. Bu maddeler genellikle gibberellin

biyosentezini engelleyenler ve etilen salınımı yapanlar olmak üzere iki grupta incelenmektedir (Rademacher, 2000). Ayrıca fidanlıklar dışında pratikte pek kullanılsa da dışsal gibberellin uygulamalarının vegetatif büyümeyi teşvik ettiği bilinmektedir (Wertheim ve Webster, 2005).

2.3.1. Pro-Ca ile vegetatif gelişimin sınırlandırılması

Pro-Ca biyolojik olarak inaktif GA₂₀'nin bioaktif GA₁'e dönüşümünü engellemektedir. GA₁ gibi aktif gibberellinler hücre büyümesini ve bölünmesini uyararak sürgünlerin uzamasını sağlamaktadır. Dolayısıyla onların sentezinin engellenmesi büyümenin azalmasına yardımcı olmaktadır. Pro-Ca uygulamalarında en göze çarpan özellik boğum aralarının kısalmasıdır (Wertheim ve Webster, 2005).

Pro-Ca'nın vegetatif gelişimin kontrolünde oldukça iyi bir uygulama olduğu belirtilmektedir (Moran vd., 2000; Costa vd., 2002; Elfving vd., 2003; Asin vd., 2007). Pro-Ca'nın büyümeyi engelleyici etkisi Delicious (Byers ve Yoder 1999; Unrath 1999), Fuji (Unrath, 1999; Byers ve Yoder 1999; Byers vd. 2004), Gala (Byers ve Yoder 1999), Golden Delicious (Yoder vd. 1999) ve McIntosh (Greene, 1996; Prive' vd. 2004) gibi birçok elma çeşidinde saptanmıştır. Medjdoub ve Blanco (2004) Smoothee Golden Delicious elmasında Pro-Ca uygulamasının sürgün uzunluğunu %27-36 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Prive vd. (2006), 125 ppm çoklu Pro-Ca uygulamalarının Empire elmasında sürgün büyüklüğünü %33-37 oranında azalttığını; Cline vd. (2008) ise Pro-Ca'nın Empire ve Royal Court elmalarında sürgün uzunluğunu sırasıyla %18 ve %44 oranında azalttığını ifade etmişlerdir. Miller (2002), uygulanan doza, zamana ve çeşide bağlı olarak Pro-Ca'nın elmalarda sürgün uzunluğunu %21 ile %71 arasında kısaltabileceğini belirtmiştir. Elmalarda Pro-Ca uygulamaları ile genel olarak %40 oranında sürgün büyüklüğünün azaltılabileceği öngörülmektedir (Schwallier, 2009). Ayrıca Pro-Ca uygulamalarının budama masraflarını %30 civarında azaltılabileceği de ifade edilmektedir (Rademacher, 2004).

Genellikle ilk Pro-Ca uygulaması çiçeklenmeden hemen sonra petaller düşünce yapılmaktadır. Terminal sürgünlerin 2-5 cm uzunlukta olduğu bu dönemde yaprak yüzeyi minimum düzeyde olduğu için aktif maddenin alınımında yüksek olmaktadır

(Rademacher ve Kober, 2003). Ayrıca tam çiçeklenmeden sonra sürgün büyümesi çok hızlıdır. Hatta bazı ekolojilerde toplam sürgün büyümesinin %50'den fazlası ilkbaharda oluşmaktadır. Bu nedenle Pro-Ca'nın erken uygulamaları oldukça önem arz etmektedir (Unrath, 1999). Yüksek dozlu tek uygulamadan ziyade düşük dozlu tekrarlı Pro-Ca uygulamalarının çok daha etkili sonuçlar sağladığı bildirilmektedir (Wertheim ve Webster, 2005). Vegetatif gelişimin kontrolü için etkili Pro-Ca dozu çoğunlukla 63-125 ppm arasında değişmekte ve her sezonda minimum 2 uygulamaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Cline, 2006b).

Pro-Ca ile ilgili çalışmalar elma ve armutta daha fazla olsada Pro-Ca'nın kiraz (Manriquez vd. 2005; Elfving ve Lang, 2005; Jacyna ve Lipa, 2010), ceviz (Solar vd., 2008), turunçgiller (Garner vd., 2010;) ve avakado (Garner vd., 2010) gibi bazı meyve türlerinde de sürgün uzunluğunu azaltıcı etkisi söz konusudur.

2.3.2. Etefonun vegetatif gelişim üzerine etkisi

Etilen birçok bitkide büyümeyi engelleyici etkiye sahiptir. Ancak bu etkisi genellikle gibberellin biyosentezini engelleyenlerden çok daha azdır (Wertheim ve Webster, 2005). Etefon bitkide etilen oluşumuna neden olmakta ve muhtemelen sürgün uçlarındaki oksin miktarını azaltarak büyümeyi engellemektedir (Tromp, 2005a).

Greene vd. (1977) etefonun özellikle yüksek konsantrasyonlarda (500-1000 ppm) sürgün uzunluğunu azalttığını bildirmişlerdir. Ancak meyve veren ağaçlarda yüksek dozlu uygulamaların birçok sakıncası söz konusudur. Düşük dozlu uygulamalarla ise vegetatif gelişimin azaltılması her zaman mümkün görülmemektedir. Bukovac vd. (2006) düşük konsantrasyonlarda (200 ppm) etefonun sürgün büyümesini azaltıcı bir etki sağlamadığını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte düşük dozlu (100-200 ppm) tekrarlı uygulamaların sürgün uzunluğunu azaltabileceği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Byers, 1993; Marini, 1996; Tromp, 2000). Yüksek dozlu uygulamaların ise henüz meyve vermemiş genç ağaçlarda ya da ilkbahar donlarından çiçekleri zarar görmüş olgun ağaçlarda güvenli bir şekilde kullanılabilceği belirtilmektedir (Wertheim ve Webster, 2005).

Etefonun elmada çiçeklenmeden önce veya sonra uygulandığında büyümeyi azaltabileceği belirtilmektedir (Wertheim ve Webster, 2005). Byers (1993), özellikle çiçeklenmeden sonra ilk 45 gün içerisinde etefon uygulamalarının sürgün büyümesini azalttığını belirtmiştir. Etefonun sonbahar uygulamaları ile de bir sonraki sezonda büyümenin azaltılabileceği bildirilmektedir (Wertheim ve Webster, 2005). Ancak sonbahar uygulamalarının meyve tutumunu azaltabileceği (Miller, 1988) ve her zaman etkili olamayacağı (Jones vd., 1991) yönünde bulgularda mevcuttur.

2.4. BBD'ler ile Meyve Kalitesinin Kontrolü

Meyve kalitesi, verim ile birlikte üreticilerin net gelirini belirleyen önemli bir unsurdur (Castle, 1995). Büyük oranda tüketici isteklerine bağlı olması, meyve kalitesinin objektif olarak tanımlanmasını güçleştirmektedir. Neticede meyve kalitesi; irilik, renk, tekstür, tat, aroma, şekil, depo ve raf ömrü gibi unsurları içeren oldukça kompleks bir özelliktir (Malanczuk, 2005; Harker vd., 2008; Maronedezze, 2009).

Meyve yetiştiriciliğinde kalite öncelikle çeşide özgü bir özelliktir. Çeşit dışında, meyve kalitesini etkileyen bütün diğer faktörler ikinci dereceden etkili faktörler olarak bilinmekte (Castle, 1995) ve bunlar arasında da en önemlisi hiç şüphesiz iklimdir (Hodgson 1967; Janick ve Moore, 1975). Dolayısıyla elma yetiştiriciliğinde meyve kalitesi büyük oranda çeşit ve iklime bağlıdır. Ancak ılıman iklim meyve türlerinde meyve kalitesinin, ürün yükü ve taç yönetimine bağlı olarakta değişebilmesi söz konusudur (Castle, 1995). BBD'ler hem ürün yükünü hem de vegetatif gelişimi etkilediği için meyve kalitesini etkileyebilmektedirler. Ayrıca meyve oluşumu ve gelişiminin büyük oranda hormonal kontrol mekanizmasına bağlı olduğu göz önünde tutulursa (Güven, 1986; Taiz ve Zeiger, 2002; Ozga ve Reinecke, 2003) BBD'lerin meyve kalitesini iyileştirebileceği aşikârdır. BBD'ler ile özellikle meyve şekli, iriliği, rengi, sertliği ve paslılık durumu değiştirilebilmektedir (Wertheim ve Webster, 2005).

2.4.1. Gibberellinler ve meyve kalitesi

Gibberellin uygulamaları çiçek tomurcuğu sayısını azaltması yanında bazı önemli avantajlara da sahiptir. Bunlardan en önemlisi pas oluşumunu azaltması olup, aslında GA_{4+7} elmada pas kontrolü için ruhsatlandırılmış bir üründür. Pas, tam çiçeklenmeden sonraki 40-45 günlük süre içerisinde epidermal hücrelerin zarar görmesi sonucunda salgılanan fellogenin oluşturduğu kuru yaprak renginde kaba bir yüzey olarak tanımlanmaktadır (Skene ve Green, 1989; Looney, 1996; Ashizawa vd., 2005). Elmada pas oluşumu, meyve kalitesinin düşmesine ve dolayısıyla ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Cummins vd., 1977). Pestisitler (Taylor, 1978), kültürel ve çevresel faktörler (Michailides, 1991) elmada pas oluşumunu tetikleyen önemli faktörlerdir. Elma çeşitlerinin pasa hassasiyeti birbirinden oldukça farklı olup (Kirby ve Bennett, 1967) genel olarak Golden Delicious grubu pasa oldukça hassastır.

GA_{4+7} uygulamaları ile elmalarda paslanmanın büyük ölçüde azaldığı Taylor (1978) tarafından keşfedilmiş ve sonrasında elmada paslanmanın kontrolünde ciddi bir ilerleme sağlanmıştır (Meador ve Taylor 1987; Elfving ve Allen 1987; Looney vd., 1992; Greene, 1993; Foulk ve Hoover, 1994; Reuveni vd., 2001). Taylor (1978), Golden Delicious elmasında 25-200 ppm konsantrasyonlardaki uygulamaların paslılık seviyesini önemli derecede azalttığını bildirmiştir. GA_{4+7} uygulamaları meyve kabuğunun esnekliğini, epidermal ve hipodermal hücrelerin büyümesini arttırabilmektedir. Böylelikle epidermis hücreleri arasındaki kütikuler tabakaların oluşumu azalmaktadır (Tatlor vd., 1985). Bu tabakalar epidermisteki dayanıksız noktalar olup GA_{4+7} uygulamaları ile daha büyük hücreli ve daha düzenli bir epidermis oluşumu sağlanabilmektedir (Eccher, 1978).

GA_{4+7} karışımları %50 oranında GA_4 ve GA_7 içermektedir. Ayrı ayrı incelendiğinde çiçek tomurcuğu oluşumunun engellenmesinde daha az etkiye sahip olmasına rağmen GA_4 'ün GA_7 ve GA_{4+7} 'e göre pas oluşumunu azaltmada çok daha etkili olduğu bildirilmektedir (Wertheim, 1982; Greene, 2003). Bu nedenle %50'den daha fazla (%75-95) GA_4 içeren karışımlar geliştirilmiştir. Ancak bunların da etkilerinin standart karışımlarla aynı olduğu ifade edilmektedir (Wertheim ve Balkhoven-Baart, 1996). $BA+GA_{4+7}$ karışımları da pas oluşumunu azaltmada etkili olabilirler, fakat

GA₄₊₇'den daha az etkiye sahiptirler (Steenkamp ve Westraad, 1988). GA₄₊₇ dışında daha az etkiye sahip olsa da GA₃ uygulamasında pas oluşumunun engellenmesinde başarılı olabilmektedir (Wertheim, 1982). Bununla birlikte etkisi aynı dozlardaki GA₄₊₇'ye kıyasla daha düşüktür (Taylor, 1978). Ayrıca GA₁'inde paslanmayı azalttığı bildirilmesine rağmen, şu an için ticari ulaşılabilirliği bulunmamaktadır (Wertheim ve Webster, 2005).

Gibberellin uygulamaları elmalarda meyve şekli üzerine de önemli etkilere sahiptir. GA₄₊₇ uygulamalarının uzunluk/çap oranını arttırarak meyveleri uzattığı birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Unrath, 1974; McLaughlin ve Greene, 1984; Looney vd., 1992; McArtney, 1994). Meyvenin uzatılması amacıyla uygulanan gibberellin konsantrasyonları, çiçeklenmenin engellenmesi için yapılanlara kıyasla oldukça düşüktür (Schmidt, 2006). Özellikle gibberellinlerin ve sitokininin kombinasyonu olan bileşikler (BA+GA₄₊₇) meyvenin uzamasında çok daha büyük bir etkiye sahiptirler. Tam çiçeklenme ile petallerin dökümü arasındaki 25-50 ppm BA+GA₄₊₇ uygulaması istenen etkiyi sağlayabilmektedir (Wertheim ve Webster, 2005).

Kirazda (*Prunus avium* L.), 10-20 ppm GA₃ uygulaması olgunlaşmayı geçiktirmekte ve meyve iriliğini arttırabilmektedir (Proebsting, 1972; Horvitz vd, 2003; Yıldırım ve Koyuncu, 2010). GA₃ uygulamaları eriklerde de benzer etkileri gösterebilmektedir (Looney, 1996). Gibberellin uygulamalarının elmalarda olgunlaşma üzerine olan etkileri konusunda çok fazla bilgi yoktur. Greene (1989), Empire elmasında 50-150 ppm GA₄₊₇ uygulamalarının hasat zamanında meyve eti sertliğini azalttığını ve depolama süresince bozulmaları arttırdığını ifade etmiştir. Looney vd. (1992) ise 7.5 ya da 15 ppm GA₄ veya GA₄₊₇ uygulamalarının Golden Delicious elmasında sertliği etkilemediğini, buna karşın SÇKM (suda çözünebilir toplam kuru madde) içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Schmidt (2006), Honeycrisp elmasında GA₄₊₇ uygulamasının nişasta seviyesini, meyve eti sertliğini ve titre edilebilir asitliği etkileyerek olgunlaşmayı hızlandırdığını, buna karşın Cameo elmasının uygulamalardan etkilenmediğini bildirmiştir. Dışsal gibberellin uygulamalarının meyve iriliğini arttırması, tohum sayısını azaltması ve buna bağlı olarak depo ömrünü azaltması meyve kalitesi üzerine olan negatif etkileridir (Taylor, 1978; Greene, 2000).

Gibberellin uygulamaları başta üzüm ve mandarin olmak üzere bazı meyve türlerinde tohumuz meyve oluşumunu teşvik etmek amacıyla da kullanılmaktadır. Partenokarpik meyve gelişimi olarak bilinen bu durumun teşvik edilmesi özellikle don zararının görüldüğü durumlarda ya da tozlanmanın zayıf olduğu durumlarda elma ve armut gibi meyve türleri içinde önemli olabilmektedir (Luckwill, 1961; Brown, 2009;). Elmaya göre genellikle daha erken çiçek açtığı için bu konu armutta daha önemli olup daha çok çalışılmıştır. Bununla birlikte Buban ve Kokendyne-Inantsy (1977), 35 ppm GA₄₊₇ uygulamasının Jonathon, Starking Delicious ve Golden Delicious elmalarında partenokarpik meyve tutumunu arttırdığını bildirmişlerdir. Yine benzer şekilde Watanabe vd. (2008) Ohrin elmasında, Bangerth ve Schroder (1994) Golden Delicious ve Jonagold elmalarında gibberellin uygulamalarının partenokarpik meyve gelişimini teşvik ettiğini bildirmişlerdir.

2.4.2. Etefon ve meyve kalitesi

Etefonun meyve kalitesi üzerine en önemli etkisi, kırmızı renkli çeşitlerde renk gelişimini teşvik etmesidir (Larrigaudiere vd., 1996; Li vd., 2002; Awad ve Jager, 2002; Stover vd., 2003; Whale vd., 2008; Atay vd., 2012). Özellikle yeterli renk gelişiminin sağlanamadığı çeşitlerde ve ekolojilerde etefon uygulamaları ile renklenme teşvik edilerek antosiyanin oluşumu artırılabilir (Awad ve Jager, 2002). Ancak bu etkinin sağlanabilmesi için uygulamaların hasat dönemine yakın bir periyotta yapılması gerekmektedir. Çünkü etilenin renk ve olgunlaşmayı teşvik edebilmesi için yeterli madde birikimi ve gelişimi sağlanmış olmalıdır. Bu nedenle genç meyveler, non-klimakterik meyveler ya da vegetatif dokular gibi tepki vermektedirler (Karaçalı, 2004).

McArtney vd. (2007), erken dönemdeki (tam çiçeklenmeden 56, 70, 84 ve 98 gün sonra) 316 ppm etefon uygulamasının Mutsu elmasında sertliği azalttığını ancak diğer çeşitlerde böyle bir etkiye rastlanılmadığını bildirmişlerdir. Bukovac vd. (2006) Redchief elmasında tam çiçeklenmeden 21, 21+42 ya da 21+42+63 gün sonraki 200 ppm etefon uygulamalarının içsel etilen konsantrasyonu, sertlik, nişasta içeriği, SÇKM ve renk gibi hasat olum indekslerini önemli düzeyde etkilemediğini bildirmişlerdir. Sadece iç etilen konsantrasyonunun ve nişasta içeriğinin etefon uygulanan meyvelerde biraz daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde

Byers (1993), erken dönem etefon uygulamalarının nişasta içeriğini azaltıp SÇKM'yi arttırdığını buna karşın sertlik, meyve büyüklüğü ya da şekli gibi diğer unsurları etkilemediğini bildirmiştir.

2.4.3. Pro-Ca ve meyve kalitesi

Şimdiye kadar meyve büyüklüğü ve kalitesi ile ilişkili olarak herhangi bir dezavantaj bildirilmese de (Byers ve Yoder, 1999; Miller, 2002; Costa vd., 2004), Pro-Ca'nın aynı ağaçlar üzerinde uzun dönem etkilerinin incelenmesi gerekmektedir (Wertheim ve Webster, 2005). Çünkü Pro-Ca'nın Empire elmasında olduğu gibi lentisel büyüklüğünü arttırarak meyvede çatlamaya yol açması gibi bazı negatif etkilerinin oluşabileceği düşünülmektedir (Schupp vd., 2001). Medjdoub ve Blanco (2004) Pro-Ca uygulamalarının meyve kalitesi üzerine negatif bir etkisinin olmadığını, sadece SKÇM içeriğinde biraz azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Pro-Ca'nın meyve tutumunu arttırdığı dolayısıyla kontrole kıyasla ağaç üzerinde daha fazla meyve oluşmasına neden olduğu belirtilmektedir (Greene, 1999; Rademacher ve Kober, 2003; Byers vd., 2004; Glenn ve Miller, 2005; Medjdoub vd., 2005). Bu açıdan Pro-Ca uygulanan ağaçların daha etkin bir seyreltmeye ihtiyaç duyduğu öngörülmektedir (Cooley, 2007). Pro-Ca'nın meyve tutumunu nasıl arttırdığı henüz bilinmemektedir. Ancak ilk meyve tutumunu daha fazla arttırdığı, haziran dökümünü azalttığı ya da her ikisine de neden olduğu düşünülmektedir (Greene, 2007). Özellikle 125 ppm'in üstündeki konsantrasyonlarda Pro-Ca uygulamalarıyla meyve tutumunda artış, meyve iriliğinde ve sonraki sezonda çiçeklenmede azalış tespit edilmiştir (Byers vd., 2004; Greene, 2008). Düşük dozlu Pro-Ca uygulamalarında ise olası yan etkiler çok daha minimum düzeydedir (Greene, 2008). Pas oluşumunda ise Pro-Ca uygulaması yapılan ağaçlar ile kontrol ağaçları arasında önemli bir farklılık görülmediği belirtilmektedir (Medjdoub ve Blanco, 2004).

Kırmızı renk gelişimini arttırması, ağaç gelişimini sınırlandırdığı için ilaçlama etkinliğini arttırması ve buna bağlı hastalık zararını azaltması Pro-Ca uygulamalarının diğer faydalı etkilerindedir (Greene ve Autio 2002). Bunun yanı sıra Pro-Ca'nın bazı çeşitlerde meyvelerin Ca içeriğini arttırarak acı benek

oluşumunu azalttığı ifade edilmektedir (Schwallier, 2009). Nitekim kuvvetli büyüme durumlarındaki yüksek gibberellin seviyesinin meyve gelişimi süresince Ca alınımını azalttığı sık sık gözlemlenmektedir. Dolayısıyla gibberellin seviyesini azaltıcı uygulamaların meyveye giden Ca miktarını arttırdığı ve acı benek gibi fizyolojik bozuklukları önlediği belirtilmektedir (Saure, 2005).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme alanı

3.1.1.1. Coğrafi konum

Deneme Eğirdir-Isparta'da bulunan Meyvecilik Araştırma İstasyonu'nda yürütülmüştür. Araştırma İstasyonu, Eğirdir ve Kovada Gölleri arasında uzanan 2-2.5 km genişliğinde ve yaklaşık 25 km uzunluğundaki vadinin (Boğazova) kuzey bölümünde bulunmaktadır. Deneme alanının rakımı 920 m, koordinatları ise $37^{\circ} 48' 52.16''$ K, $30^{\circ} 52' 39.66''$ D olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.1). Deneme alanının genel görünümü Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme alanının uydu görüntüsü

3.1.1.2. Toprak özellikleri

Deneme alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal analizleri için 0-30 cm derinlikten toprak örneği alınmıştır. Toprak analizi, Eğirdir Meyvecilik Araştırma İstasyonu

tarımsal analiz laboratuvarında yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Deneme alanının genel görünümü (2012) (orjinal)

Çizelge 3.1. Deneme alanı toprak analiz sonuçları (0-30 cm)

	Analiz Adı	Sonuç
Fiziksel Analizler	Kum (%)	18
	Silt (%)	39
	Kil (%)	43
	Tekstür	Killi-Tın
	Tuzluluk (mS cm ⁻¹)	0.16
	pH (1:2.5)	7.51
	Kireç (%)	4.3
Kimyasal Analizler	Organik madde (Smith Weldon) (%)	4.5
	P (Olsen ICP) (ppm)	42
	K (Amonyum Asetat-ICP) (ppm)	353
	Ca (Amonyum Asetat-ICP) (ppm)	4564
	Mg (Amonyum Asetat-ICP) (ppm)	570
	Na (Amonyum Asetat-ICP) (ppm)	25.17
	Fe (DTPA-ICP) (ppm)	23.53
	Cu (DTPA-ICP) (ppm)	17.05
	Mn (DTPA-ICP) (ppm)	51.91
	Zn (DTPA-ICP) (ppm)	1.75

3.1.1.3. İklim özellikleri

Göller bölgesi içerisinde yer alan Eğirdir, Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Çalışmanın yürütüldüğü yıllara ait bazı iklim verileri Çizelge 3.2, 3.3 ve 3.4’te sunulmuştur (Anonim, 2013).

Çizelge 3.2. Deneme alanına ait 2010 yılı iklim verileri

Meteorolojik Parametre	AYLAR												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama sıcaklık (°C)	4.6	6.0	8.9	11.4	16.4	18.7	24.1	25.6	20.1	13.0	10.3	6.7	13.8
En yüksek sıcaklık (°C)	15.8	16.9	19.5	23.4	27.4	30.1	37.6	35.8	31.3	25.5	21.3	20.2	37.6
En düşük sıcaklık (°C)	-9.4	-1.8	-2.9	0.7	4.5	9.9	13.7	13.5	10.1	-0.3	-0.1	-2.2	-9.4
Donlu günler sayısı	13.0	5.0	9.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	8.0	1.0	39.0
Ortalama nisbi nem (%)	84.1	81.1	65.5	66.1	63.1	65.1	57.1	47.2	58.1	75.0	46.0	84.7	66.1
Aylık toplam yağış miktarı (mm)	123.0	261.9	33.4	54.2	27.6	50.3	2.5	1.7	8.3	106.2	48.6	159.6	877.3
Kar yağışlı günler sayısı	2.0	4.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	10.0
Dolulu günler sayısı	1.0	0.0	0.0	2.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	6.0
Hakim rüzgar yönü	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	3.3	4.5	3.9	3.2	2.8	2.9	2.8	2.7	2.7	3.0	2.8	3.2	3.2
Ortalama 5 cm toprak sıcaklığı (°C)	4.7	5.8	10.3	14.5	20.5	22.6	30.4	31.6	25.1	15.2	9.6	6.8	16.4
Ortalama 10 cm toprak sıcaklığı (°C)	4.7	5.7	10.0	14.2	20.2	22.3	29.5	30.8	24.7	15.6	9.7	7.0	16.2
Ortalama 20 cm toprak sıcaklığı (°C)	5.5	6.0	10.1	13.9	19.6	22.0	28.5	29.8	24.7	16.6	10.6	7.9	16.3

Çizelge 3.3. Deneme alanına ait 2011 yılı iklim verileri

Meteorolojik Parametre	AYLAR												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama sıcaklık (°C)	3.4	3.6	6.1	10.2	14.1	18.6	24.3	24.1	19.6	11.2	4.6	2.7	11.9
En yüksek sıcaklık (°C)	11.7	13.7	20.0	18.8	24.7	32.7	37.4	35.3	30.0	23.8	15.4	12.0	37.4
En düşük sıcaklık (°C)	-5.2	-6.9	-8.2	1.0	2.6	9.8	11.2	11.8	7.6	-1.9	-7.5	-7.2	-8.2
Donlu günler sayısı	19.0	17.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	20.0	22.0	101.0
Ortalama nisbi nem (%)	84.5	81.6	75.5	75.2	72.7	60.8	41.0	52.3	54.2	72.8	68.5	84.3	68.6
Aylık toplam yağış miktarı (mm)	53.0	87.9	53.3	95.6	67.8	20.6	0.0	8.3	4.5	133.4	0.6	144.2	669.2
Kar yağışlı günler sayısı	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	9.0
Dolulu günler sayısı	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hakim rüzgar yönü	S	N	N	S	S	S	N	N	N	S	N	S	S
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	2.9	2.5	3.2	3.4	3.1	2.6	2.8	3.0	2.5	2.7	2.6	2.8	2.8
Ortalama 5 cm toprak sıcaklığı (°C)	3.9	4.5	7.8	12.9	17.9	22.9	29.2	30.3	23.7	13.1	5.5	2.5	14.5
Ortalama 10 cm toprak sıcaklığı (°C)	4.1	4.4	7.5	12.6	17.6	22.4	28.3	29.7	23.4	13.5	5.9	2.8	14.4
Ortalama 20 cm toprak sıcaklığı (°C)	5.1	5.0	7.8	12.4	17.1	22.0	27.4	28.9	23.4	14.6	7.2	3.8	14.6

Çizelge 3.4. Deneme alanına ait 2012 yılı iklim verileri

Meteorolojik Parametre	AYLAR												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık (°C)	0.3	-0.1	5.1	12.6	15.1	22.8	25.8	23.7	20.0	14.6	9.4	5.5	12.9
En Yüksek Sıcaklık (°C)	8.2	9.3	16.0	25.2	24.4	32.9	38.6	33.5	31.3	27.4	22.3	17.0	38.6
En Düşük Sıcaklık (°C)	-10.3	-12.7	-6.6	1.2	7.2	7.6	13.2	9.0	8.3	5.4	-2.4	-5.0	-12.7
Donlu Günler Sayısı	21.0	24.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	7.0	71.0
Ortalama Nisbi Nem (%)	87.2	83.4	69.9	65.1	75.1	51.6	48.6	48.6	52.6	75.4	83.1	86.2	68.9
Aylık Toplam Yağış Miktarı (mm)	148.0	88.6	20.8	53.2	107.4	18.1	0.8	34.6	16.4	38.8	25.9	70.3	622.9
Kar Yağışlı Günler Sayısı	12.0	7.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.0
Dolulu Günler Sayısı	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	3.0
Hakim Rüzgar Yönü	S	S	N	S	S	N	N	N	S	S	S	S	S
Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	3.4	3.1	3.6	3.8	2.9	2.9	2.9	3.3	2.5	2.4	2.9	2.9	3.0
Ortalama 5 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	1.0	1.5	7.0	14.4	8.4	28.2	32.6	28.4	25.3	16.5	10.1	5.9	14.6
Ortalama 10 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	1.0	1.2	6.4	13.8	18.0	27.3	31.1	27.4	24.3	16.4	10.0	5.8	14.1
Ortalama 20 cm Toprak Sıcaklığı (°C)	1.9	1.8	6.3	13.0	17.3	25.6	29.3	27.0	23.8	17.1	10.9	6.6	14.0

3.1.2.Bitkisel materyal

Çalışmada 3.5 X 1 m aralıklarla dikilmiş M9 anacına aşılı tam verim çağındaki Golden Delicious elması (Şekil 3.3) kullanılmıştır. Kullanılan anaca ve çeşide ait bazı özellikler aşağıda belirtilmiştir.

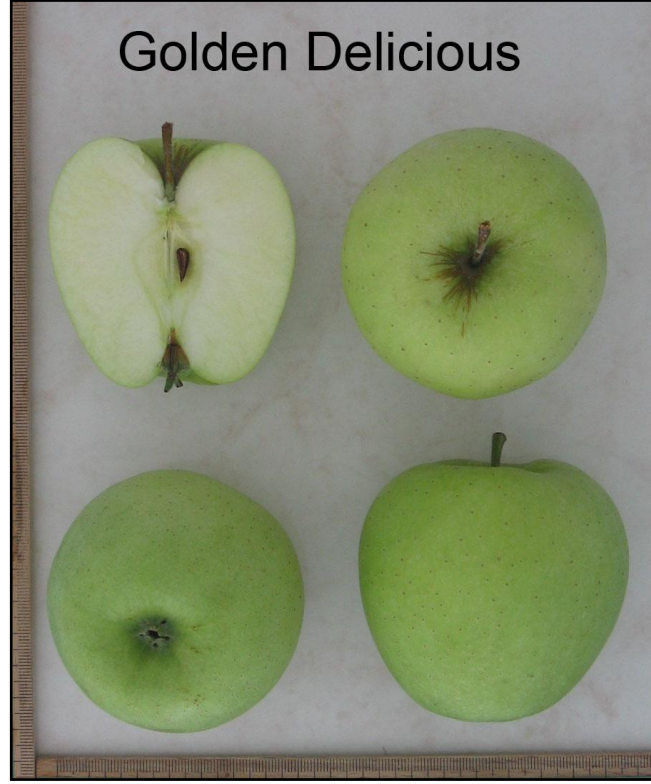


Şekil 3.3. Denemede kullanılan ağaçların genel görünümü (orjinal)

M9: Dünya genelinde en çok kullanılan elma anacıdır. Tohum anacına kıyasla %65-75 oranında bodurluk sağlar. Kökleri kolay kırılır, bu yüzden destek sistemine ihtiyaç duyar. Elma pamuklu bitine (*Eriosoma lanigerum*) hassas, fakat kök boğazı çürüklüğüne (*Phytophthora* spp.) dayanıklıdır. Meyveye yatma süresini kısaltma ve verimlilik özelliğinden dolayı, sık dikim bahçelerde geniş ölçüde kullanılmaktadır (Ferree ve Carlson, 1987; Barritt, 1992).

Golden Delicious: ABD’de Batı Virjinya’da 1890’lı yıllarda bulunmuştur (Hampson ve Kemp, 2003). 1914 yılında Golden Delicious olarak isimlendirilmiştir (Şekil 3.4). Ebeveynleri bilinmemekte ancak Grimes Golden X Golden Reinette melezi olduğu tahmin edilmektedir. Golden Delicious 4 382 000 ton ile dünya elma üretiminde ilk üçte yer almaktadır (O’Rourke, 2008). Özellikle yüksek yeme kalitesinden dolayı her daim aranan bir çeşittir. Normal atmosferde 6 aya, kontrollü atmosferde ise 10 aya kadar depolanabilmektedir (Mitcham vd., 1999). Ağacı kuvvetli gelişir. Periyodisite

eğilimi yüksek, pasa hassas ve hasat sırasındaki zedelenmelere oldukça duyarlı bir çeşittir. Büyüme kuvveti, pasa dayanımı ve yanak yapma özelliği bir birinden farklı çok sayıda mutanları mevcuttur. Tam çiçeklenmeyle hasat tarihi arasında geçen süre 135-155 gün arasındadır.



Şekil 3.4. Golden Delicious elma çeşidi (orjinal)

3.1.3. Bitki büyüme düzenleyiciler

Denemede kullanılan bitki büyüme düzenleyiciler ve bazı özellikleri aşağıda belirtilmiştir. Kimyasalların etkinliğini arttırmak için, solüsyonların içerisine %0.1 oranında yayıcı yapıştırıcı (Tween 20[®]) ilave edilmiştir.

GA₄₊₇: Ticari adı Novagib (Fine Agrochemicals Ltd.) olup aktif madde içeriği %0.95'dir.

Etefon (2-chloroethylphosphonic acid): Ticari adı Efhun (AgroBest Group) olup aktif madde içeriği 480 g/l'dir.

Pro-Ca (Calcium 3.5-dioxo-4-propionylcyclohex-3-enecarboxylate): Ticari adı Regalis (BASF-The Chemical Company) olup aktif madde içeriği %10'dur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemelerin kurulması

Çalışmada 2010-2012 yılları arasında iki farklı deneme yürütülmüştür. Aynı ve farklı ürün yüküne sahip ağaçların kullanıldığı denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 1 ağaç yer almıştır. Uygulamaların doz ve dönemleri literatürdeki öneriler esas alınarak ön değerlendirmeler doğrultusunda planlanmıştır. Uygulama dozu aktif madde üzerinden hesaplanmıştır. Çoklu uygulamalar yıllar ve bölgeler arasındaki interaksyonları azalttığı için kimyasallar 3 hafta arayla 2 seferde sırt pompasıyla uygulanmıştır. Pro-Ca'nın sert sulara aşırı hassasiyet göstermesinden dolayı sadece Pro-Ca uygulamalarında suyun pH'sı 4.5-5'e ayarlanmış diğer uygulamalarda herhangi bir ayarlama yapılmamıştır. Bütün uygulamalarda hazırlanan solüsyon ile ağaçta iyi bir kaplama sağlanmıştır. Deneme alanı damla sulama sistemiyle sulanmış ve toprak analiz sonucuna göre fertigasyon yöntemiyle gübrenmiştir. Yabancı ot kontrolü ve ilaçlama gibi bütün kültürel işlemler rutin olarak yapılmıştır.

3.2.2. Aynı ağaçlar üzerinde 3 yıl süreyle BBD uygulamaları

Üniform büyüklükteki ağaçlara 2010-2012 yılları arasında her yıl aynı uygulamalar yapılmıştır. Bu kapsamda denemenin ilk yılında (2010) seçilen ağaçların hemen hemen hepsi var yılında olup, çiçek yoğunluğu değerleri benzerdir. Uygulamalar ve detayları aşağıda belirtilmiştir.

Kontrol: Bu uygulamada bütün kültürel işlemler standart olarak yapılmıştır. Herhangi bir BBD uygulaması yapılmamıştır.

Pro-Ca: 125 ppm Pro-Ca uygulamasıdır. Petaller döküldüğü dönemde (Şekil 3.5) 75 ppm ve bundan 3 hafta sonrasında 50 ppm olacak şekilde uygulama yapılmıştır.

Solüsyon hazırlamadan önce suyun pH'sı %40'luk NaOH ve %2 N HCl ile 4.5-5'e ayarlandıktan sonra Pro-Ca eklenmiştir.



Şekil 3.5. Petal yaprakların döküldüğü evre (orjinal)

Etefon: 200 ppm etefon uygulamasıdır. Meyveler 20 mm çapa (Şekil 3.6) ulaştığında 100 ppm ve bundan 3 hafta sonrasında da 100 ppm olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Uygulamaya başlama zamanı, tesadüfen seçilen 20 meyvenin digital kumpas yardımıyla ölçülen çap değerlerinin ortalamasına göre belirlenmiştir.



Şekil 3.6. Meyve çapının 20 mm olduğu dönem (orjinal)

GA₄₊₇: 300 ppm GA₄₊₇ uygulamasıdır. Meyveler 10 mm çapa (Şekil 3.7) ulaştığında 150 ppm ve bundan 3 hafta sonrasında da 150 ppm olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Uygulamaya başlama zamanı, tesadüfen seçilen 20 meyvenin digital kumpas yardımıyla ölçülen çap değerlerinin ortalamasına göre belirlenmiştir.



Şekil 3.7. Meyve çapının 10 mm olduğu dönem (orjinal)

3.2.3. Farklı ürün yüküne sahip ağaçlarda BBD uygulamaları

Çalışmanın bu bölümünde 2010 yılında var yılı ağaçlarına etefon, yok yılı ağaçlarına ise GA₄₊₇ uygulaması yapılmıştır. Ağaçlar çiçek yoğunluğu skalası (0-10) ile var yılı ve yok yılı (Şekil 3.8) şeklinde belirlenmiştir. Çiçek yoğunluğu skalasına göre 0-4 arasındaki değerler yok yılı olarak, 5-10 değerleri ise var yılı olarak kabul edilmiştir (Racsko vd., 2006). Uygulamalardan sonraki yıllarda (2011 ve 2012) ağaçlara tekrar bir BBD uygulaması yapılmamış, 3 yıl boyunca çiçek, verim ve vegetatif gelişim değerleri alınmıştır. Meyve kalite analizleri, toplam karbonhidrat ve azot içeriği değerleri sadece uygulama yapılan yılda incelenmiştir. Yapılan uygulamalar ve detayları aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 3.8. Var yılı (solda) ve yok yılı (sağda) ağaçların tam çiçeklenmedeki görünümü (orjinal)

Kontrol-var yılı: Bu uygulamada var yılından seçilen ağaçlarda bütün kültürel işlemler standart olarak yapılmıştır. Herhangi bir BBD uygulaması yapılmamıştır.

Etefon-var yılı: Var yılı ağaçlarına 200 ppm etefon uygulamasıdır. Meyveler 20 mm çapa ulaştığında 100 ppm ve bundan 3 hafta sonrasında da 100 ppm olacak şekilde uygulama yapılmıştır. Uygulamaya başlama zamanı, tesadüfen seçilen 20 meyvenin digital kumpas yardımıyla ölçülen çap değerlerinin ortalamasına göre belirlenmiştir.

Kontrol-yok yılı: Yok yılından seçilen ağaçlarda bütün kültürel işlemler standart olarak yapılmıştır. Herhangi bir BBD uygulaması yapılmamıştır.

GA₄₊₇-yok yılı: Yok yılı ağaçlarına 300 ppm GA₄₊₇ uygulamasıdır. Meyveler 10 mm çapa ulaştığında 150 ppm ve bundan 3 hafta sonrasında da 150 ppm olacak şekilde uygulama yapılmıştır.

3.2.4. Çiçeklenme

Hüzme sayısı: Pembe tomurcuk döneminde (Şekil 3.9) ağaç üzerinde bulunan bütün hüzmelerin sayısı kaydedilmiştir.



Şekil 3.9. Pembe tomurcuk dönemi (orjinal)

Çiçek yoğunluğu: Çiçek yoğunluğu ölçümlerinde gövde kesit alanına düşen çiçek yoğunluğu için ağaçtaki bütün hüzme sayısı dikkate alınmıştır. Çiçeklenme indeksi, dal kesit alanına ve birim sürgün uzunluğa düşen hüzme sayısı hesaplamaları her ağaçta üniform büyüklükte 3 ana dal üzerinde yapılmıştır. Pembe tomurcuk döneminde dal üzerindeki çiçek tomurcukları ve yaprak tomurcukları sayılmış ve Westwood (1995)'de belirtilen aşağıdaki formüllere göre hesaplamalar yapılmıştır.

$$\text{Gövde kesit alanına düşen hüzme sayısı} = \text{Toplam hüzme sayısı} / \text{gövde kesit alanı (cm}^2\text{)} \quad (3.1)$$

$$\text{Dal kesit alanına düşen hüzme sayısı} = \text{Hüzme sayısı} / \text{dal kesit alanı (cm}^2\text{)} \quad (3.2)$$

$$\text{Birim sürgün uzunluğa düşen hüzme sayısı} = \text{Hüzme sayısı} / \text{dal uzunluğu (cm)} \quad (3.3)$$

$$\text{Çiçeklenme indeksi} = \frac{\text{Çiçek tomurcuklarının sayısı}}{\text{Çiçek tom. Sayısı} + \text{yaprak tomurcuklarının sayısı}} \quad (3.4)$$

Meyve tutumu(%): Meyveye dönüşen çiçek tomurcuklarının oranını belirtmek için ağaç üzerindeki toplam çiçek sayısının hasat zamanındaki meyve sayısına oranı olarak hesaplanmıştır.

3.2.5. Verim

Ağaç başına verim (kg/ağaç): Hasat edilen meyveler her ağaç için ayrı ayrı tartılarak belirlenmiştir.

Meyve sayısı: Hasat zamanında her ağaçtaki meyve sayısı ayrı ayrı kaydedilmiştir.

Verim etkinliği: Dinlenme döneminde ölçülen gövde kesit alanları esas alınarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Verim etkinliği (kg/cm}^2\text{)} = \text{Ağaç başı verim} / \text{gövde kesit alanı} \quad (3.5)$$

Ürün yoğunluğu: Ağaçtaki ürün yoğunluğunun belirlenmesinde toplam meyve sayısı temel alınmıştır.

$$\text{Ürün yoğunluğu (meyve sayısı/cm}^2\text{)} = \text{Meyvelerin sayısı/gövde kesit alanı} \quad (3.6)$$

3.2.6. Periyodisite eğilim indeksi

Periyodisite eğilim indeksi (Alternate bearing index): Ardışık yıllardaki verimin sapmalarına göre Hoblyn vd. (1936) tarafından bildirilen formülle belirlenmiştir. Formülde çeşitlerin periyodisite indeksleri 0-1 arasında değişmekte ve 0'a yaklaştıkça çeşidin düzenli ürün verme eğiliminin arttığı, 1'e yaklaştıkça ise periyodisiteye olan eğilimin arttığı anlaşılmaktadır.

$$PEI = 1 / (n-1) \{ |(a_2 - a_1)| / (a_2 + a_1) + |(a_3 - a_2)| / (a_3 + a_2) \dots + |(a_n - a_{n-1})| / (a_n + a_{n-1}) \} \quad (3.7)$$

Eşitlikte; n = yıl sayısı,

$a_1, a_2, \dots, a_{n-1}, a_n$ = yıllara ait ağaç başı verim (kg) değerleridir.

Değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksi (Modified alternate bearing index): Racsko (2008) tarafından öne sürülen bu indekste yine Hoblyn vd. (1936) tarafından geliştirilen eşitlik kullanılmakta, ancak verim değerlerinin yerini çiçeklenme değerleri almaktadır. Elde edilen indeks değerlerine göre BBD uygulamalarının periyodisiteye hassasiyeti Racsko (2008)'e göre gruplandırılmıştır (Çizelge 3.5).

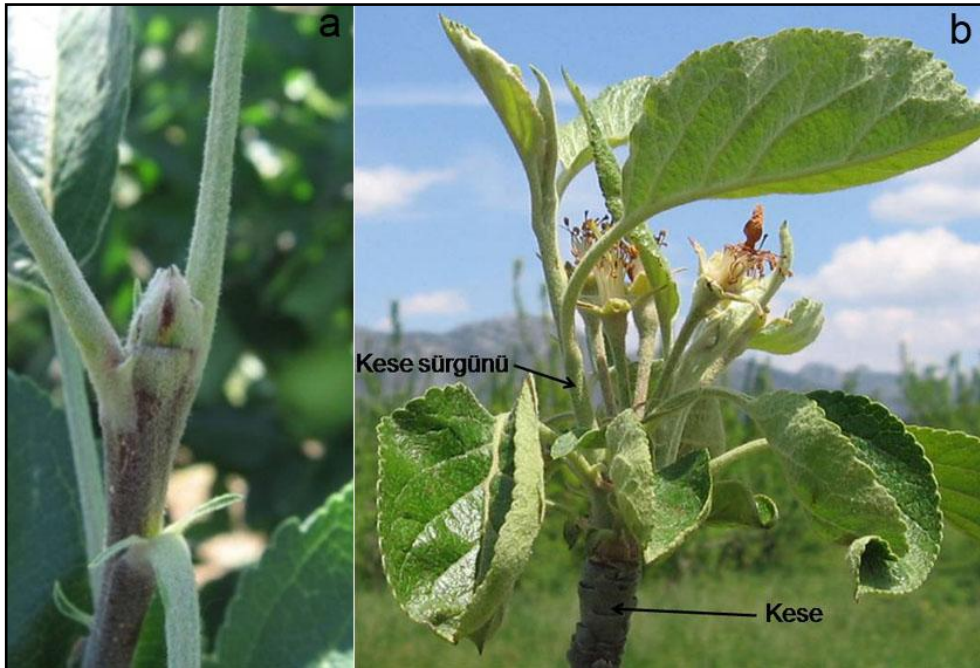
Çizelge 3.5. İndeks değerlerine göre periyodisiteye hassasiyet grupları (Racsko, 2008)

Periyodisite eğilim grupları	İndeks değeri
Çok düşük	< 0.26
Düşük	0.26 – 0.50
Orta	0.51 – 0.75
Yüksek	0.75 <

3.2.7. Vegetatif gelişim

Sürgün gelişimi: Farklı BBD uygulamalarının sürgünlerin fiziksel büyüme dinamiklerine olan etkilerinin ortaya çıkarılabilmesi için 2010 yılında tam çiçeklenmeden yaklaşık 2 hafta sonrasında her ağaçta 3'er adet sürgün işaretlenmiş ve işaretlenen sürgünlerde ölçümlere başlanmıştır. Hasat zamanına kadar 2'şer hafta aralıklarla hep aynı sürgünlerde ölçümler yapılmıştır. Uygulamalara göre sürgün uzunluğunda meydana gelen değişimler ve regresyon denklemleri elde edilmiştir.

Ortalama sürgün uzunluğu: Tepe tomurcuğu oluşumundan (Şekil 3.10a) sonra (Temmuz ayının 3. haftasından sonra) her ağaçta tesadüfen seçilen 10 adet kese sürgününün (Şekil 3.10b) uzunluğu ölçülmüş ve yapılan ölçümlerin ortalaması bir ağacın sürgün uzunluğu olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.10. a) Tepe tomurcuğu, b) Uzamakta olan kese sürgünü (orjinal)

GDA (Gövde kesit alanı) (cm²): Denemenin ilk yılında (2010) ilkbaharda, ağaçların aşu yerinin 15 cm üzerinden dijital kumpas yardımı ile gövde çapı (cm) ölçülmüş, sonraki yıllarda ise bu işlem sonbaharda yapılmıştır. Ölçüm noktasında herhangi bir şişkinlik olmamasına dikkat edilmiş (Cody vd., 1985) ve aşağıdaki formüle göre gövde kesit alanları hesaplanmıştır.

$$GKA = \pi r^2 \quad (3.8)$$

Formülde; GKA = Gövde kesit alanı (cm²),
r = gövde yarı çapını (cm) ifade etmektedir.

Ağaç hacmi (m³): Denemenin ilk yılında (2010) ilkbaharda, sonraki yıllarda ise dinlenme döneminde budamadan önce, ağaç yüksekliği ve genişliği ölçülmüş ve Westwood (1995) tarafından bildirilen aşağıdaki formülle hacim hesaplanmıştır.

$$Ağaç\ hacmi = 4/3 \pi ab^2 \quad (3.9)$$

Formülde; a= ½ ağaç yüksekliğini,
b= ½ ağaç genişliğini ifade etmektedir.

3.2.8. Meyve kalite analizleri

Fiziksel analizlerde her tekerrür için 15 adet meyve analiz edilmiş, kimyasal analizler ise meyve suyunda üç paralel halinde ölçülerek yapılmıştır.

Meyve ağırlığı: Meyveler 0.01 g'a duyarlı hassas terazi ile hasattan sonra teker teker tartılmıştır.

Meyve çapı: Meyvenin sap çukuru ile çiçek çukurunu birleştiren eksene dikey olan en geniş ekvatorial kısımda, dijital kumpas yardımı ile mm cinsinden ölçülmüştür.

Meyve boyu: Meyvenin sap çukuru ile çiçek çukurunu birleştiren eksen dijital kumpas yardımı ile mm cinsinden ölçülmüştür.

Boy/çap oranı: Meyve boyunun, meyve çapına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Meyve eti sertliği: Meyvelerin ekvator bölgesinden aralarında 180° açı olacak şekilde 2 ayrı bölgeden 1-1.5 cm²'lik ince bir kabuk keskin bir bıçak yardımıyla kesilmiş ve bu noktalardan 11.1 mm çapında uç kullanılarak el penetrometresi yardımıyla kg biriminden ölçülmüştür. Yapılan iki ölçümün ortalaması bir meyvenin meyve eti sertliği olarak kaydedilmiştir.

SÇKM: Meyve suyunda dijital bir refraktometre (HANNA, HI 96801) yardımıyla % olarak ölçülmüştür.

Meyve suyu pH'sı: Meyve suyunda dijital bir pH metre (HANNA, HI 2211) ile ölçmüştür.

Titre edilebilir asit miktarı: Meyve suyundan 10 ml alınarak pH değeri 8.1 oluncaya kadar 0.1 N NaOH ilavesiyle titrasyona tabi tutulmuş ve harcanan NaOH miktarı kullanılarak % olarak malik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Meyve kabuk rengi: Meyvenin ekvator bölgesi üzerinde birbirine simetrik 2 ayrı noktadan kromometre renk cihazı (Minolta CR-400) yardımı ile L*, a*, b* cinsinden belirlenmiştir. Kroma değeri (C*) ve hue açısı (h°) değeri ise aşağıda belirtilen formüllerle hesaplanmıştır.

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (3.10)$$

$$h^{\circ} = \tan^{-1} x b^*/a^* \quad (3.11)$$

Meyvedeki tohum sayısı: Sertlik ölçümünden sonra her meyvedeki tohum sayısı kaydedilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Tohumlu (solda) ve tohumsuz (sağda) meyvelere ait görünüm (orjinal)

Pas oluşumu: Hasat edilen meyvelerde Buban (2001) tarafından bildirilen skala (1-5) yardımıyla belirlenmiştir. Skalada değerler 1= Passız, 2= Meyve yüzeyinin %30'undan az, 3= %31-%60 arası, 4= %61'den fazla, 5= Tamamen pasla kaplı şeklindedir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Pas oluşumunda skala değerleri. 1) Passız, 2) Meyve yüzeyinin %30'undan azı paslı, 3) Meyve yüzeyinin %31-%60'ı paslı, 4) Meyve yüzeyinin %61'den fazlası paslı, 5) Meyve yüzeyi tamamen pasla kaplı (orjinal)

Acı benek: Rudell vd. (2005) tarafından bildirilen 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir. Skalada acı benek oluşumunun meyve yüzeyinde kapladığı alana göre 1= %1-25, 2= %26-50, 3= %51-75 ve 4= %76-100 olarak kabul edilmiştir. 0= acı benek oluşmamış meyveler için kullanılmıştır.

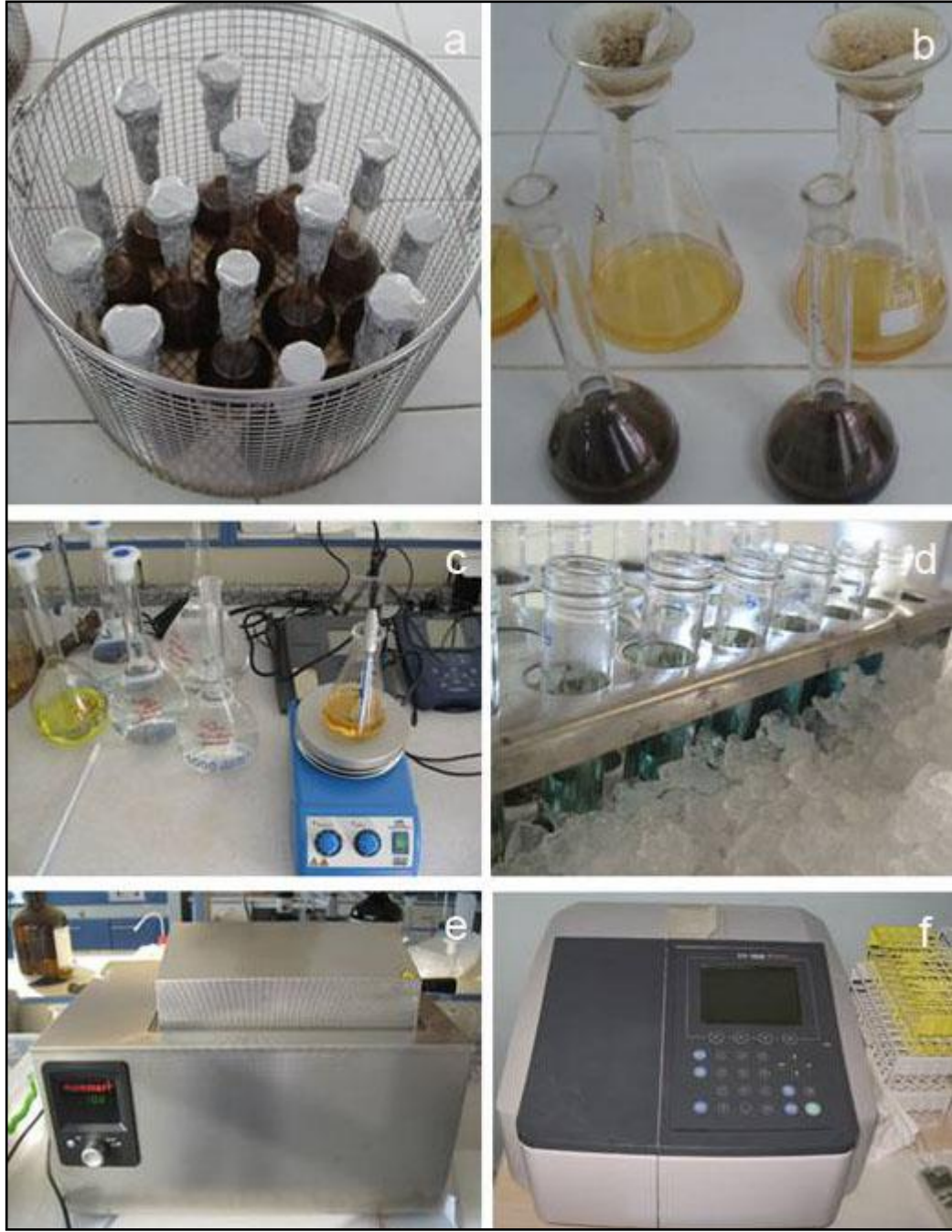
Güneş yanığı: Felicetti ve Schrader (2008) tarafından bildirilen 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir. Skalada güneş yanığının meyve yüzeyinde kapladığı alana göre 1= %1-10, 2= %11-25, 3= %26-75 ve 4= %76-100 olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.13). 0= güneş yanığı oluşmayan meyveler için kullanılmıştır.



Şekil 3.13. Güneş yanığı skala değerleri. 0) Güneş yanığı yok, 1) Meyve yüzeyinin %1-10'u, 2) Meyve yüzeyinin %11-25'i, 3) Meyve yüzeyinin %26-75'i, 4) Meyve yüzeyinin %76-100'ü güneş yanığı ile kaplı (orjinal)

3.2.9. Toplam karbonhidrat analizi

Toplam karbonhidrat analizleri için yaprak örnekleri temmuz ayının son haftasında alınmış ve toplanan yapraklar, vakit kaybedilmeden yıkanmıştır. Yıkama işleminde sırasıyla, çeşme suyu, 2 N HCl, tekrar çeşme suyu ve son olarak saf su kullanılmıştır. Suyunun uçması beklenen örnekler (2-3 saat), kese kağıtlarına konularak 70 °C'ye ayarlanmış etüvde 3 gün süreyle kurutulmuşlardır. Etüvden alınan örnekler değirmende öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir. Toplam karbonhidrat analizleri antron (anthrone) yöntemine göre 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Toplam karbonhidrat analizinin farklı aşamaları ise Şekil 3.14'de, yöntemin akış şeması Şekil 3.15'de sunulmuştur. Bu yöntem, Li ve Sayre (1975) tarafından geliştirilmiş ve Kaplankıran (1984) tarafından modifiye edilmiştir (Kaplankıran, 1992).

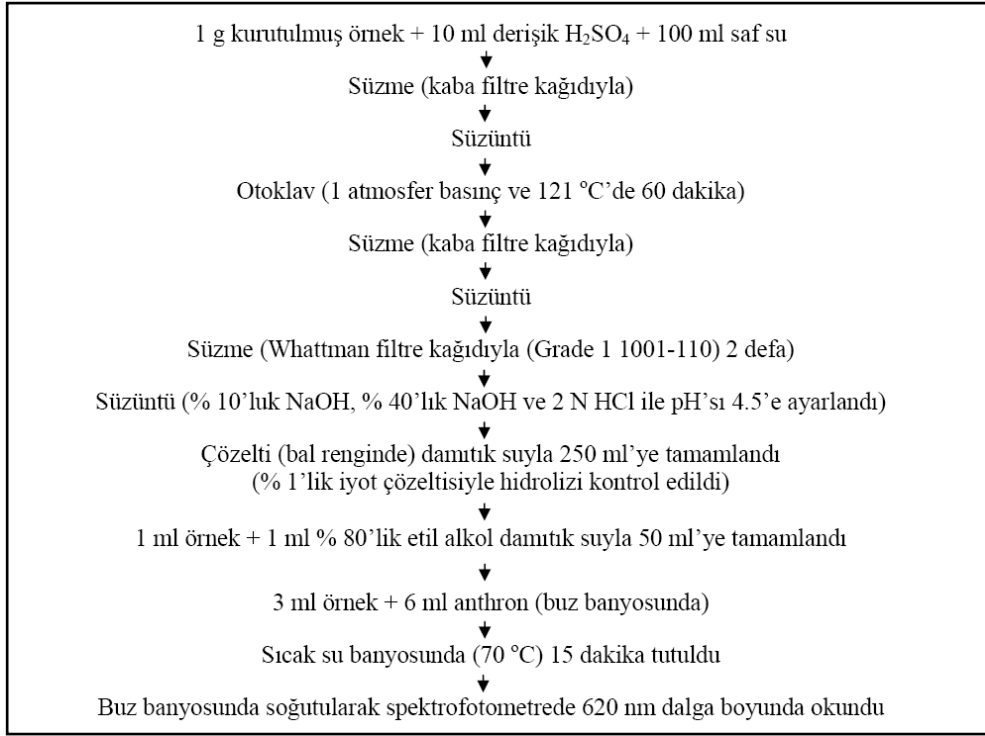


Şekil 3.14. Toplam karbonhidrat analizinin farklı aşamaları. a) Otoklavdan çıkan numuneler b) Filtre kağıdıyla süzme işlemi, c) Süzütünün pH'sının 4.5'e ayarlanması, d) Buz banyosu aşaması, e) Sıcak su banyosu, f) Spektrofotometrede okuma işlemi (orjinal)

Spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800) yapılan okumadan sonra örneklerdeki toplam karbonhidrat miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam karbonhidrat (\%)} = (\text{Absorbans} \times \text{Kurve Faktörü}) : (10000 \times 0.00024) \quad (3.12)$$

Formüldeki kurve faktörünü belirlemek için, 10, 20, 30, 40, 50, 60 ve 70 ppm'lik anhidroglikoz içeren standartlar hazırlanmış ve bunlardan 3'er ml alınarak buz banyosu içerisinde üzerlerine 6 ml antron konulmuştur. Çözeltiler 15 dakika sıcak su banyosunda tutulduktan sonra, buz banyosunda soğutulurak 620 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuş ve kurve faktörü belirlenmiştir (Kaplanlıran, 1992).



Şekil 3.15. Toplam karbonhidrat analizi akış şeması

3.2.10. Azot analizi

Azot analizleri Kjeldahl yaş yakma metoduna (Şekil 3.16) göre yapılmıştır. %2.5'lik salisilik sülfürik asit karışımında yakılan bitki numunesinde kjeldahl distilasyon ünitesinde bazik ortamda amonyak oluşumu sağlanmıştır. Oluşan bu amonyak borik asit içinde tutulmuş ve 0.1 N sülfürik asit ile titrasyonu yapılarak formülde belirtildiği şekilde hesaplanmıştır (Ryan vd., 2001).

$$\text{Azot (\%)} = ((T-B) \times N \times 1.4) / S$$

(3.13)

T: Bitki örneğinin titrasyonu için sarf edilen sülfürik asit (H₂SO₄) miktarı (ml)
B: Körün (tanık) titrasyonu için sarf edilen sülfürik asit (H₂SO₄) miktarı (ml)
N: Sülfürik asidin (H₂SO₄) normalitesi
S: Analizde kullanılan örnek miktarı (g)
1.4: Sabit katsayı



Şekil 3.16. Kjeldahl yaş yakma metodunun farklı aşamaları. a) Şahit (kör) tüpü ve içinde örnek bulunan bir tüp, b) Kjeldahl yakma ünitesi, c) Kjeldahl destilasyon ünitesi, 4) Titrasyon aşaması (orjinal)

3.2.11. CH:N oranı

Toplam karbonhidrat içeriğinin, azot içeriğine oranlanmasıyla belirlenmiştir.

3.2.12. İstatistik analizler

Elde edilen veriler SAS-JUMP 7.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve aralarında farklılık bulunan ortalamalar LSD çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır. Regresyon eşitlikleri Minitab 16 paket programı yardımıyla elde edilmiştir. Eşitliklerde quadratic model kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Aynı Ağaçlar Üzerinde 3 Yıl Süreyle BBD Uygulamaları

4.1.1. Çiçeklenme

Golden Delicious elmasında üç yıl süreyle (2010-2012) farklı BBD uygulamalarının hüzme sayısı, çiçek yoğunluğu, çiçeklenme indeksi ve meyve tutumu üzerine olan etkileri Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında hüzme sayısı, çiçek yoğunluğu, çiçeklenme indeksi ve meyve tutumu üzerine etkileri

Uygulamalar	Hüzme sayısı/ağaç	Çiçek yoğunluğu			Çiçeklenme indeksi	Meyve tutumu (%)
		hüz.say/cm ² (GKA)	hüz.say/cm ² (DKA)	hüz.say/cm (DU)		
2010						
Kontrol	75.6	5.89	3.61 b*	0.08	0.73	36.8 a
Pro-Ca	83.8	6.11	3.18 b	0.09	0.71	32.8 a
Etefon	82.4	6.80	6.91 a	0.11	0.80	23.5 b
GA₄₊₇	85.8	6.23	5.81 a	0.11	0.79	17.8 b
LSD (P≤0.05)	öd	öd	1.84	öd	öd	8.3
2011						
Kontrol	3.3 b	0.21 b	0.48	0.01	0.05 bc	24.1
Pro-Ca	1.8 b	0.10 b	0.16	0.01	0.02 c	21.6
Etefon	8.4 ab	0.61 ab	1.13	0.02	0.18 a	34.2
GA₄₊₇	30.6 a	1.39 a	0.59	0.01	0.14 ab	33.9
LSD (P≤0.05)	20.9	0.79	öd	öd	0.11	öd
2012						
Kontrol	228.0 a	9.40 a	5.40	0.15 a	0.95 a	22.6 ab
Pro-Ca	223.2 a	8.96 a	4.73	0.14 a	0.96 a	18.6 b
Etefon	232.8 a	10.69 a	5.35	0.12 a	0.96 a	12.4 c
GA₄₊₇	128.6 b	4.93 b	3.18	0.08 b	0.68 b	24.7 a
LSD (P≤0.05)	65.17	2.76	öd	0.04	0.12	5.9

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

Denemede ilk uygulamaya petal yaprakların dökümünden sonra Pro-Ca uygulaması ile başlanmıştır. Dolayısıyla 2010 yılı çiçeklenme ölçümleri başlangıç verileridir. Genel olarak homojen yapıya sahip ağaçlar seçilmeye çalışıldığı için de dal kesit

alanına düşen hüzme sayısı hariç diğer ölçümler, istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur ($P \leq 0.05$).

Denemenin 2. yılı olan 2011’de bütün ağaçların periyodisite döngüsünün yok yılında olduğu görülmüştür. Ancak etefon ve GA₄₊₇ uygulamalarının hemen hemen bütün çiçeklenme ölçümlerinde kontrole ve Pro-Ca uygulamasına kıyasla daha yüksek değerler aldığı saptanmıştır. Aradaki farklılığın özellikle ağaç başı hüzme sayısı, gövde kesit alanına düşen hüzme sayısı ve çiçeklenme indeksi değerlerinde istatistik açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P \leq 0.05$). En yüksek hüzme sayısı ağaç başı 30.6 hüzme ile GA₄₊₇ uygulamasında, en düşük ise 1.8 hüzme ile Pro-Ca uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Kontrolde bu değer 3.3 olarak bulunmuştur. Etefon uygulaması ise 8.4 ile kontrol ve GA₄₊₇ uygulaması arasında bir değer almıştır. Ağaç başı hüzme sayısına benzer şekilde gövde kesit alanına düşen hüzme sayısında en yüksek GA₄₊₇ uygulamasında (1.39), en düşük ise Pro-Ca uygulamasında (0.10) tespit edilmiştir.

2012 yılında dal kesit alanına (DKA) düşen hüzme sayısı dışında, bütün çiçeklenme ölçümlerinin istatistik açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($P \leq 0.05$). GA₄₊₇’nin diğer uygulamalara kıyasla çiçeklenme değerlerini önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir. Üç deneme yılının sonunda en düşük hüzme sayısı değeri GA₄₊₇ uygulamasından (128.6), en yüksek hüzme sayısı ise etefon uygulamasından (232.8) elde edilmiştir. Kontrol ve Pro-Ca uygulamalarının, etefon uygulaması ile istatistik olarak aynı grupta yer aldığı tespit edilmiştir.

Uygulamaların, meyve tutumu üzerine olan etkisi 2011 yılı hariç diğer iki yılda istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). 2010 yılında en yüksek meyve tutumu Kontrol ve Pro-Ca uygulamasında elde edilirken, en düşük değerler etefon ve GA₄₊₇ uygulamasında saptanmıştır. 2012 yılında ise ilk deneme yılının (2010) aksine en yüksek meyve tutumu GA₄₊₇ uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4.1). 2010’a ait en düşük meyve tutumu ise etefon uygulamasında (%12.4) görülmüştür.

4.1.2. Verim

Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının ağaç başı verim, meyve sayısı, verim etkinliği ve ürün yoğunluğu üzerine olan etkileri 2010, 2011 ve 2012 yılları için ayrı ayrı Çizelge 4.2’de sunulmuştur.

2010 yılında ağaç başı verim değerleri dışında, farklı BBD uygulamalarının meyve sayısı, verim etkinliği ve ürün yoğunluğu değerleri üzerine olan etkileri istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). 2010 yılında kontrol ağaçları bütün verim kriterleri bakımından en yüksek değerleri alırken, bunu sırasıyla Pro-Ca, etefon ve GA₄₊₇ uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında verim değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Verim (kg/ağaç)	Meyve sayısı (sayı/ağaç)	Verim etkinliği (kg/cm ³)	Ürün yoğunluğu (meyve sayısı/cm ²)
<u>2010</u>				
Kontrol	30.4	168.2 a*	1.80 a	9.93 a
Pro-Ca	28.8	162.2 a	1.67 ab	9.36 a
Etefon	21.0	114.4 b	1.34 bc	7.32 b
GA₄₊₇	20.6	90.0 b	1.05 c	4.57 c
LSD ($P \leq 0.05$)	öd	46.36	0.38	1.82
<u>2011</u>				
Kontrol	1.7 b	8.5 b	0.08 b	0.35 b
Pro-Ca	0.5 b	2.6 b	0.02 b	0.11 b
Etefon	3.8 b	17.5 b	0.18 b	0.80 b
GA₄₊₇	11.4 a	53.5 a	0.41 a	1.91 a
LSD ($P \leq 0.05$)	6.6	32.7	0.17	0.91
<u>2012</u>				
Kontrol	37.7	310.8 a	1.40	11.56 a
Pro-Ca	33.5	255.2 ab	1.21	9.20 ab
Etefon	25.3	172.8 b	1.01	6.88 bc
GA₄₊₇	26.6	173.8 b	0.85	5.54 c
LSD ($P \leq 0.05$)	öd	94.24	öd	3.03

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P \leq 0.05$)
öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir ($P \leq 0.05$)

Verimli geçen 2010 yılından sonra 2011 yılındaki uygulamalarda bütün verim değerlerinin oldukça azaldığı görülmüştür. Bununla birlikte 2011 yılında uygulamaların verim değerleri üzerine olan etkileri istatistik açıdan önemli olup ($P \leq 0.05$) en iyi sonuçlar GA₄₊₇ uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.2). Kontrol, Pro-Ca ve etefon uygulamalarının verim değerleri, GA₄₊₇ uygulamasına kıyasla oldukça düşük bulunmuştur. Örneğin ağaç başı verim, meyve sayısı, verim etkinliği ve ürün yoğunluğu değerleri GA₄₊₇ uygulamasında sırasıyla 11.4, 53.5, 0.41 ve 1.91 iken, kontrolde bu değerler 1.7, 8.5, 0.08 ve 0.35 olarak tespit edilmiştir. Pro-Ca ve etefon uygulamaları, 2011 yılında kontrolle istatistik açıdan aynı grupta olup benzer değerler almışlardır.

2012 yılında verim değerleri, 2011 yılına kıyasla oldukça artmıştır. Ağaç başı verim değerleri ve verim etkinliği açısından uygulamalar arasındaki fark istatistik açıdan önemsiz, meyve sayısı ve ürün yoğunluğu değerleri ise istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). 2010 yılına benzer şekilde 2012 yılında da en yüksek verim değerleri kontrol ve Pro-Ca uygulamalarında, en düşük değerler ise etefon ve GA₄₊₇ uygulamalarında elde edilmiştir (Çizelge 4.2). Özellikle ürün yoğunluğu değerlerinde GA₄₊₇ uygulaması (5.54 meyve sayısı/cm²) kontrole (11.56 meyve sayısı/cm²) kıyasla ciddi bir azalış sağlamıştır.

4.1.3. Periyodisite eğilim indeksi

Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının periyodisite eğilim indeksi üzerine olan etkileri, 2010, 2011 ve 2012 yılları arasındaki ağaç başı verim değerleri esas alınarak Hoblyn vd. (1936) tarafından bildirilen formülle hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Racsko (2008)'e göre çok düşük, düşük, orta, yüksek şeklinde gruplandırılmış ve Çizelge 4.3'te sunulmuştur.

Uygulamaların ağaç başı verim değerlerine göre hesaplanan periyodisite eğilim indeksi üzerine olan etkileri önemli bulunmuştur. Kontrol (0.91) ve Pro-Ca (0.97) uygulamalarında periyodisite şiddetinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Etefon uygulamasının (0.71) periyodisiteye olan hassasiyeti ise orta grupta yer almıştır. En düşük periyodisite eğilim indeksi GA₄₊₇ uygulamasında (0.41) hesaplanmış ve periyodisite şiddetinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Ağaç başı hüzme sayısına göre hesaplanan değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksi değerlerine bakıldığında ise, GA₄₊₇ uygulaması hariç diğer bütün uygulamaların yüksek periyodisite eğilim indeksine sahip oldukları tespit edilmiştir. GA₄₊₇ uygulamasının ise değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksinin 0.57 ile orta grupta yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında periyodisite eğilim indeksi ve değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksi üzerine etkileri (2010-2012)

Uygulamalar	Periyodisite eğilim indeksi		Değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksi	
Kontrol	0.91	Yüksek*	0.94	Yüksek
Pro-Ca	0.97	Yüksek	0.97	Yüksek
Etefon	0.71	Orta	0.86	Yüksek
GA₄₊₇	0.41	Düşük	0.57	Orta

*Gruplandırma Racsko (2008) göre yapılmıştır

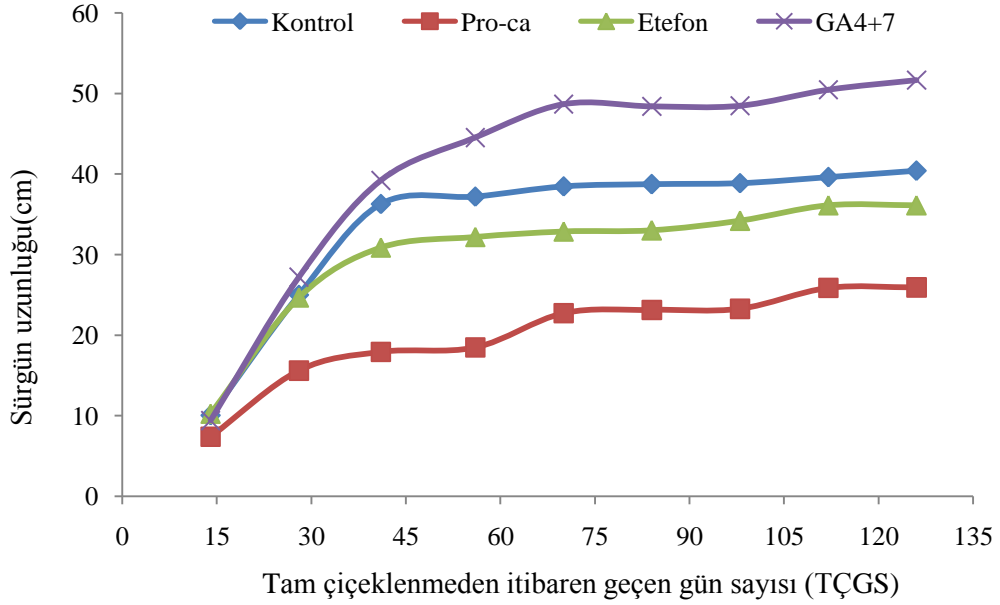
4.1.4. Vegetatif gelişim

4.1.4.1. Sürgün gelişimi

Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının sürgün gelişiminde meydana getirdiği değişimler ve sürgün uzunluğunun tahmin edilebilmesinde kullanılacak regresyon denklemleri Şekil 4.1’de verilmiştir.

Şekil 4.1’den de anlaşılacağı üzere sürgün büyümesi Pro-Ca uygulaması dışında genellikle sigmoid bir eğri oluşturacak şekilde artış göstermiştir. Kontrol, etefon ve GA₄₊₇ uygulamalarındaki sürgün uzunluğu değerleri, tam çiçeklenmeden yaklaşık 45 gün sonrasına (haziran ayının ilk haftasına) kadar doğrusal olarak artmış, bu tarihten sonra büyüme hızı azalmış ve hasat zamanına kadar sınırlı bir büyüme devam etmiştir. Pro-Ca uygulamasında ise tam çiçeklenmeden yaklaşık 30. günden (mayıs ayını 3. haftasından) itibaren büyüme hızı azalmıştır. Bu tarihte Pro-Ca uygulanan sürgünlerin uzunluğu 15.6 cm civarında iken diğer bütün uygulamalarda 25 cm’in üzerinde değerler elde edilmiştir. Pro-Ca uygulanan sürgünlerin büyüme hızında 60. günden (haziran ayının 2. haftasından) sonra tekrar bir artış gözlemlenmiştir. Bu

dönemde Pro-Ca uygulanan sürgünlerin uzunluğu 18.5 cm iken kontrol, etefon ve GA₄₊₇ uygulanan sürgünlerin uzunlukları sırasıyla 37.2, 32.2 ve 44.5 cm olarak tespit edilmiştir.



$$\begin{aligned} \text{Kontrol} &= 3.930 + 0.8169 x - 0.004385 x^2 \quad (R^2=\% 88.6) \\ \text{Pro-Ca} &= 4.757 + 0.3501 x - 0.001483 x^2 \quad (R^2=\% 94.4) \\ \text{Etefon} &= 6.931 + 0.6051 x - 0.003095 x^2 \quad (R^2=\% 86.7) \\ \text{GA}_{4+7} &= - 0.562 + 1.084 x - 0.005532 x^2 \quad (R^2=\% 94.7) \end{aligned}$$

Şekil 4.1. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında sürgün gelişimi üzerine etkileri (2010) (P<0.01)

4.1.4.2. Ortalama sürgün uzunluğu

Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında sürgün uzunluğuna olan etkileri üç deneme yılında da istatistik açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.05) (Çizelge 4.4). Etefon uygulamasının 2010 yılında kontrol ile benzer değerler aldığı, buna karşın 2011 ve 2012 yıllarında kontrolden daha kısa sürgünler oluşturduğu saptanmıştır. Periyodisite döngüsüne göre yok yılı olan 2011’de, sürgün uzunluklarının var yıllarına (2010 ve 2012) kıyasla bütün uygulamalarda daha yüksek değerler aldığı belirlenmiştir. Deneme süresince en uzun sürgünlerin GA₄₊₇, en kısa sürgünlerin ise Pro-Ca uygulanan ağaçlarda meydana geldiği görülmüştür (Şekil 4.2).

Çizelge 4.4. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında sürgün uzunluğuna etkileri

Uygulamalar	Sürgün uzunluğu (cm)		
	2010	2011	2012
Kontrol	38.2 b*	54.0 b	43.1 a
Pro-Ca	22.8 c	32.5 d	24.7 c
Etefon	36.9 b	45.7 c	39.9 b
GA₄₊₇	51.0 a	60.7 a	43.1 a
LSD (P≤0.05)	3.1	2.6	2.1

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)



Şekil 4.2. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında sürgün uzunluğuna etkisi (orjinal)

4.1.4.3. Gövde kesit alanı

Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının gövde kesit alanı üzerine olan etkileri istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.5). Her üç deneme yılında da en yüksek gövde kesit alanı değerleri GA₄₊₇ uygulamasında, en düşük gövde kesit alanı değerleri ise etefon uygulamasında tespit edilmiştir. Gövde kesit alanı artış değerlerine bakımından, 2011 yılı dışında GA₄₊₇ uygulamasının en yüksek değerleri aldığı saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında gövde kesit alanı üzerine etkileri

Uygulamalar	Gövde kesit alanı (cm ²)						
	<u>2010</u>		Artış	<u>2011</u>		<u>2012</u>	
	İlkbahar	Sonbahar		Sonbahar	Artış	Sonbahar	Artış
Kontrol	13.3	16.7	3.4	24.9	8.2	27.0	2.1
Pro-Ca	14.0	18.0	4.0	24.7	6.7	27.6	2.9
Etefon	12.1	16.2	4.1	22.3	6.1	25.1	2.9
GA₄₊₇	14.6	20.4	5.8	27.2	6.8	32.3	5.0
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd

^{öd}: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

4.1.4.4. Ağaç hacmi

Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının ağaç hacmi üzerine olan etkileri istatistik açıdan genellikle önemsiz bulunmuştur (P≤0.05). Deneme ağaçlarının periyodisite döngüsünün yok yılında olduğu 2011’de etefon ve GA₄₊₇ uygulamalarının daha yüksek ağaç hacmi artışı değerleri aldığı tespit edilmiş, kontrol ve Pro-Ca uygulamaları ise daha düşük değerlere sahip olup istatistik açıdan aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında ağaç hacmi üzerine etkileri

Uygulamalar	Ağaç hacmi (m ³)						
	2010			2011		2012	
	İlkbahar	Sonbahar	Artış	Sonbahar	Artış	Sonbahar	Artış
Kontrol	2.5	4.6	2.1	4.8	0.2 b*	5.6 b	0.8
Pro-Ca	2.9	4.8	1.9	5.1	0.3 b	6.5 b	1.4
Etefon	2.2	4.1	1.9	5.8	1.7 a	6.9 ab	1.1
GA₄₊₇	2.0	4.5	2.5	6.0	1.5 a	8.3 a	2.3
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd	öd	0.8	1.54	öd

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

4.1.5. Meyve kalite analizleri

4.1.5.1. Meyve iriliği ve boy/çap oranı

Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu ve boy/çap oranı üzerine olan etkileri 2010, 2011 ve 2012 yılları için ayrı ayrı Çizelge 4.7’de sunulmuştur.

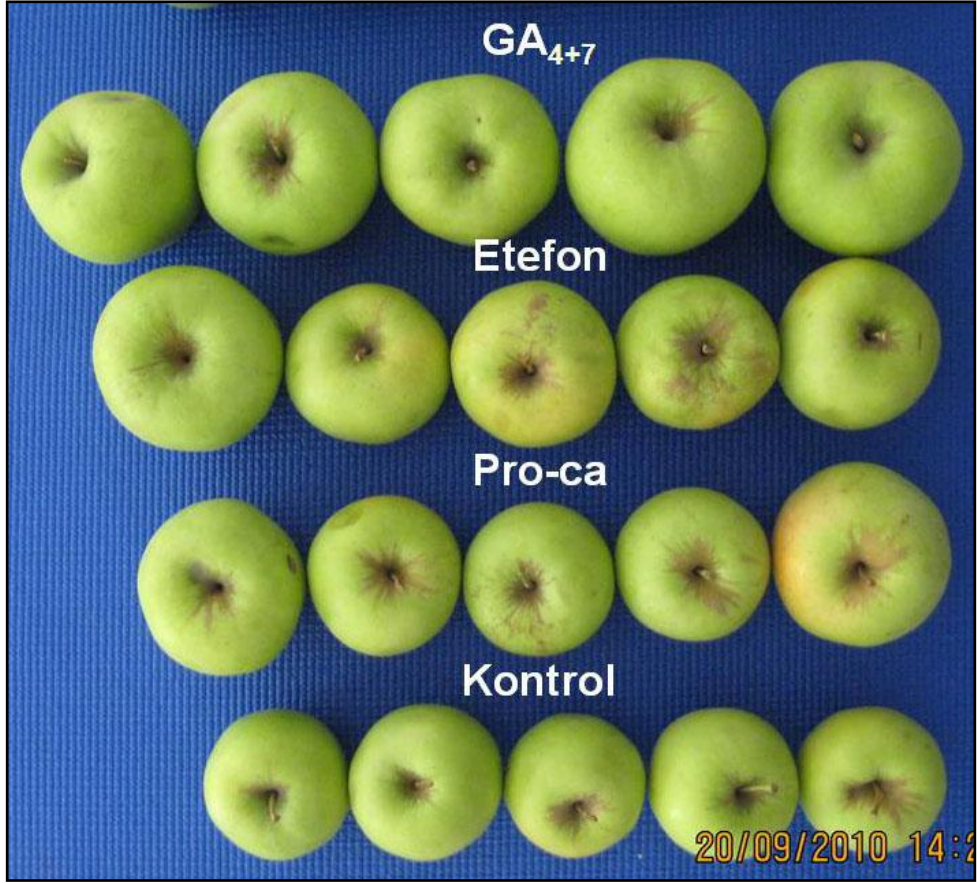
Uygulamaların meyve iriliği kriterleri olan ağırlık, boy ve meyve çapı değerleri üzerine olan etkileri her üç deneme yılında da istatistik açıdan önemli bulunmuş ve en yüksek değerler GA₄₊₇ uygulamasından elde edilmiştir. Kontrol, Pro-Ca ve etefon uygulamalarının meyve iriliği değerleri 2010 ve 2011 yılında aşağı yukarı benzer iken, 2012 yılında kontrolde Pro-Ca ve etefon uygulamasına kıyasla meyve iriliği daha düşük bulunmuştur. Pro-Ca ve etefon uygulamaları arasında meyve iriliği değerleri açısından herhangi bir farklılık üç yılda da gözlemlenmemiştir. Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının meyve iriliği üzerine olan etkisi ile ilgili görünüm Şekil 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında meyve iriliği ve boy/çap oranı üzerine etkileri

Uygulamalar	Meyve ağırlığı (g)	Meyve çapı (mm)	Meyve boyu (mm)	Boy/Çap
<u>2010</u>				
Kontrol	208.31 b*	78.70 b	72.20 b	0.92 b
Pro-Ca	212.38 b	78.92 b	72.66 b	0.92 b
Etefon	211.13 b	76.16 b	73.06 b	0.94 b
GA₄₊₇	263.62 a	83.24 a	82.82 a	1.00 a
LSD (P≤0.05)	16.30	1.85	2.23	0.02
<u>2011</u>				
Kontrol	203.64 b	77.07 b	71.69 b	0.93
Pro-Ca	194.84 b	75.85 ab	72.25 ab	0.96
Etefon	199.00 b	75.72 b	70.70 b	0.93
GA₄₊₇	234.43 a	79.69 a	75.20 a	0.94
LSD (P≤0.05)	25.36	3.03	3.90	öd
<u>2012</u>				
Kontrol	141.51 c	68.37 c	63.93 c	0.94 b
Pro-Ca	155.89 b	70.29 b	66.33 b	0.94 b
Etefon	161.06 b	71.28 b	66.33 b	0.93 b
GA₄₊₇	211.06 a	76.26 a	77.00 a	1.01 a
LSD (P≤0.05)	10.15	1.63	1.77	0.02

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)
^{öd}: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

2011 yılı dışında uygulamaların boy/çap oranı üzerine olan etkisi istatistik açıdan önemli bulunmuş ve hem 2010 hem de 2012 yılında en yüksek boy/çap oranının GA₄₊₇ uygulamasında olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.7). Kontrol, Pro-Ca ve etefon uygulamalarının boy/çap oranı değerleri ise aşağı yukarı benzerdir.



Şekil 4.3. Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının meyve iriliği üzerine etkisi (orjinal)

4.1.5.2. Sertlik, SÇKM, pH ve titre edilebilir asitlik

Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının meyve eti sertliği, SÇKM, pH ve asitlik değeri üzerine olan etkileri 2010, 2011 ve 2012 yılları için ayrı ayrı Çizelge 4.8’de sunulmuştur.

Uygulamaların meyve eti sertliği üzerine olan etkileri üç yılda da istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). 2010 yılında en yüksek meyve eti sertliği kontrol uygulamasında, en düşük ise Pro-Ca uygulamasında elde edilmiştir. 2011 yılında ise en yüksek sertlik değerleri yine kontrol uygulamasında bulunmuş, ancak en düşük değer 2010 yılından farklı olarak GA₄₊₇ uygulamasında tespit edilmiştir. 2012 yılındaki sertlik değerleri uygulamaları istatistik olarak iki gruba ayırmıştır. Kontrol ve Pro-Ca uygulamaları daha yüksek meyve eti sertliğine sahip olup aynı grupta yer almışlardır. Etefon ve GA₄₊₇ uygulamaları ise daha az meyve eti sertliğine sahip olup

farklı bir grupta yer almışlardır. Nitekim bu üç yıllık süreçte meyve eti sertliği değerleri 6.3 ile 7.5 kg arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.8. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında sertlik, SÇKM, pH ve titre edilebilir asitlik üzerine etkileri

Uygulamalar	Sertlik (kg)	SÇKM (%)	pH	Asitlik (%)
<u>2010</u>				
Kontrol	7.0 a *	12.7 b	3.60	0.40
Pro-Ca	6.4 c	12.3 b	3.41	0.42
Etefon	6.8 ab	13.3 ab	3.44	0.38
GA₄₊₇	6.7 b	13.9 a	3.42	0.43
LSD (P≤0.05)	0.24	1.12	öd	öd
<u>2011</u>				
Kontrol	7.4 a	15.0	3.30 bc	0.56
Pro-Ca	7.2 bc	15.4	3.38 a	0.60
Etefon	7.3 ab	14.9	3.24 c	0.47
GA₄₊₇	7.1 c	14.5	3.33 ab	0.53
LSD (P≤0.05)	0.41	öd	0.06	öd
<u>2012</u>				
Kontrol	6.8 a	12.5	3.27	0.47
Pro-Ca	7.0 a	14.0	3.29	0.39
Etefon	6.3 b	13.5	3.23	0.41
GA₄₊₇	6.4 b	13.7	3.13	0.46
LSD (P≤0.05)	0.36	öd	öd	öd

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

Uygulamaların SÇKM üzerine olan etkileri sadece 2010 yılında istatistik açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.05). İlk deneme yılı olan 2010'da en yüksek SÇKM değeri %13.9 ile GA₄₊₇ uygulamasında, en düşük değerler ise kontrol (%12.7) ve Pro-Ca uygulamalarında (%12.3) meydana gelmiştir. Periyodisite döngüsüne göre yok yılı olan 2011'de SÇKM içeriklerinin diğer iki yıla kıyasla bütün uygulamalarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Uygulamaların pH ve asitlik değerleri üzerine olan etkilerine bakıldığında ise sadece 2011 yılı pH değerlerinin istatistik açıdan önemli olduğu saptanmıştır (P≤0.05). Genel olarak pH ve asitlik değerlerinde uygulamalara göre ciddi farklılıkların meydana gelmediği belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

4.1.5.3. Meyve kabuk rengi

Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının L^* , a^* , b^* , C^* ve hue° değerleri üzerine olan etkileri 2010, 2011 ve 2012 yılları için ayrı ayrı Çizelge 4.9'da sunulmuştur.

Çizelge 4.9. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında meyve kabuk rengi üzerine etkileri

Uygulamalar	L^*	a^*	b^*	C^*	Hue°
2010					
Kontrol	69.04 a*	-18.92 b	43.98 b	48.00 b	113.27 b
Pro-Ca	67.89 b	-19.32 b	43.02 c	47.26 c	114.11 ab
Etefon	67.55 b	-19.68 b	42.70 c	47.09 c	114.76 a
GA₄₊₇	69.39 a	-17.48 a	46.23 a	49.81 a	110.64 c
LSD ($P \leq 0.05$)	0.77	1.18	0.61	0.59	1.44
2011					
Kontrol	71.14 ab	-19.44 a	45.63 c	49.64 c	113.08
Pro-Ca	70.06 c	-19.51 ab	47.82 a	51.69 a	112.18
Etefon	71.75 a	-19.01 a	45.00 d	48.92 d	112.89
GA₄₊₇	70.41 bc	-20.18 b	46.92 b	51.12 b	113.25
LSD ($P \leq 0.05$)	1.35	1.18	0.85	0.84	öd
2012					
Kontrol	70.42 a	-19.68 a	44.04 b	48.27 b	114.06
Pro-Ca	69.06 b	-19.35 a	44.41 b	48.51 b	113.54
Etefon	70.13 a	-19.91 a	44.43 b	48.72 b	114.13
GA₄₊₇	69.11 b	-20.72 b	45.94 a	50.42 a	114.26
LSD ($P \leq 0.05$)	0.93	0.64	0.47	0.55	öd

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P \leq 0.05$)

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir ($P \leq 0.05$)

2011 ve 2012 yılı hue açısı değerleri dışında uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkisi, istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Bununla birlikte Golden Delicious gibi sarı kabuk rengine sahip çeşitlerde, en önemli renk değerinin sarılık-mavilik olarak ifade edilen b^* değerinin olduğu bilinmektedir. Periyodisite döngüsüne göre yok yılı olan 2011 dışında en yüksek b^* değeri GA₄₊₇ uygulamasında tespit edilmiştir. Kontrol, Pro-Ca ve etefon uygulamalarına ait b^* değerlerinin birbirine oldukça yakın sonuçlar verdiği saptanmıştır. Rengin doygunluğunu gösteren C^* değeri de, b^* değerine benzer şekilde 2011 yılı dışında en yüksek GA₄₊₇

uygulamasında belirlenmiştir. Nitekim çalışmada GA₄₊₇ uygulaması yapılan ağaçların meyvelerinin daha canlı renklere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Uygulamaların L* ve a* değerleri üzerine olan etkisinin yıllara göre oldukça farklı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

4.1.5.4. Tohum sayısı

Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının meyvedeki tohum sayısı üzerine olan etkileri 2010, 2011 ve 2012 yılları için ayrı ayrı Çizelge 4.10'da sunulmuştur.

Çizelge 4.10. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında tohum sayısı üzerine etkileri

Uygulamalar	Tohum sayısı		
	2010	2011	2012
Kontrol	7.0 a*	5.0	6.4 a
Pro-Ca	6.9 a	5.3	6.0 a
Etefon	7.6 a	5.4	7.3 a
GA₄₊₇	3.6 b	4.8	5.0 b
LSD (P≤0.05)	1.14	öd	1.13

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

Periyodisite döngüsüne göre yok yılı olan 2011 dışında, uygulamaların tohum sayısı üzerine olan etkisi hem 2010 hem de 2012 yılında istatistik açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.05). Deneme süresince en düşük tohum sayısı GA₄₊₇ uygulamasında tespit edilmiştir. Kontrol, Pro-Ca ve etefon uygulamalarının tohum sayılarının hemen hemen aynı olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.10).

4.1.5.5. Fizyolojik bozukluklar

Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının pas, acı benek ve güneş yanığı gibi bazı fizyolojik bozukluklar üzerine olan etkileri skala değerlerine göre Çizelge 4.11’de sunulmuştur.

Çizelge 4.11. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında pas, acı benek ve güneş yanığı üzerine etkileri

Uygulamalar	Pas (1-5)	Acı benek (0-4)	Güneş yanığı (0-4)
<u>2010</u>			
Kontrol	1.6 a*	0.0 b	0.8 a
Pro-Ca	1.6 a	0.0 b	0.5 ab
Etefon	1.6 a	0.0 b	0.4 b
GA₄₊₇	1.1 b	0.2 a	0.3 b
LSD (P≤0.05)	0.21	0.11	0.35
<u>2011</u>			
Kontrol	2.0 a	0.2 b	0.3
Pro-Ca	2.0 a	0.2 b	0.3
Etefon	1.5 b	0.0 b	0.3
GA₄₊₇	1.1 c	0.6 a	0.3
LSD (P≤0.05)	0.28	0.28	öd
<u>2012</u>			
Kontrol	1.5 b	0.0	0.3
Pro-Ca	1.7 a	0.0	0.2
Etefon	1.4 b	0.0	0.3
GA₄₊₇	1.1 c	0.0	0.2
LSD (P≤0.05)	0.22	öd	öd

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

Pas oluşumunun belirlenmesinde 1-5 skalası esas alınmış ve 1 değeri tamamen passız meyveyi ifade etmiştir. Uygulamaların pas oluşumu üzerine olan etkisi istatistik açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.05). GA₄₊₇ uygulanan ağaçların meyvelerinde pas oluşumunun minimum düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4). Pro-Ca ve etefon uygulamalarının kontrolle kıyaslandığında pas oluşumunu azaltıcı belirgin bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.



Şekil 4.4. Golden Delicious elmasında kontrol (üstte) ve GA₄₊₇ (altta) uygulamasının pas oluşumuna etkisi (orjinal)

Meyvelerde acı benek oluşumunun değerlendirilmesinde ise 0-4 skalası esas alınmış ve 0 değeri acı benek oluşmamış meyveler için kullanılmıştır. 2012 yılında acı beneğin meydana gelmediği saptanmıştır. Diğer iki deneme yılında ise meyvelerde acı beneğin oluştuğu görülmüş ve uygulamaların acı benek oluşumu üzerine olan etkilerinin istatistik açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P \leq 0.05$). Diğer uygulamalardan farklı olarak, GA₄₊₇'nin acı beneği ciddi derecede arttırdığı saptanmıştır. Kontrol, Pro-Ca ve etefon uygulamalarında 2010 yılında acı beneğin olmadığı, 2011'de ise GA₄₊₇ uygulamasına kıyasla çok az miktarda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Uygulamaların güneş yanığı üzerine etkisi, sadece 2010 yılında istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). En fazla güneş yanığı kontrolde görülürken, en az etefon ve GA₄₊₇ uygulamasında meydana gelmiştir (Çizelge 4.11).

4.1.6. CH:N oranı

Golden Delicious elmasında farklı BBD uygulamalarının, yapraktaki toplam karbonhidrat içeriği, azot içeriği ve CH:N oranı üzerine olan etkisi istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte toplam karbonhidrat içeriği ve CH:N oranının kontrole kıyasla diğer bütün uygulamalarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Farklı BBD uygulamalarının Golden Delicious elmasında yapraktaki toplam karbonhidrat içeriği, azot içeriği ve CH:N oranı üzerine etkileri (2011)

Uygulamalar	CH (%)	N (%)	CH:N
Kontrol	8.13	2.30	3.55
Pro-Ca	10.26	2.12	4.86
Etefon	9.89	2.22	4.48
GA₄₊₇	11.12	2.43	4.61
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd

^{öd}: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

4.2. Farklı Ürün Yüküne Sahip Ağaçlarda BBD Uygulamaları

Çalışmanın bu bölümünde ağaçlar çiçek yoğunluğu skalası ile var yılı ve yok yılı olarak gruplandırılmış ve daha sonra 2010 yılında var yılı ağaçlarına etefon, yok yılı ağaçlarına ise GA₄₊₇ uygulaması yapılmıştır. Uygulamalardan sonraki yıllarda (2011 ve 2012) ağaçlara tekrar BBD uygulaması yapılmamış, 3 yıl boyunca çiçek, verim ve vegetatif gelişim değerleri alınmıştır. Meyve kalite analizleri, toplam karbonhidrat ve azot içeriği değerleri sadece uygulama yapılan yılda incelenmiştir.

4.2.1. Çiçeklenme

4.2.1.1. Var yılı ağaçlarına etefon uygulaması

Denemenin başlangıç yılı olan 2010'da etefon, çiçeklenme döneminden sonra (20 mm meyve çapında) uygulanmıştır. Genel olarak hem kontrol hem de etefon uygulanan ağaçlar üniform yapıya sahip ağaçlardan seçilmekle birlikte, ağaç başı hüzme sayısı ve gövde kesit alanına düşen hüzme sayısı bakımından farklılığın istatistik açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($P \leq 0.05$). Ancak diğer çiçeklenme ölçümleri istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Golden Delicious elmasında var yılı (2010) etefon uygulamasının 3 yıl süresince hüzme sayısı, çiçek yoğunluğu, çiçeklenme indeksi ve meyve tutumu üzerine etkileri

Uygulamalar	Hüzme sayısı/ ağaç	Çiçek yoğunluğu			Çiçeklenme indeksi	Meyve tutumu (%)
		hüz.say/cm ² (GKA)	hüz.say/cm ² (DKA)	hüz.say/cm (DU)		
2010						
Kontrol	67.0 b*	5.82 b	4.35	0.10	0.76	35.8 a
Etefon	86.4 a	6.51 a	5.96	0.12	0.73	30.2 b
LSD ($P \leq 0.05$)	8.12	0.32	öd	öd	öd	5.0
2011						
Kontrol	14.4	0.80	0.46	0.01	0.09	50.2
Etefon	10.2	0.53	0.82	0.02	0.12	40.1
LSD ($P \leq 0.05$)	öd	öd	öd	öd	öd	öd
2012						
Kontrol	265.0	11.44	7.52	0.20	0.90	19.3
Etefon	311.6	12.01	7.78	0.19	0.95	13.8
LSD ($P \leq 0.05$)	öd	öd	öd	öd	öd	öd

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P \leq 0.05$)

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir ($P \leq 0.05$)

Periyodisite döngüsüne göre yok yılı olan 2011’de etefonun, kontrole kıyasla çiçeklenmeyi arttırmada belirgin bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla yapılan istatistik analizlerde aradaki farklılığın önemsiz olduğu bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Periyodisite döngüsüne göre var yılı olan bir sonraki yılda (2012) ise hüzme sayısı, çiçek yoğunluğu ve çiçeklenme indeksi değerlerinin etefon uygulamasında daha yüksek olduğu, fakat farklılığın istatistik açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Golden Delicious elmasında var yılı etefon uygulamasının meyve tutumu üzerine olan etkisi istatistik açıdan sadece 2010 yılında önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Bununla birlikte her üç deneme yılında da kontrole kıyasla, etefon uygulanan ağaçlarda meyve tutumunun daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

4.2.1.2. Yok yılı ağaçlarına GA₄₊₇ uygulaması

Yok yılı GA₄₊₇ uygulamasının Golden Delicious elmasında hüzme sayısı, çiçek yoğunluğu, çiçeklenme indeksi ve meyve tutumu üzerine olan etkileri Çizelge 4.14’de sunulmuştur. Denemenin başlangıç yılı olan 2010’da GA₄₊₇, çiçeklenme döneminden sonra (10 mm meyve çapında) uygulanmıştır. Dolayısıyla 2010 yılı çiçeklenme ölçümleri başlangıç verilerini oluşturmaktadır. Genel olarak üniform yapıdaki yok yılı ağaçları seçilmeye dikkat edildiği için, çiçeklenme indeksi değerleri hariç bütün diğer çiçeklenme ölçümleri istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur.

2011 yılında çalışmanın bu bölümünde kullanılan bütün ağaçların periyodisite döngüsüne göre var yılında olduğu görülmüş ve uygulamalardaki çiçek değerlerinin bir önceki yıla göre oldukça arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte hüzme sayısı, çiçek yoğunluğu ve çiçeklenme indeksi açısından kontrol ve GA₄₊₇ uygulaması arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Bu yıldaki bütün çiçeklenme değerlerinin kontrole kıyasla GA₄₊₇ uygulanan ağaçlarda daha düşük olduğu belirlenmiştir. Nitekim yok yılı GA₄₊₇ uygulamasının bir sonraki var yılında çiçeklenmeyi %32 oranında azalttığı saptanmıştır.

Çizelge 4.14. Golden Delicious elmasında yok yılı (2010) GA₄₊₇ uygulamasının 3 yıl süresince hüzme sayısı, çiçek yoğunluğu, çiçeklenme indeksi ve meyve tutumu üzerine etkileri

Uygulamalar	Hüzme sayısı/ağaç	Çiçek yoğunluğu			Çiçeklenme indeksi	Meyve tutumu (%)
		hüz.say/cm ² (GKA)	hüz.say/cm ² (DKA)	hüz.say/cm (DU)		
<u>2010</u>						
Kontrol	13.8	0.86	1.26	0.01	0.11 b*	62.3 a
GA₄₊₇	28.0	2.04	1.18	0.03	0.24 a	37.4 b
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd	öd	0.13	24.7
<u>2011</u>						
Kontrol	115.8 a	4.36	4.30 a	0.10 a	0.74 a	22.9
GA₄₊₇	78.8 b	3.63	2.38 b	0.06 b	0.53 b	28.3
LSD (P≤0.05)	30.7	öd	1.77	0.03	0.14	öd
<u>2012</u>						
Kontrol	43.0 b	1.23 b	0.54 b	0.02 b	0.16	34.1
GA₄₊₇	108.2 a	3.93 a	1.97 a	0.05 a	0.35	28.6
LSD (P≤0.05)	58.4	2.48	1.35	0.03	öd	öd

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

Periyodisite döngüsüne göre yok yılı olan bir sonraki yılda (2012) ise çiçeklenme indeksi hariç ağaç başı hüzme sayısı ve bütün çiçek yoğunluğu değerleri istatistik açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.05). Bu yılda kontroldeki hüzme sayısı 43 iken GA₄₊₇ uygulamasında 108.2 olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde gövde kesit alanına düşen hüzme sayısını kontrolde 1.23, GA₄₊₇ uygulamasında ise 3.93 olduğu belirlenmiştir. Nitekim yok yılı GA₄₊₇ uygulaması, var yılında çiçeklenmede meydana getirdiği azalışa karşı yok yılında önemli bir artış sağlamıştır.

Golden Delicious elmasında yok yılı GA₄₊₇ uygulamasının meyve tutumu üzerine olan etkisi sadece 2010 yılında istatistik açıdan önemli bulunmuştur. Genel olarak yok yıllarındaki meyve tutumu GA₄₊₇ uygulamasında kontrolden daha düşük iken, var yılında kontrolden daha yüksek olarak saptanmıştır.

4.2.2. Verim

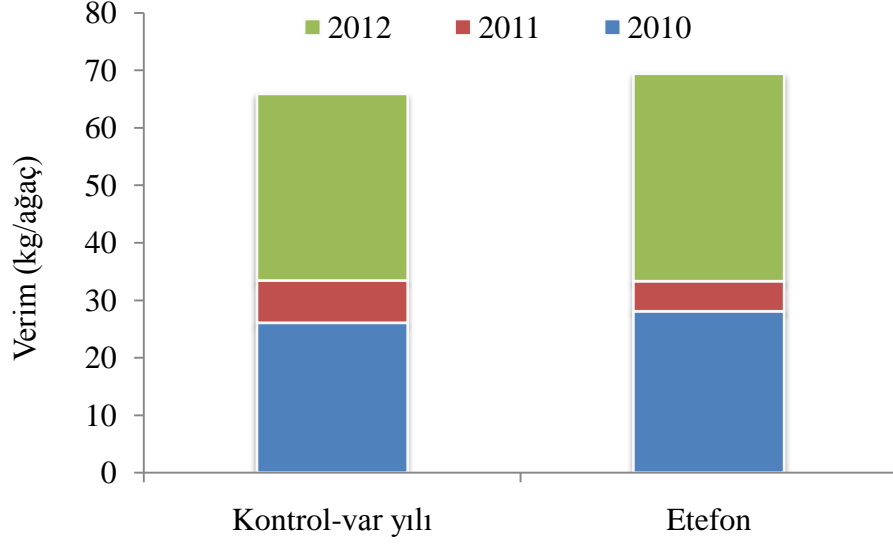
Golden Delicious elmasında var yılı etefon uygulamasının ağaç başı verim, meyve sayısı, verim etkinliği ve ürün yoğunluğu üzerine olan etkileri 2010, 2011 ve 2012 yılları için ayrı ayrı Çizelge 4.15’de sunulmuştur.

Çizelge 4.15. Golden Delicious elmasında var yılı (2010) etefon uygulamasının verim değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Verim (kg/ağaç)	Meyve sayısı (sayı/ağaç)	Verim etkinliği (kg/cm ²)	Ürün yoğunluğu (meyve sayısı/cm ²)
<u>2010</u>				
Kontrol	26.1	142.4	1.59	8.79
Etefon	28.0	157.0	1.46	8.22
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd	öd
<u>2011</u>				
Kontrol	7.3	39.8	0.32	1.75
Etefon	5.2	24.2	0.20	0.92
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd	öd
<u>2012</u>				
Kontrol	32.5	358.4 a *	1.23	13.48 a
Etefon	36.1	261.0 b	1.20	8.72 b
LSD (P≤0.05)	öd	66.0	öd	1.5

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)
öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

Var yılı etefon uygulamasının verim değerleri üzerine olan etkisinin hem 2010 hem de 2011 yılında istatistik açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir. 2012 yılında ise sadece meyve sayısı ve ürün yoğunluğu değerlerinin istatistik açıdan önemli olduğu saptanmıştır (P≤0.05). Denemede genel olarak ağaç başı verim değerlerinin, yok yılı olan 2011 dışında etefon uygulanan ağaçlarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Nitekim çalışmada üç yıllık (2010-2012) kümülatif verim değerlerinin kontrolde 65.9 kg/ağaç iken etefon uygulamasında 69.3 kg/ağaç olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.5). Ağaç başı meyve sayısı değerlerinin 2010 yılı dışında, etefon uygulamasında daha düşük olduğu belirlenmiştir. Verim etkinliği ve ürün yoğunluğu değerlerinin ise üç deneme yılında da etefon uygulamasında daha düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 4.15).



Şekil 4.5. Golden Delicious elmasında var yılı (2010) etefon uygulamasının kümülatif verim üzerine etkisi

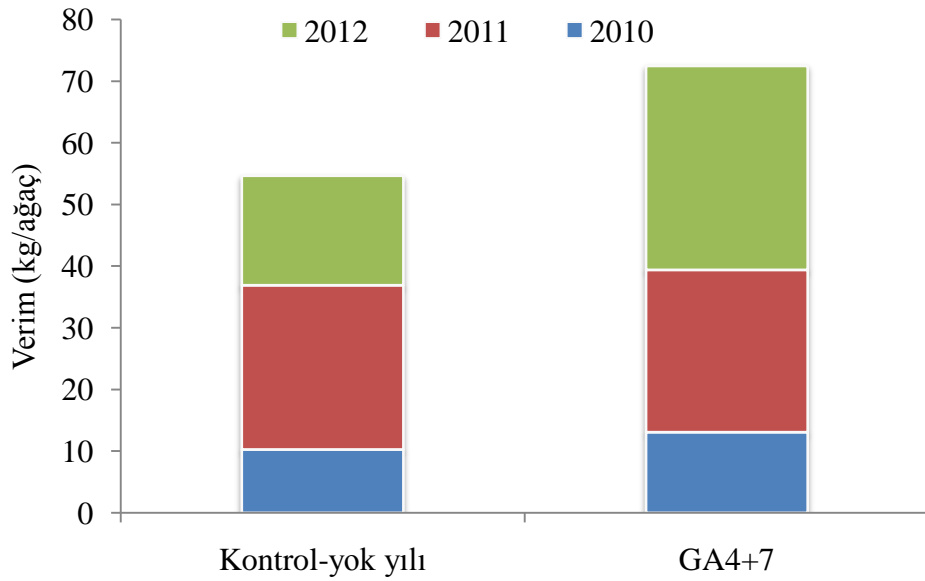
Yok yılı GA₄₊₇ uygulamasının Golden Delicious elmasında ağaç başı verim, meyve sayısı, verim etkinliği ve ürün yoğunluğu üzerine olan etkileri Çizelge 4.16'da sunulmuştur. GA₄₊₇ uygulamasının verim değerleri üzerine olan etkisi 2010 ve 2011 yılında istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur. Nitekim ilk uygulama yılı olan yok yılında ve sonraki var yılında GA₄₊₇ uygulanan ağaçlar ile kontrol grubu arasında verim değerleri açısından önemli bir farklılık oluşmamıştır.

Çizelge 4.16. Golden Delicious elmasında yok yılı (2010) GA₄₊₇ uygulamasının verim değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Verim (kg/ağaç)	Meyve sayısı (sayı/ağaç)	Verim etkinliği (kg/cm ²)	Ürün yoğunluğu (meyve sayısı/cm ²)
<u>2010</u>				
Kontrol	10.3	50.4	0.40	1.97
GA₄₊₇	13.1	59.4	0.58	2.66
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd	öd
<u>2011</u>				
Kontrol	26.6	158.3	0.76	4.49
GA₄₊₇	26.3	138.6	0.84	4.46
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd	öd
<u>2012</u>				
Kontrol	17.8 b	89.2 b	0.45 b	2.26
GA₄₊₇	33.1 a	167.4 a	0.98 a	5.14
LSD (P≤0.05)	14.51	77.94	0.39	öd

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)
 öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

Denemenin üçüncü yılında ise (2012) uygulamalar için seçilen ağaçların periyodisite döngüsünün yok yılında olması beklenmektedir. Ancak denemede hem kontrol grubu hem de GA₄₊₇ uygulanan ağaçların verim değerlerin yok yılına göre oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte GA₄₊₇ uygulamasının ürün yoğunluğu hariç verim değerleri üzerine olan etkisi istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Kontrolde ağaç başı verim değeri 17.8 kg iken GA₄₊₇ uygulamasında 33.1 kg olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde verim etkinliği değerleride kontrolde 0.45 kg/cm², GA₄₊₇ uygulamasında ise 0.98 kg/cm² olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca kontrolde 54.7 kg/ağaç olan kümülatif verimin, GA₄₊₇ uygulamasında 72.5 kg/ağaç'a yükseldiği belirlenmiştir (Şekil 4.6). Dolayısıyla GA₄₊₇ uygulamasının kontrole kıyasla kümülatif verimde %33'lük bir artış sağladığı belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Golden Delicious elmasında yok yılı (2010) GA₄₊₇ uygulamasının kümülatif verim üzerine etkisi

4.2.3. Periyodisite eğilim indeksi

Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının periyodisite eğilim indeks değerleri ve grupları üzerine olan etkileri Çizelge 4.17'de sunulmuştur.

Çizelge 4.17. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının periyodisite eğilim indeksi ve değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksi üzerine etkileri (2010-2012)

Uygulamalar	Periyodisite eğilim indeksi		Değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksi	
Kontrol	0.63	Orta*	0.78	Yüksek
Etefon	0.72	Orta	0.86	Yüksek
Kontrol	0.37	Düşük	0.60	Orta
GA₄₊₇	0.27	Düşük	0.33	Düşük

*Gruplandırma Racsko (2008) göre yapılmıştır.

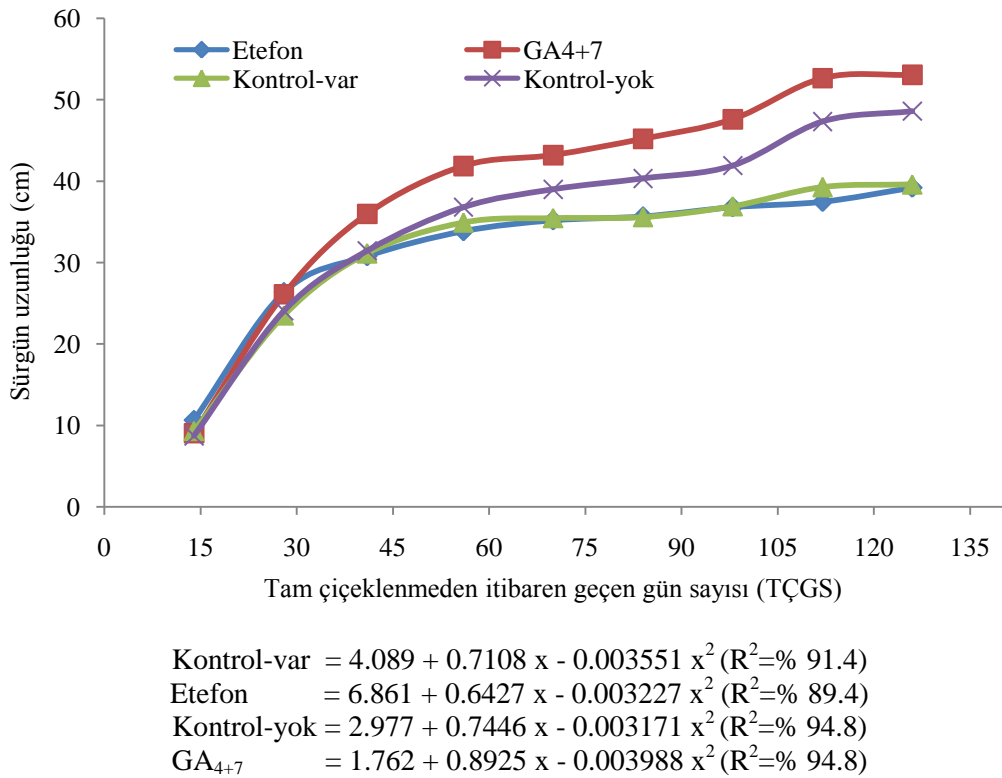
Buna göre 2010-2012 yılları arasındaki ağaç başı verim değerleri esas alınarak hesaplanan periyodisite eğilim indeksinin, var yılında etefon uygulaması ve onun kontrolünde orta grupta olduğu tespit edilmiştir. Ağaç başı hüzme sayısına göre hesaplanan değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksi değerlerine bakıldığında ise, etefon ve kontrolünün periyodisite eğiliminin yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.17).

2010-2012 yılları arasındaki ağaç başı verim değerlerine göre yok yılı GA₄₊₇ uygulamasının ve onun kontrolünde periyodisite şiddetinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Ağaç başı hüzme sayısına göre yapılan hesaplamalarda ise GA₄₊₇ uygulamasının 0.33 indeks değeri ile düşük grupta, onun kontrolünün ise 0.60 indeks değeri ile orta grupta yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

4.2.4. Vegetatif gelişim

4.2.4.1. Sürgün gelişimi

Var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarına göre 2010 yılında sürgün uzunluğunda meydana gelen değişimler ve regresyon denklemleri Şekil 4.7'de sunulmuştur.



Şekil 4.7. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının sürgün gelişimi üzerine etkileri (2010) (P<0.01)

Etefon uygulaması ile onun kontrolü olarak ele alınan var yılı ağaçlarında sürgün uzunluğu gelişiminin, tam çiçeklenmeden hasada kadar hemen hemen eşgüdümlü olarak devam ettiği saptanmıştır. Yok yılı ağaçlarında ise sürgün uzunluğu gelişiminin, 60. güne kadar etefon ve onun kontrolü ile hemen hemen aynı olduğu belirlenmiştir. Bu tarihten sonra ise yok yılı ağaçlarında sürgün uzunluğunun bir miktar daha arttığı ve bu büyüme hızının hasat zamanına kadar kısmen azalarak devam ettiği tespit edilmiştir.

GA₄₊₇ uygulamasında sürgün uzunluğunun, tam çiçeklenmeden 30 gün sonrasında itibaren diğer uygulamalardan farklılık göstermeye başladığı belirlenmiştir. Tam çiçeklenmeden sonraki 45. günde GA₄₊₇ uygulamasında sürgün uzunluğunun 36 cm, diğer uygulamalarda ise 30 cm civarında olduğu saptanmıştır. Nitekim gelişme döneminin sonunda da en uzun sürgünlerin GA₄₊₇ uygulamasında olduğu görülmüştür.

4.2.4.2. Ortalama sürgün uzunluğu

Uygulamalar kendi kontrolleri ile kıyaslandığında sürgün uzunluğuna etkileri üç yılda da istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Nitekim deneme süresince sürgün uzunluğu değerlerinde uygulamalar ve kontrolleri arasında büyük değişimlerin meydana gelmediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının sürgün uzunluğu üzerine etkileri (tepe tomurcuğu oluşumu sonrası)

Uygulamalar	Sürgün uzunluğu (cm)		
	2010	2011	2012
Kontrol	43.62	49.24	41.84
Etefon	43.96	46.73	40.54
LSD ($P \leq 0.05$)	öd	öd	öd
Kontrol	57.98	52.48	45.30
GA₄₊₇	55.38	54.34	48.26
LSD ($P \leq 0.05$)	öd	öd	öd

^{öd}: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir ($P \leq 0.05$)

4.2.4.3. Gövde kesit alanı

Var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının Golden Delicious elmasında gövde kesit alanı üzerine olan etkileri Çizelge 4.19'da sunulmuştur. Uygulamalar ve kontrolleri arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte etefon uygulamasında gövde kesit alanı değerlerinin kontrole kıyasla genellikle daha yüksek olduğu saptanmıştır. GA₄₊₇ uygulamasında ise üç deneme yılında da hem gövde kesit alanı değerleri, hem de gövde kesit alanındaki artış değerleri kontrole kıyasla daha düşük olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının gövde kesit alanı üzerine etkileri

Uygulamalar	Gövde kesit alanı (cm ²)						
	2010			2011		2012	
	İlkbahar	Sonbahar	Artış	Sonbahar	Artış	Sonbahar	Artış
Kontrol	11.5	16.6	5.1	24.1	7.4	26.5	2.4
Etefon	13.4	19.2	5.8	26.1	6.9	29.7	3.6
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Kontrol	16.8	27.2	10.4	35.4	8.2	42.7	7.3
GA₄₊₇	14.6	22.6	8.0	29.9	7.3	36.2	6.3
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

4.2.4.4. Ağaç hacmi

Var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının Golden Delicious elmasında ağaç hacmi üzerine olan etkileri Çizelge 4.20'de sunulmuştur. Uygulamalar ve kontrolleri arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte ağaç hacmindeki artış değerlerine bakıldığında etefonun, uygulamanın yapıldığı yılda (2010) ve sonraki yılda kontrole kıyasla daha düşük bir değer aldığı görülmüştür. GA₄₊₇ uygulamasının ise sadece uygulamanın yapıldığı yılda (2010), kontrole kıyasla ağaç hacminde daha fazla bir artışa sebep olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte aradaki farklılıkların istatistik açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır (P≤0.05).

Çizelge 4.20. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının ağaç hacmi üzerine etkileri

Uygulamalar	Ağaç hacmi (m ³)						
	2010			2011		2012	
	İlkbahar	Sonbahar	Artış	Sonbahar	Artış	Sonbahar	Artış
Kontrol	1.9	3.8	1.9	4.9	1.1	6.8	1.9
Etefon	2.7	4.1	1.5	4.8	0.7	7.5	2.7
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Kontrol	2.7	5.3	2.6	5.9	0.6	9.4	3.5
GA₄₊₇	2.1	5.4	3.3	5.8	0.3	8.1	2.3
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

4.2.5. Meyve kalite analizleri

4.2.5.1. Meyve iriliği ve ve boy/çap oranı

Var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının Golden Delicious elmasında meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu ve boy/çap oranı üzerine olan etkileri sadece uygulama yapılan yılda (2010) belirlenmiş ve Çizelge 4.21’de sunulmuştur.

Çizelge 4.21. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının meyve iriliği üzerine etkileri (2010)

Uygulamalar	Meyve ağırlığı (g)	Meyve çapı (mm)	Meyve boyu (mm)	Boy/Çap
Kontrol	207.96	79.01	73.30	0.93
Etefon	207.23	78.35	72.36	0.92
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd	öd
Kontrol	236.13 b*	80.78 b	74.65 b	0.92 b
GA₄₊₇	275.15 a	84.35 a	81.25 a	0.96 a
LSD (P≤0.05)	17.80	2.09	2.32	0.02

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)

^{öd}: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

Etefon uygulamasının meyve iriliği üzerine olan etkisinin istatistik açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Nitekim etefon uygulanan meyvelerin hem meyve iriliği, hem de boy/çap oranı değerlerinin kontrole yakın değerler aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.21).

GA₄₊₇ uygulaması ve onun kontrolünde ise ağaçlar yok yılında olduğu için meyvelerin daha iri olduğu görülmüştür. Bununla birlikte GA₄₊₇ uygulamasının meyve iriliği üzerine olan etkilerinin istatistik açıdan önemli olduğu saptanmıştır (P≤0.05). GA₄₊₇ uygulamasındaki meyve ağırlığı, meyve çapı ve meyve boyu değerleri sırasıyla 275.15 g, 84.35 mm ve 81.25 mm iken; kontrolde bu değerler 236.13 g, 80.78 mm ve 74.65 mm olarak elde edilmiştir. Meyve iriliğine paralel olarak boy/çap oranının da GA₄₊₇ uygulamasında kontrole kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

4.2.5.2. Sertlik, SÇKM, pH ve titre edilebilir asitlik

Var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının Golden Delicious elmasında meyve eti sertliği, SÇKM, pH ve asitlik değeri üzerine olan etkileri Çizelge 4.22'de sunulmuştur.

Meyve eti sertliği bakımından etefon uygulaması ve kontrolü arasındaki farklılığın istatistik açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P \leq 0.05$). Kontrolde 6.4 kg olan sertlik değeri, etefon uygulamasında 6.9 kg olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde SÇKM ve asitlik değerleri arasındaki farklılığın da istatistik açıdan önemli olduğu ve etefon uygulamasının daha yüksek değerler aldığı tespit edilmiştir. Etefon uygulamasının meyve suyu pH'sı üzerine olan etkisinin ise istatistik açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.22).

GA₄₊₇ uygulamasında sadece meyve eti sertliği değerlerinin istatistik açıdan önemli olduğu ve GA₄₊₇ uygulanan ağaçların meyvelerinin sertlik değerlerinin kontrole kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.22). Kontrolde 7.6 kg olan sertlik değeri, GA₄₊₇ uygulamasında 6.8 kg olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının sertlik, SÇKM, pH ve titre edilebilir asitlik üzerine etkileri (2010)

Uygulamalar	Sertlik (kg)	SÇKM (%)	pH	Asitlik (%)
Kontrol	6.4 b*	11.8 b	3.44	0.294 b
Etefon	6.9 a	12.9 a	3.27	0.376 a
LSD ($P \leq 0.05$)	0.24	0.67	öd	0.06
Kontrol	7.6 a	13.3	3.40	0.409
GA₄₊₇	6.8 b	14.5	3.53	0.361
LSD ($P \leq 0.05$)	0.31	öd	öd	öd

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($P \leq 0.05$)

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir ($P \leq 0.05$)

4.2.5.3. Meyve kabuk rengi

Var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının Golden Delicious elmasında L*, a*, b*, C* ve hue° değerleri üzerine olan etkileri uygulama yapılan 2010 yılı için Çizelge 4.23'te sunulmuştur.

Çizelge 4.23. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının meyve kabuk rengi üzerine etkileri (2010)

Uygulamalar	L*	a*	b*	C*	Hue°
Kontrol	67.60 b*	-20.39 b	42.87	47.52 a	115.45 a
Etefon	68.36 a	-19.23 a	42.65	46.85 b	114.27 b
LSD (P≤0.05)	0.61	0.74	öd	0.50	0.91
Kontrol	68.73	-18.50 a	43.63 b	47.54 b	112.96
GA₄₊₇	69.10	-19.63 b	45.84 a	49.96 a	113.21
LSD (P≤0.05)	öd	1.02	0.72	0.58	öd

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

Var yılı etefon uygulamasında b* değeri hariç diğer bütün meyve kabuk rengi değerleri istatistik açıdan önemli bulunmuştur. L* ve a* değerleri etefon uygulamasında kontrole kıyasla daha yüksek iken, C* ve hue° değerleri daha düşük olarak saptanmıştır.

Yok yılı GA₄₊₇ uygulamasında L* ve hue° değeri dışında a*, b* ve C* gibi diğer meyve kabuk rengi değerleri istatistik açıdan önemli bulunmuştur. Özellikle sarı rengi ifade eden b* değeri ve rengin doygunluğunu gösteren C* en yüksek GA₄₊₇ uygulamasında meydana gelmiştir (Çizelge 4.23).

4.2.5.4. Tohum sayısı

Var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının Golden Delicious elmasında meyvedeki tohum sayısı üzerine olan etkileri uygulama yapılan 2010 yılı için Çizelge 4.24'de sunulmuştur. Kontrole kıyasla uygulamaların tohum sayısı üzerine olan etkileri istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur (P≤0.05). Nitekim denemenin bu bölümünde 2010 yılı için meyvedeki tohum sayısı değerleri 5.8 ile 7.6 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.24. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının tohum sayısı üzerine etkileri (2010)

Uygulamalar	Tohum sayısı
Kontrol	7.6
Etefon	6.9
LSD (P≤0.05)	öd
Kontrol	6.8
GA₄₊₇	5.8
LSD (P≤0.05)	öd

^{öd}: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

4.2.5.5. Fizyolojik bozukluklar

Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının pas, acı benek ve güneş yanığı gibi bazı fizyolojik bozukluklar üzerine olan etkileri skala değerlerine göre Çizelge 4.25’de sunulmuştur.

Çizelge 4.25. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının pas, acı benek ve güneş yanığı üzerine etkileri (2010)

Uygulamalar	Pas (1-5)	Acı benek (0-4)	Güneş yanığı (0-4)
Kontrol	1.5 b [*]	0.0	0.1
Etefon	1.8 a	0.0	0.4
LSD (P≤0.05)	0.23	öd	öd
Kontrol	1.6 a	0.2	0.6
GA₄₊₇	1.0 b	0.3	0.5
LSD (P≤0.05)	0.16	öd	öd

^{*}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)

^{öd}: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

Uygulamaların fizyolojik bozukluklardan sadece pas oluşumu üzerine olan etkisi istatistik açıdan önemli bulunmuştur (P≤0.05). Pas oluşumunun belirlenmesinde 1-5 skalası esas alınmış ve 1 değeri tamamen passız meyveyi ifade etmiştir. Etefon uygulamasında kontrole kıyasla daha fazla pas oluşumu meydana geldiği belirlenmiştir. GA₄₊₇ uygulanan ağaçların meyvesinde ise skala değer 1 olarak hesaplanmış ve neredeyse hiç pas oluşumu görülmemiştir (Çizelge 4.25).

4.2.6. CH:N oranı

Var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının Golden Delicious elmasında toplam karbonhidrat içeriği, azot içeriği ve bunların oranı üzerine olan etkisi uygulama yapılan 2010 yılı için Çizelge 4.26'da sunulmuştur.

Var yılı etefon uygulamasının toplam karbonhidrat içeriği üzerine olan etkisi istatistik açıdan önemli bulunmuş ve kontrole kıyasla daha düşük olarak tespit edilmiştir. Etefon uygulamasının azot içeriği ve CH:N oranı üzerine olan etkileri ise istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.28).

GA₄₊₇ uygulamasında toplam karbonhidrat içeriği, azot içeriği ve bunların oranı istatistik açıdan önemsiz olarak saptanmıştır (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.26. Golden Delicious elmasında var yılı etefon ve yok yılı GA₄₊₇ uygulamalarının toplam karbonhidrat içeriği, azot içeriği ve CH:N oranı üzerine etkileri (2010)

Uygulamalar	CH (%)	N (%)	CH:N
Kontrol	9.47 a *	2.08	4.63
Etefon	8.40 b	1.97	4.25
LSD (P≤0.05)	0.69	öd	öd
Kontrol	10.21	1.98	5.17
GA₄₊₇	10.12	2.02	5.06
LSD (P≤0.05)	öd	öd	öd

*: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P≤0.05)

öd: Aynı sütunda yer alan ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli değildir (P≤0.05)

5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Çalışmada GA₄₊₇, etefon ve Pro-Ca uygulamalarının M9 anacına aşılı Golden Delicious elmasında çiçeklenme düzensizliği, verim, vegetatif gelişim ve meyve kalitesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla üç yıl süresince (2010-2012) aynı ağaçların ve her yıl farklı ürün yüküne sahip ağaçların kullanıldığı iki farklı deneme yürütülmüştür. Aynı ağaçlar üzerinde üç yıl süreyle farklı BBD uygulamaları yapılan ilk denemede, homojen yapıya sahip ağaçlara (var yılı-yok yılı şeklinde sınıflandırılmadan) her yıl aynı uygulamalar yapılmıştır. Farklı ürün yüküne sahip ağaçlarda yapılan diğer denemede ise 2010 yılında var yılı ağaçlarına etefon, yok yılı ağaçlarına ise GA₄₊₇ uygulaması yapılmıştır. Uygulamalardan sonraki yıllarda (2011 ve 2012) ağaçlara tekrar BBD uygulaması yapılmadan çiçek, verim ve vegetatif gelişim değerleri alınmıştır.

GA₄₊₇

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, Golden Delicious elmasında aynı ağaçlar üzerinde üç yıl süreyle GA₄₊₇ uygulamasının nihai etkisi özellikle üçüncü yılda (2012) fark edilir bir şekilde ortaya çıkmıştır. 2012 yılında GA₄₊₇ uygulamasının kontrole kıyasla ağaçtaki toplam hüzmeye sayısını %44, gövde kesit alanına düşen hüzmeye sayısını %48, dal kesit alanına düşen hüzmeye sayısını %41 ve birim dal uzunluğuna düşen hüzmeye sayısını %47 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Aynı şekilde GA₄₊₇ uygulamasının dal üzerindeki çiçek tomurcuklarının oranı olarak hesaplanan çiçeklenme indeksini ise %28 oranında azalttığı saptanmıştır. Garcia-Pallas vd. (2001) elmalarda gibberellinlerle çiçek oluşumunun azaltılmasını farklı bir ürün yükü yönetimi olarak ifade etmişler ve bu uygulamanın dolaylı bir seyreltme metodu olarak da kabul edilebileceğini önermişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçları destekler nitelikte dışsal GA₄₊₇ uygulamalarının Cox's Orange Pippin (Tromp, 1982), Royal Gala (McArtney ve Hoover, 2005), Fuji (Schmidt, 2006), Honeycrisp (Schmidt, 2006), Cameo (Schmidt vd., 2009) ve Redchief (Unrath ve Whitworth, 1991) elmalarında da çiçeklenmeyi azalttığı bildirilmiştir.

Luckwill (1974) gibberellinlerin çiçek tomurcuğu oluşumuna etkisini, plastokronu uzatması ile açıklamıştır. Meristemde arka arkaya iki primordianın oluşumu arasında

geçen süre olarak bilinen plastokronun, çok kısa veya çok uzun olmasının meristemde bozukluklara yol açtığı düşünülmektedir (Fulford, 1966b; Jackson, 2003). Bu durumda vegetatif tomurcuğun yapısını tamamlayamadığı için çiçek tomurcuğuna farklılaşamadığı kabul edilmektedir. Ancak plastokron uzunluğu ve kritik nod sayısının çiçeklenme için kritik olmadığı yönünde bazı karşıt görüşlerde mevcuttur (Luckwill ve Silva, 1979; Verheij, 1996). Nitekim gibberellinlerin çiçeklenmeyi engelleyici mekanizması çok açık olarak ifade edilemese de, bugüne kadar bilinen bütün bitki hormonları arasında çiçeklenme ile en yakından ilişkili hormonlar olarak kabul edilmektedirler (Pharis ve King, 1985).

Çalışmada aynı ağaçlar üzerinde üç yıl süreyle GA₄₊₇ uygulamasının çiçeklenmeyi engelleyici etkisinin özellikle üçüncü yılda (2012) ortaya çıkması dikkat çekmiştir. Uygulamalara 2010 yılında uniform yapıya sahip var yılı ağaçları ile başlanmış ve 2010 yılında var yılında olan ağaçlara GA₄₊₇ uygulamasının, 2011 yılında çiçek tomurcuğu oluşumunu kısmen arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Literatürde gibberellin uygulamaları üzerine başlangıçtaki ürün yükünün etkisi çok açık olarak belirtilmemiştir. Bununla birlikte yok yılı ağaçlarının, var yılı ağaçlarına kıyasla dışsal gibberellin uygulamalarına karşı daha hassas olduğu, dolayısıyla daha açık bir tepki gösterdiği ifade edilmiştir (Schmidt vd., 2009). Elmada olgunlaşmamış tohumlar gibberellinlerin ana kaynağı olup var yılında gibberellin yayılımının da daha fazla olduğu bilinmektedir (Faust, 1989). Dolayısıyla var yılında dışsal gibberellin uygulaması ile ekstra gibberellin sağlanması, zaten yüksek olan içsel gibberellin içeriğinin daha da artmasına neden olacaktır. Schmidt vd. (2009) erken dönemde yüksek dozdaki gibberellinlerin, zarar verici bir etki oluşturarak etilen sentezini uyarılabileceğini iddia etmişlerdir. Çalışmada var yılı (2010) GA₄₊₇ uygulamasının bir sonraki yok yılında çiçeklenmede meydana getirdiği kısmi artışlar, etilen sentezinin uyarılmış olmasından ya da çeşitli stres faktörlerinden kaynaklanmış olabilir.

Gibberellin uygulamaları elmalarda meyve tutumunu arttırabilirler, ancak bu etkilerine dair tutarsız sonuçlarla sık sık karşılaşılmaktadır (Greene, 2000; Greene, 2003). Nitekim çalışmada GA₄₊₇ uygulamalarının özellikle ilk uygulama yılında meyve tutumunu kontrole kıyasla önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Sonraki yıllarda ise kontrole kıyasla GA₄₊₇ uygulamasında daha yüksek meyve

tutumu görülmüştür. Wertheim (1973) tam çiçeklenmeden 40 gün sonrasına kadar herhangi bir zamanda GA₄₊₇ uygulamasının elmalardaki ilk meyve tutumunu etkilemediğini, ancak Haziran dökümünü azaltarak hasat zamanındaki meyve sayısını arttırabileceğini bildirmiştir.

Aynı ağaçlar üzerinde üç yıl süreyle GA₄₊₇ uygulamasının, üçüncü yılın sonunda çiçeklenme değerlerine paralel olarak ağaç başı meyve sayısını kontrole kıyasla %44 oranında azalttığı ve birim gövde kesit alanına düşen meyve sayısında (ürün yoğunluğu) yaklaşık olarak yarı yarıya bir azalış sağladığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Buna karşın ağaç başı verimlerde ve gövde kesit alanına düşen meyve ağırlığı olarak incelenen verim etkinliği değerlerinde, önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Bu durumun GA₄₊₇ uygulamasının meyve sayısını azaltmasına karşın meyve iriliğini arttırması ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Çizelge 4.7). Nitekim GA uygulamaları birçok meyve türünde, meyve iriliğini arttırmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Greene, 2000; Zhang vd., 2005).

Ardışık yıllardaki (2010-2012) ağaç başı verim değerlerine göre hesaplanan periyodisite eğilim indeksi değerleri incelendiğinde; GA₄₊₇ uygulaması sonucunda ağaçların periyodisite şiddetinin oldukça azalarak 0.41 indeks değeri ile düşük grupta yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Kontrol ağaçlarında ise periyodisite eğiliminin yüksek grupta olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte sadece verime göre periyodisite değerinin hesaplanması bazen yanıltıcı olabilmektedir. Nitekim birçok bitkide çiçeklenme, generatif gelişim için yeterli kabul edilmekte ve meyve tutumu çok daha farklı bir konu olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle Racsko (2008) tarafından sadece verim dalgalanmalarına göre periyodisitenin hesaplanması çok da doğru bulunmamış ve periyodisiteye eğilimin çiçek oluşumuna göre hesaplandığı farklı bir indeks daha geliştirilmiştir. Ardışık yıllardaki ağaç başı hüzme sayısına göre hesaplanan ve “değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksi” olarak adlandırılan bu değere göre GA₄₊₇ uygulanan ağaçların periyodisite eğiliminin orta grupta olduğu, kontrolde ise periyodisite şiddetinin yüksek olduğu saptanmıştır. Bu açıdan bakıldığında GA₄₊₇ uygulamasının periyodisiteyi hafifletmede oldukça ümitvar olduğu (Buban ve Faust, 1982; Davis, 2002; Scmidth, 2006) çalışmamızdaki bulgularla da desteklenmiştir.

Çeşide ve ekolojik koşullara göre değişmekle birlikte genel olarak gibberellin uygulamalarının vegetatif büyümeyi teşvik ettiği bilinmektedir (Wertheim ve Webster, 2005). GA₄₊₇ uygulamasının, denemenin ilk iki yılında sürgün uzunluğunu %12-34 oranında arttırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Buna karşın denemenin son yılında (2012) ise ortalama sürgün uzunluğu açısından GA₄₊₇ uygulaması, kontrol ile aynı grupta yer almıştır. Bu durumun vegetatif-generatif dengenin kurulmasına bağlı olarak gerçekleştiği tahmin edilmektedir. Schmidt vd., (2009), GA₄₊₇ uygulamasının sürgün uzunluğunu Fuji elmasında %32, Cameo elmasında %29-138 oranında arttırdığını, Honeycrisp elmasında ise önemli bir artış sağlamadığını bildirmişlerdir. Elde edilen bulgular literatür bilgileriyle uyum içerisindedir. Buna ilaveten GA₄₊₇ uygulamasında hem gövde kesit alanı hem de ağaç hacmi değerlerinin diğer BBD uygulamalarına kıyasla genellikle daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6).

Çiçeklenme, verimi belirleyen temel bir unsur olmasının yanı sıra meyve kalitesini de etkilemektedir. Çiçek sayısındaki artış, çiçek kalitesinin dolayısıyla meyve kalitesinin düşmesine neden olmakta ve bu nedenle birçok türde çiçeklenmenin kontrolü meyve kalitesinin iyileştirilmesinde standart bir uygulama olarak kabul edilmektedir (Guardiola vd., 1984; Southwick ve Glozer, 2000). Nitekim metabolikler için meyve gelişiminin ilk dönemindeki rekabet çok daha şiddetli olup, bu dönemdeki aksaklıklar hasat zamanındaki meyve büyüklüğünü önemli düzeyde azaltabilmektedir (Guardiola, 1997). Özellikle bol çiçekli yıllarda çiçek sayısını azaltan güvenilir ve uygulanabilir tekniklerin, meyve kalitesini de artırarak büyük avantajlar sağlayabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada özellikle GA₄₊₇ uygulamasının meyve kalitesi açısından bazı önemli avantajlar sağladığı görülmüştür. Dışsal gibberellin uygulamaları hücre bölünmesini, özellikle hücre büyümesini teşvik ederek meyve iriliğini arttırdığından ticari meyve bahçelerinde de kullanılmaktadır (Hayashi ve Tanabe, 1991; Palavan-Ünsal, 1993; Ozga ve Reinecke, 2003; Zhang vd., 2005). Meyve ağırlığı, meyve çapı ve boyu açısından değerlendirildiğinde GA₄₊₇ uygulamasının kontrole kıyasla 2010 yılında sırasıyla; %27, %6, %15; 2011 yılında ise %15, %3 ve %5'lik bir artış sağladığı saptanmıştır. Denemenin son yılında ise meyve ağırlığı, meyve çapı ve boyu açısından GA₄₊₇ uygulamasının, kontrole kıyasla yine sırasıyla; %49, %12 ve %20

oranında artış sağladığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7). GA₄₊₇ uygulamasının meyve iriliğini 2011 yılında nispeten daha düşük oranda arttırmasının nedeni, o yılın periyodisite döngüsüne göre yok yılı olması ve tüm ağaçlardaki meyve sayısının çok az olması ile ilişkili olabilir.

Ticari elma yetiştiriciliğinde yüksek boy/çap oranı bazı çeşitlerde oldukça aranan bir özelliktir. GA₄₊₇ uygulamalarının boy/çap oranını arttırarak meyveleri uzattığı daha önceki çalışmalarda da (Unrath, 1974; McLaughlin ve Greene, 1984; Looney vd., 1992; McArtney, 1994;) tespit edilmiş olup, çalışmadan elde edilen bulgular (Çizelge 4.7) literatür bilgileriyle uyum içerisindedir.

GA₄₊₇ uygulamalarının Empire (Greene, 1989) ve Honeycrisp (Schmidt vd., 2008) elmalarında meyve eti sertliğini azalttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte Schmidt (2006) farklı çeşitlerin gibberellinlere farklı tepkiler gösterebileceğini, örneğin GA₄₊₇ uygulamasının Cameo elmasında meyve eti sertliğini etkilemediğini ifade etmiştir. Ayrıca Looney vd. (1992) düşük dozlu (7.5-15 ppm) GA₄₊₇ uygulamalarının Golden Delicious elmasında sertliği etkilemediğini belirtmişlerdir. Görüldüğü gibi farklı çalışmalarda farklı sonuçlarla karşılaşmaktadır. Nitekim çalışmamızda GA₄₊₇ uygulamasında meyve eti sertliği değerlerinin kontrole kıyasla daha düşük olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte meyve eti sertliği değerlerinin GA₄₊₇ uygulamalarında yıllara göre 6.4-7.1 kg arasında iken, kontrolde bu değişimin 6.8-7.4 kg arasında olduğu belirlenmiştir.

Gibberellinler ve etilenin sürgün uzunluğu, çiçek oluşumu gibi birçok olayda hormonal açıdan karşıt bir etkiye sahip olmalarına karşın, sertlik değerindeki azalış gibi meyve olgunlaşması üzerinde benzer bir etkiye sahip oldukları görülmüştür. Schmidt vd. (2009) bu durumun; erken dönemde yüksek dozdaki gibberellinlerin zarar verici bir etkisine karşılık olarak, etilen sentezinin uyarılmış olmasından kaynaklanabileceğini iddia etmişlerdir. Araştırmacılar etilen ve onun öncü metabolikleri olan S-adenosyl methionine (SAM) ya da aminocyclopropane carboxylic acid (ACC)'nin düzenli olarak analizlerinin yapılmasının yüksek gibberellin uygulamalarının olgunlaşmayı nasıl teşvik ettiğini açıklayabileceğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, gibberellinlerin 1-methylcyclopropene (1-MCP) gibi etilen sentezini engelleyicilerle birlikte kullanımının da konuyu açıklamada

faydalı olabileceğini öngörmüşlerdir. Ayrıca gibberellinler esas itibariyle hücre büyümesini teşvik etmektedirler (Zhang vd., 2005; Ozga ve Reinecke, 2003) ve iri hücreler, geniş hücre arası boşluklar bırakarak yerleşirler. Böyle meyvelerin özgül ağırlığı ve sertlik değerleri azalmaktadır (Karaçalı, 2004).

GA₄₊₇ uygulamalarının meyve kabuk rengi üzerine olan etkisi en belirgin sarılık-mavilik olarak ifade edilen b* değeri ve rengin doymunluğunu gösteren C* değerinde görülmüştür. Periyodisite döngüsüne göre yok yılı olan 2011 yılı dışında en yüksek b* ve C* değeri GA₄₊₇ uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.9). Nitekim çalışmada GA₄₊₇ uygulaması yapılan ağaçların meyvelerinin daha canlı renklere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun GA₄₊₇ uygulamasının bazı olgunluk kriterlerini teşvik etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Partenokarpik meyve gelişimi, özellikle don zararının görüldüğü ya da tozlanmanın zayıf olduğu durumlarda elma ve elmaya göre daha erken çiçek açtığı için armut gibi meyve türlerinde önemli olabilmektedir (Luckwill, 1961; Brown, 2009). Partenokarpinin tam mekanizması bilinmemekle birlikte, bu durumun gibberellinler ve oksinler arasındaki hormonal dengenin bozulmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Srivastava, 2002; Gorguet vd., 2005). Nitekim GA₄₊₇ uygulamalarının partenokarpik meyve tutumunu arttırdığı bilinmektedir (Buban ve Kokendyne-Inantsy, 1977; Bangerth ve Schroder, 1994; Watanabe vd., 2008). Çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş olup kontrol, Pro-Ca ve etefon uygulamalarının tohum sayıları hemen hemen aynı iken, GA₄₊₇ uygulamasında tohum sayısının nispeten daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

BBD uygulamalarının meyvedeki pas oluşumuna etkisi Buban (2001) tarafından bildirilen skala (1-5) yardımıyla belirlenmiş ve skalada 1 değeri tamamen passız meyveleri ifade etmiştir. Buna göre GA₄₊₇ uygulanan ağaçların meyvesinde ortalama 1.1'lik bir skala değeri ile neredeyse hiç pas oluşumu görülmemiştir (Çizelge 4.11). Oysa uygulama yapılan üç yılda da (2010, 2011 ve 2012), çiçeklenme dönemi sonrası aşırı yağışlar gibi bazı çevresel faktörlerin pas oluşumunu tetiklediği tahmin edilmektedir. Nitekim deneme süresince kontrol grubu meyvelerinde önemli düzeyde pas oluşumu saptanmıştır. GA₄₊₇ uygulamalarının daha büyük hücreli ve daha düzenli bir epidermis oluşumu sağladığı (Eccher, 1978) ve buna bağlı olarak pas

oluşumunun kontrolünde önemli faydaları olduğu bilinmektedir (Meador ve Taylor 1987; Elfving ve Allen 1987; Looney vd., 1992; Greene, 1993; Foulk ve Hoover, 1994; Reuveni vd., 2001).

Elmalarda acı benek, Ca ile ilişkili bir bozukluk olarak bilinmekte, ciddi bir kalite kaybına ve dolayısıyla meyvenin ticari değerinin azalmasına neden olmaktadır (Saure, 2001). Bazı yıllarda %15'den fazla ürün kayıplarına neden olan acı beneğin kontrolü uzun yıllardır üzerinde çalışılan bir konudur (Askew vd., 1960; Shear, 1972; Drake vd., 1974; Stahly ve Benson, 1976; Vang-Petersen, 1980; Perring, 1986; Stahly, 1986; Ferguson ve Triggs, 1990; Wolk vd., 1998; Mitcham, 2008). Elmada acı beneğin kontrolünde ve anlaşılmasında farklı bir yaklaşım olarak, bu bozukluğun başta gibberellinler olmak üzere hormonal kontrol temeline dayandığı iddia edilmektedir (Saure, 2005). Meyve büyümesi ve gelişimi süresince gibberellinlerin yüksek seviyesinin ksilem fonksiyonunu, Ca alımını ve zar geçirgenliğini değiştirebildiği iddia edilmektedir (Saure, 1996, 1998, 2001). Dolayısıyla gibberellin seviyesini azaltıcı uygulamaların meyveye giden Ca miktarını arttırdığı ve acı benek gibi fizyolojik bozuklukları önlediği belirtilmektedir (Saure, 2005; Mitcham, 2008). Denemeden elde edilen sonuçlarda da yüksek dozdaki GA₄₊₇ uygulamasının acı benek oluşumunu arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Birçok meyve türünde Ca miktarı ve oksin konsantrasyonu arasında pozitif bir ilişki olduğu (Sorce vd., 2011; Cutting ve Bower, 1989) ve Ca taşınımının oksin taşınımı ile bağlantılı olduğu ileri sürülmüştür (Bangerth, 1976). Elmada tohumlar yüksek miktarda oksin içermekte ve bu yolla meyveye Ca taşınımını etkileyebilmektedirler (Buccheri ve Vaio, 2004). Benzer şekilde aşırı sürgün büyümesi meyvedeki Ca içeriğinin azalmasına neden olmaktadır (Saure, 2005). Çünkü Ca hücre bölünmesinin hızlı şekilde gerçekleştiği genç yapraklara önce taşınmakta ve bunda oksin miktarı belirleyici olmaktadır (Karaçalı, 2004). Gibberellin uygulamaları neticesinde görülen tohum sayısındaki azalış ve hızlı sürgün gelişmesi de meyvenin Ca alımını bu yolla engelleyebilmektedir. Ayrıca elmalarda Ca içeriği ile meyve büyüklüğü arasında negatif bir ilişki olduğu, meyve iriliği arttıkça her bir meyveye düşen Ca miktarının da azaldığı bildirilmektedir (Broom vd., 1998; Tomala, 1999). Nitekim sürgün gelişimi, ürün yükü, meyve iriliği ve tohum sayısı gibi faktörler arasında kompleks

bir ilişki bulunmakta ve gibberellin uygulamaları, bütün bu faktörleri etkileyerek meyvenin Ca içeriğini değiştirebilmektedir.

Yüksek CH:N oranının bazı meyve türlerinde çiçeklenmeyi teşvik ettiği bilinmesine rağmen (Monselise ve Goldschmidt, 1982) 1970'lerde modern hormon teorisinin geliştirilmesi ile birlikte elma gibi meyve türlerinde CH:N oranının çiçek tomurcuğu oluşumunda sınırlayıcı bir faktör olmadığı (Hanke vd., 2007) çalışmamızdan elde edilen bulgularla da desteklenmiştir. Nitekim BBD uygulamalarının çiçeklenme üzerine olan belirgin etkilerine karşın, CH:N oranı üzerine olan etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Çalışma kapsamında 2010 yılında yok yılı ağaçlarına GA₄₊₇ uygulaması yapılarak sonraki üç yıllık sürecin tek bir yıldaki uygulamadan nasıl etkilendiği de incelenmiştir. Buna göre yok yılı (2010) GA₄₊₇ uygulamasının bir sonraki var yılında kontrole kıyasla ağaçtaki toplam hüzme sayısını %32, gövde kesit alanına düşen hüzme sayısını %17, dal kesit alanına düşen hüzme sayısını %45 ve birim dal uzunluğuna düşen hüzme sayısını %40 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Yok yılı (2010) GA₄₊₇ uygulamasının, bir sonraki var yılında dal üzerindeki çiçek tomurcuklarının oranı olarak hesaplanan çiçeklenme indeksini ise %28 oranında azalttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Schmidt (2006) gibberellin uygulamalarının çiçeklenmeyi %30-75 oranında azalttığını tespit etmiştir. Denemede periyodisite döngüsüne göre var yılındaki (2011) çiçeklenme azalışına karşın, GA₄₊₇ uygulamasının bir sonraki yok yılında (2012) bütün çiçek değerlerini kontrole kıyasla önemli derecede arttırdığı saptanmıştır. Buna bağlı olarak yok yılı GA₄₊₇ uygulamasının kontrole kıyasla üç yıllık kümülatif verimde %33'lük bir artış sağladığı belirlenmiştir (Şekil 4.5). Yok yılı GA₄₊₇ uygulamasına ait periyodisite eğilim indeksinin ise düşük grupta olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla GA₄₊₇ uygulamalarının periyodisitenin azaltılmasında oldukça etkili olduğu (McArtney ve Hoover, 2005) çalışmanın bu bölümünden elde edilen bulgularla da desteklenmiştir.

Yok yılı (2010) GA₄₊₇ uygulamasının vegetatif gelişim ve meyve kalitesi üzerine olan etkileri, ilk bölümdeki aynı ağaçlar üzerinde 3 yıl süreyle GA₄₊₇ uygulamasından elde edilen sonuçlara oldukça benzerdir. Yok yılı GA₄₊₇

uygulamasının kendi kontrolü ile kıyaslandığında özellikle meyve iriliği açısından benzer etkilere sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Etefon

Golden Delicious elmasında aynı ağaçlar üzerinde üç yıl süreyle etefon uygulamasının genel olarak uygulamadan sonraki yıllarda çiçeklenmeyi arttırdığı, bununla birlikte bu artışın istatistik olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Birçok araştırmacının etefonun generatif gelişimi teşvik ettiğini ileri sürmesine rağmen (Westwood, 1995; Greene, 1996; Stopar, 2000a; Marini, 2004; Stopar ve Zadavec, 2004), çiçeklenmeyi arttırıcı etkisinin yetersiz olduğu yönünde bazı karşıt sonuçlar da mevcuttur (Meland, 1997; Stopar, 2000b; McArtney vd., 2007; Schmidt vd., 2009). Nitekim etefonun çevresel faktörlerden çok fazla etkilenen bir BBD olduğu ve özellikle sıcaklığın etefon üzerindeki yoğun etkisinden dolayı, uygulama konsantrasyonunun çok dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerektiği ifade edilmektedir (Flore ve Bukovac, 1982; Olien ve Bukovac, 1982). Denemenin yürütüldüğü Eğirdir ekolojisinde bazı iklimsel parametrelerden dolayı, etefonun daha yüksek dozlarının daha iyi sonuçlar sağlayabileceği kanaatine varılmıştır. Denemede ilk etefon uygulama zamanı olan 20 mm meyve çapı dönemi, tam çiçeklenmeden 21-29 gün sonrasına denk gelmektedir. Bu dönem fizyolojik ayırım açısından çok geç olmasa bile, ilk uygulamadan 3 hafta sonra olan ikinci uygulama zamanı kısmen geç bir dönem olabilir. Bu nedenle uygulama dozundaki artışın yanı sıra uygulama döneminde biraz daha öne alınması faydalı olabilir.

Etefon uygulaması yapılan ağaçlarda, üç deneme yılında da kontrole kıyasla daha düşük meyve tutumu oluştuğu saptanmıştır (Çizelge 4.1). Etefon meyvelerde seyreltici olarak tanınmakta ve bu etkiden dolayı da meyve tutumunu azaltmaktadır (Westwood, 1995; Greene, 1996; Stopar, 2000a; Marini, 2004; Stopar ve Zadavec, 2004). Nitekim 2012 yılında kontrole ve etefon uygulamasına ait çiçeklenme değerleri birbirine oldukça benzer olmasına rağmen, etefon uygulamasında ağaç başı meyve sayısının önemli düzeyde azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.2). Ağaç başı verim değerlerinde ise etefon uygulamasının kontrole istatistik açıdan aynı grupta yer aldığı saptanmıştır (Çizelge 4.2). Bununla birlikte var yıllarında kontrole göre daha

az, yok yılında ise kontrolden daha fazla bir verim değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Cline (2006a), McArtney vd. (2007) ve Duyvelshoff (2011) tarafından da elde edilmiştir.

Ardışık yıllardaki (2010-2012) ağaç başı verim değerlerine göre hesaplanan periyodisite eğilim indeksi değerleri açısından etefon uygulaması yapılan ağaçların periyodisite şiddetinin orta grupta olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunun periyodisite eğilim indeksi 0.91 iken, etefon uygulaması sonucunda bu değer 0.71 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Ardışık yıllardaki ağaç başı hüzme sayısına göre hesaplanan ve değiştirilmiş periyodisite eğilim indeksine göre ise hem etefon uygulanan ağaçların hem de kontrolün periyodisite eğiliminin yüksek olduğu saptanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlardan da görülebileceği gibi etefon uygulaması, GA₄₊₇ uygulamasına kıyasla periyodisitenin azaltılmasında yetersiz kalmıştır. Etefon uygulamalarının gibberellin uygulamalarına kıyasla ağaçtaki vegetatif ve generatif dengenin kurulmasında genellikle yetersiz kaldığı Schmidt vd. (2009) tarafından da ifade edilmiştir. Bununla birlikte, periyodisite eğilim indeksi açısından etefon uygulamasının kontrole kıyasla daha düşük değerler alması, etefon ile yapılacak çalışmalarda daha yüksek dozların daha iyi sonuçlar sağlayabileceğini düşündürmüştür.

Üç yıl süreyle aynı ağaçlar üzerinde etefon uygulamasının, denemenin ilk yılı (2010) dışında sürgün uzunluğunda %7-15 oranında bir azalma sağladığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Etefonun büyümeyi engelleyici etkisinin, gibberellin biyosentezini engelleyen BBD'lerden çok daha az olduğu (Wertheim ve Webster, 2005) ve düşük dozlu (100-200 ppm) çoklu uygulamaların veya yüksek dozda (500-1000 ppm) tek bir etefon uygulamasının sürgün uzunluğunun kontrolünde daha etkili olabileceği bildirilmektedir (Williams, 1972; Byers, 1993;). Bu denemede de etefonun sürgün uzunluğunu azaltmada sınırlı etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu durumun denemede kullanılan dozun düşük olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Çalışmada etefon uygulamasının gövde kesit alanı ve ağaç hacmi değerlerinde, kontrole kıyasla önemli bir azalış sağlamadığı tespit edilmiştir. Byers (1993), etefonun gövde kesit alanında bir azalış sağlayabileceğini, fakat bunun için 1000-1500 ppm gibi yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç olduğunu bildirmiştir. Ancak yüksek dozlu uygulamaların sadece henüz meyve vermemiş genç ağaçlarda ya da

ilkbahar donlarından çiçekleri zarar görmüş olan olgun ağaçlarda güvenli bir şekilde kullanılabilceği belirtilmektedir (Wertheim ve Webster, 2005). Denemede kullanılan ağaçlar tam verim çağında olgun ağaçlar olduğu için düşük dozlu (200 ppm) bir uygulama planlanmıştır.

Denemenin son yılı dışında etefon uygulanan ağaçlarda meyve iriliği, kontrolle aynı grupta yer almıştır. Son deneme yılında (2012) ise etefon uygulamasının, GA₄₊₇ uygulamasına göre düşük olmakla birlikte kontrole kıyasla meyve ağırlığı, meyve çapı ve boyu değerlerini önemli derecede arttırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Bu durumun etefon uygulamasının özellikle denemenin son yılı olan 2012 yılında meyve sayısını azaltmasının bir sonucu olduğu tahmin edilmektedir. Nitekim elma gibi ılıman iklim meyve türlerinde ürün yükü yönetiminin meyve kalitesi üzerine olan etkisi çok iyi bilinen bir konudur (Castle, 1995). GA₄₊₇ uygulamasından elde edilen sonuçların aksine, etefon uygulamalarının boy/çap oranı üzerine belirgin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Wertheim ve Webster (2005) tarafından da bildirildiği üzere; özellikle gibberellin ve sitokininin kombinasyonu olan bileşikler (BA+GA₄₊₇) meyvenin uzamasında çok daha büyük bir etkiye sahiplerdir.

Erken dönemdeki etefon uygulamalarının sertlik, SÇKM, pH ve asitlik gibi meyve kalite kriterlerini kontrole kıyasla çok fazla etkilemediği (Kader, 2002; Karaçalı, 2004; Bukovac vd., 2006; McArtney vd., 2007) çalışmamızdaki bulgularla da örtüşmektedir. Nitekim etilenin olgunlaşmayı teşvik edebilmesi için yeterli madde birikiminin ve gelişiminin sağlanmış olması gerekmektedir. Bu nedenle genç meyveler, non-klimakterik meyveler ya da vegetatif dokular gibi tepki vermektedirler (Karaçalı, 2004).

GA₄₊₇ uygulamasından elde edilen sonuçların aksine etefon uygulamasının kontrolle kıyaslandığında tohum sayısı veya pas oluşumunu azaltıcı herhangi bir etkisi görülmemiştir (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11). Pas oluşum mekanizmasında ve partenokarpik meyve gelişiminde gibberellinler doğrudan bir etkiye sahip olduğu (Looney vd., 1992; Greene, 1993; Foulk ve Hoover, 1994; Reuveni vd., 2001; Watanabe vd., 2008; Bangerth ve Schroder, 1994), buna karşın etefonun bu konuda herhangi bir etkiye sahip olmadığı bilinmektedir .

Çalışma kapsamında 2010 yılında var yılı ağaçlarına etefon uygulaması yapılarak sonraki üç yıllık sürecin tek bir yıldaki uygulamadan nasıl etkilendiği de incelenmiştir. Buna göre var yılı etefon uygulamasının bir sonraki yok yılında (2011) kontrole kıyasla çiçeklenmeyi arttırıcı etkisinin çok belirgin olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Bukovac vd. (2006) Redchief elmasında var yılı etefon uygulamalarının, yok yılında kontrole kıyasla çiçek yoğunluğunu %20-50 oranlarında arttırdığını bildirmişlerdir. Ancak araştırmacıların kullandığı doz denemede kullanılanın 2 katı olup çeşit ve ekolojik farklılıklarında bu durumu etkilediği düşünülmektedir. Ayrıca aynı ağaçlar üzerinde üç yıl süreyle etefon uygulamasında olduğu gibi etefonun çiçeklenme ve dolayısıyla verim üzerine olan etkisinin belirgin seviyede olmayışı, denemede kullanılan nispeten düşük dozdan (200 ppm) kaynaklanmış olabilir. Çiçek ve verim değerlerine paralel olarak var yılı etefon uygulamasının periyodisite eğilim indeksi değerlerinde kontrole kıyasla bir farklılık oluşturmadığı görülmüş ve etefonun periyodisite şiddetinin azaltılmasında yetersiz kaldığı (Meland, 1997; McArtney vd., 2007; Schmidt vd., 2009) çalışmanın bu bölümünden elde edilen bulgularla da desteklenmiştir.

Pro-Ca

Genel olarak gibberellin biyosentezini ve aktivitesini engelleyen maddelerin çiçek tomurcuğu oluşumunu teşvik ettiği bilinmektedir (Ramirez, 1979; Tromp, 1987; Faust, 1989; Hedden, 1990). Bu kapsamda bir gibberellin inhibitörü olan Pro-Ca çalışmaya dahil edilmiş ancak çiçeklenme üzerine olan etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1). Türkiye’de yeni ruhsatlandırılmış bir BBD olan Pro-Ca ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlı olmakla birlikte, Pro-Ca’nın çiçeklenme ya da periyodisite üzerinde çok açık bir etkiye sahip olmadığı bazı çalışmalarda da belirlenmiştir (Byers vd., 2004, Cline vd., 2008 ve Duyvelshoff, 2011).

Pro-Ca uygulamalarının diğer bir etkisi olarak, meyve tutumunu arttırdığı bildirilmektedir (Rademacher ve Kober, 2003; Glenn ve Miller, 2005; Medjdoub vd., 2005; Greene, 2008). Bununla birlikte meyve tutumunu etkilemediği yönünde bazı karşıt sonuçlarda mevcuttur (Byers ve Yoder, 1999; Costa vd., 2000; Miller, 2002). Çalışmamızda Pro-Ca uygulamalarının, meyve tutumunda kontrole kıyasla önemli

bir artış sağlamadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Nitekim birçok BBD maddede olduğu gibi Pro-Ca'nın da etkileri çeşit bazında farklılıklar gösterebilmektedir (Schwallier, 2009). Medjdoub vd. (2005) Pro-Ca'nın Gala'da meyve tutumunu arttırdığı, Fuji çeşidinde ise benzer etkiyi sağlamadığını bildirmişlerdir.

Aynı ağaçlar üzerinde üç yıl süreyle Pro-Ca uygulamasının çiçek değerlerine benzer şekilde verim değerlerinde de kontrolle aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Pro-Ca'nın çiçeklenmede olduğu gibi verim değerleri üzerine olan etkisi Byers vd., (2004), Cline vd., (2008) ve Duyvelshoff ve Cline, (2013) tarafından da önemsiz bulunmuştur.

Ardışık yıllardaki (2010-2012) hem verim hem de çiçek değerlerine göre yapılan hesaplamalarda Pro-Ca uygulaması yapılan ağaçlarda periyodisite eğiliminin yüksek grupta olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kontrol ve Pro-Ca uygulamasındaki periyodisite eğilim indeks değerleri birbirine oldukça benzer bulunmuştur (Çizelge 4.3). Dolayısıyla Pro-Ca uygulamasının çiçek ve verim değerlerine paralel olarak periyodisite döngüsünün kırılmasında da etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada Pro-Ca uygulamasının çiçek, verim ve periyodisite üzerinde herhangi bir etkisi görülmezken, kontrol grubuna göre sürgün uzunluğunu 2010 ve 2011 yılları için %40, 2012 yılında ise %43 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Nitekim Pro-Ca'nın uygulanan doza, zamana ve çeşide bağlı olarak sürgün uzunluğunu elmalarda %21 ile %71 arasında kısaltabileceği belirtilmektedir (Miller, 2002). Benzer şekilde Schwallier (2009)'da Pro-Ca uygulaması ile sürgün uzunluğunu %40 oranında azaltabileceği öngörmektedir. Pro-Ca uygulamalarının elmada sürgün uzunluğunu sınırlandırıcı etkisine karşın gövde kesit alanını etkilemediği bildirilmiştir (Cline vd., 2008). Bu çalışmada da Pro-Ca'nın gövde kesit alanı ya da ağaç hacmi açısından sınırlandırıcı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Pro-Ca'nın meyve büyüklüğü ile ilişkili olarak herhangi bir dezavantaj oluşturmadığı bildirilsede (Byers ve Yoder, 1999; Miller, 2002; Costa vd., 2004), özellikle meyve tutumundaki artışın, meyve iriliğinde bir azalışa neden olabileceği ifade edilmektedir (Byers vd., 2004; Greene, 2008). Denemenin son yılı dışında Pro-Ca uygulanan ağaçlarda meyve iriliği, kontrolle aynı grupta yer almıştır. Son deneme yılında

(2012) ise etefon uygulamasına benzer şekilde Pro-Ca uygulamasında da kontrole kıyasla meyve ağırlığı, meyve çapı ve boyu değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Nitekim sürgün ve meyve büyümesi arasındaki rekabetin azaltılması ile meyveye giden asimilat, besin elementi ve hormon miktarının arttığı kabul edilmektedir (Treharne vd., 1985; Wertheim ve Webster, 2005).

Etefon uygulamalarına benzer şekilde Pro-Ca uygulamasının meyve boy/çap oranı, sertlik, SÇKM, pH ve asitlik gibi meyve kalite kriterlerini çok fazla etkilemediği belirlenmiştir. Nitekim şimdiye kadar meyve kalitesi ile ilişkili olarak herhangi bir dezavantaj bildirilmese de (Byers ve Yoder, 1999; Miller, 2002; Costa vd., 2004), Pro-Ca'nın aynı ağaçlar üzerinde uzun dönem etkilerinin incelenmesi gerektiği ifade edilmiştir (Wertheim ve Webster, 2005). Bu çalışma ile de üç yıllık süreçte Pro-Ca uygulamasının kontrole kıyasla meyve kalitesi üzerine negatif bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Gibberellin seviyesini azaltıcı uygulamaların meyveye giden Ca miktarını arttırdığı ve acı benek gibi fizyolojik bozuklukları önlediği bildirilmesine rağmen (Saure, 2005; Mitcham, 2008), uygulama yapılan yıllarda, yoğun bir acı benek oluşumu görülmediği için bir gibberellin inhibitörü olan Pro-Ca'nın acı beneği önleyici etkisi çok açık olarak belirlenmemiştir.

Golden Delicious elmasında, çiçeklenme düzensizliğinin dolayısıyla periyodisitenin hafifletilebilmesi için GA_{4+7} , etefon ve Pro-Ca gibi BBD uygulamalarının Eğırdir ekolojisindeki etkinliğinin incelendiği bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

- GA_{4+7} uygulaması, çiçeklenme düzensizliğinin kontrolünde başarılı bir BBD olup periyodisite döngüsünün kırılmasında oldukça ümitvar bulunmuştur. Her yıl yapılan uygulamaların yanı sıra, sadece yok yılı yapılan GA_{4+7} uygulamasının da periyodisiteyi azalttığı tespit edilmiştir.

-Etefon uygulamasının GA_{4+7} 'ye kıyasla periyodisiteyi hafifletme etkisinin daha az olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte denemede kullanılan etefon dozunun Eğırdir

ekolojisinde yetersiz kaldığı tahmin edilmektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda etefonun 200 ppm'den daha yüksek dozlarda ve 20 mm meyve çapından daha erken dönemlerde de denenmesi konunun tam anlamıyla açıklığa kavuşturulması açısından yararlı olacaktır.

-Pro-Ca uygulamasının periyodisiteyi hafifletmede yetersiz kaldığı, buna karşın vegetatif gelişimin kontrolünde oldukça başarılı bir BBD olduğu saptanmıştır.

-Etefonun vegetatif gelişimi azalttığı, ancak bu etkinin Pro-Ca uygulaması kadar belirgin olmadığı belirlenmiştir.

-GA₄₊₇ uygulamasının vegetatif gelişimi teşvik ettiği, ancak vegetatif-generatif dengenin kurulmasından sonra bu etkinin azaldığı belirlenmiştir. Bu nedenle periyodisitenin azaltılması amacıyla GA₄₊₇ uygulaması yapılacak bahçelerde, özellikle ilk yıllarda vegetatif-generatif dengenin korunmasına yönelik olarak bazı ek önlemlerin alınmasının faydalı olabileceği düşünülmektedir.

-GA₄₊₇, etefon ve Pro-Ca uygulamalarına kıyasla meyve kalitesi açısından daha iyi sonuçlar sağlamıştır. GA₄₊₇ uygulamasının meyve iriliği ve boy/çap oranını belirgin seviyede arttırdığı belirlenmiştir. Buna karşın meyve eti sertliğini kısmen azalttığı saptanmıştır.

-GA₄₊₇'nin pas oluşumunun kontrolünde çok etkili bir uygulama olduğu tespit edilmiştir. Fakat çiçeklenmenin kontrolü için kullanılan yüksek GA₄₊₇ dozlarının özellikle meyvenin daha az olduğu yıllarda acı benek oluşumunu arttırabileceği görülmüştür. Bu nedenle acı beneğe hassas çeşitlerde GA₄₊₇ uygulaması planlanırken bu durumun dikkate alınması gerekmektedir.

-Etefon ve Pro-Ca uygulamalarının kontrole kıyasla, meyve kalitesi üzerine negatif etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

-Çalışmadan elde edilen bulgulara göre; BBD'lerin uygun doz ve zamanda kullanımının, elmalarda periyodisite döngüsünün kırılmasında, ürün yükü yönetiminde ve vegetatif gelişimin kontrolünde büyük faydalar sağlayabileceği

sonucuna varılmıştır. Araştırma, elma yetiştiriciliği açısından çok önemli bir bölge olan Eğirdir için orjinal nitelikte olup, sonuçlarının bu konuyla ilgili araştırmacılar ve üreticiler için kaynak niteliğinde olduğunu düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2013. Eğirdir Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü Kayıtları, Eğirdir.
- Anonymous, 2012a. <http://www.plant-hormones.info/gibberellins.htm>. Erişim Tarihi: 14.08.2012.
- Anonymous, 2012b. <http://www.omri.org/> Erişim Tarihi: 28.11.2012.
- Abbott, D.L., 1970. The Role of Bud scales in the Morphogenesis and Dormancy of the Apple Fruit Bud (65-82). In: Luckwill L.C., Cutting, C. (Ed.). Physiology of Tree Crops. Academic Press, 382p, London.
- Abbott, D. L., 1977. Fruit Bud Formation in Cox's Orange Pippin. Report of Long Ashton Research Station for 1976, 167-176.
- Abeles, F.B., Morgan, P.W., Saltveit, M.E., 1992. Ethylene in Plant Biology. 2nd Ed. Academic Press, 414p, New York.
- Ashizawa M, Horigome Y, Chujo T., 2005. Histological Studies on the Cause of Russet in "Golden Delicious" Apple. Acta Horticulturae, 30, 47-52.
- Asín, L., Alegre, S., Montserrat, R., 2007. Effects of Paclobutrazol, Prohexadione-Ca, Deficit Irrigation, Summer Pruning and Root Pruning on Shoot Growth, Yield and Return Bloom, in a 'Blanquilla' Pear Orchard. Science Horticulture, 113(2), 142-148.
- Askew, H.O., Chittenden, E.T., Monk, R.J., Watson, J., 1960. Chemical Investigations on Bitter Pit of Apples, I. The Effect of Supplementary Mineral Sprays on Incidence of Pitting and on Chemical Composition of Cox's Orange Fruit and Leaves. New Zealand Journal of Agricultural Research, 3 (1), 141-168.
- Atay, E., Koyuncu, F., 2012. Elmalarda Dal Mimarisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 22(3), 180-191.
- Atay, A.N., Koyuncu, F., Atay, E., Koyuncu, M.A., 2012. Hasat Öncesi Etefon Uygulamasının Starking Delicious Elmasında Renklenme ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(1): 107-112.
- Autio, W.R., Greene, D.W., 1994. Effect of Growth Retarding Treatments on Apple Tree Growth, Fruit Maturation and Fruit Abscission. Journal of Horticultural Science, 69, 653-664.
- Autio, W.R., Cowgill, J.W., 2009. Late-Season "Rescue" Thinning with Ethephon. University of Massachusetts Extension, Factsheet, F129r.
- Avery, D.J., 1969. Comparisons of Fruiting and Deblossomed Maiden Apple Trees, and of Non-Fruiting Trees on a Dwarfing and an Invigorating Rootstock. New Phytologist, 68, 323-336.

- Awad, M.A., Jager, A., 2002. Formation of Flavonoids, Especially Anthocyanin and Chlorogenic Acid in 'Jonagold' Apple Skin: Influences of Growth Regulators and Fruit Maturity. *Scientia Horticulturae*, 93, 257-266.
- Bangerth, F., 1976. A Role for Auxin and Auxin Transport Inhibitors on the Ca Content of Artificially Induced Parthenocarpic Fruits. *Physiologia Plantarum*, 37, 191-194.
- Bangerth, F.K., 1997. Can Regulatory Mechanism in Fruit Growth and Development Be elucidated Through the Study of Endogenous Hormone Concentrations? *Acta Horticulturae*, 463, 77-87.
- Bangerth, F., 2006. Flower Induction in Perennial Fruit Trees: Still an Enigma? *Acta Horticulturae*, 727, 177-195.
- Bangerth, K.F., 2009. Floral Induction in Mature, Perennial Angiosperm Fruit Trees: Similarities and Discrepancies with Annual/Biennial Plants and the Involvement of Plant Hormones *Scientia Horticulturae*, 122, 153-163.
- Bangerth, F., Schroder, M., 1994. Strong Synergistic Effects of Gibberellins with the Synthetic Cytokinin N-(2-Chloro-4-Pyridyl)-N-Phenylurea on Parthenocarpic Fruit Set and Some Other Fruit Characteristics of Apple. *Plant Growth Regulation*, 15, 293-302.
- Barlow, H.W.B., 1964. An Interim Report on a Long-Term Experiment to Assess the Effect of Cropping on Apple Tree Growth. Annual Report East Malling Research Station for 1963, 84-93.
- Barritt, B.H., 1992. Intensive Orchard Management. *Good Fruit Grower*, 211p. Washington.
- Barritt, B. H., Konishi, B.S., Dilley, M.A., 1997. Tree Size, Yield and Biennial Bearing Relationships with 40 Apple Rootstocks and Three Scion Cultivars. *Acta Horticulturae*, 451, 105-112.
- Bertelsen, M.G., Tustin, D.S., 2002a. Suppression of Flower Bud Formation in Light Cropping Trees of 'Pacific Rose' Apple Using Gibberellin Sprays. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 77(6), 753-757.
- Bertelsen, M.G., Tustin, D.S., Waagepetersen, R.P., 2002b. Effects of GA₃ and GA₄₊₇ on Early Bud Development of Apple. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 77(1), 83-90.
- Blazquez, M.A., Soowal, L.N., Lee, I., Weigel, D., 1997. Leafy Expression and Flower Initiation in Arabidopsis. *Development*, 124, 3835-3844.
- Bound, S.A., Jones, K.M., Graham, B., Oakford, M.J., Tichon, M., 1993. Modelling the Effects of Timing and Rates of Application of Benzyladenine as a Secondary Thinner of 'Fuji' Apple After Ethephon. *Journal of Horticultural Science*, 68(6), 967-973.

- Broom, F.D., Smith, G.S., Miles, D.B., Green, T.G.A., 1998. Within and Between Tree Variability in Fruit Characteristics Associated with Better Pit Incidence of 'Braeburn' Apple. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 73(4), 555-561.
- Brown, G., 2009. The Use of Gibberellic Acid as an aid Against Poor Fruit Set or Frost Damage. *Australian Fruit Grower*–August. Erişim Tarihi: 10.08.2012 http://www.apal.org.au/assets/content/3623/afg_august09_lr.pdf.
- Buban, T., 2001. Improved Fruit Shape and Less Russeting of Apples by Using Gibberellins. *Acta Horticulturae*, 20, 14-17.
- Buban, T., Kokendyneinantsy, I., 1977. Parthenocarpic Fruit Set Induced by GA₄₊₇ in Apple Cultivars. *European Journal of Horticultural Science*, 42, 226-231.
- Buban, T., Zatyko, I., Gonda, I., 1979. Effect of Timing of Nitrogen Application on The Development of Flower Buds of Apples During The Winter and on Their Winter Hardiness. *Kertgazdasag*, 11, 17-31.
- Buban, T., Faust, M., 1982. Flower Bud Induction in Apple Trees: Internal Control and Differentiation. *Horticultural Reviews*, 4, 174-203.
- Buccheri, M., Vaio, C.D., 2004. Relationship Among Seed Number, Quality, and Calcium Content in Apple Fruits. *Journal of Plant Nutrition*, 27(10), 1735-1746.
- Bukovac, M.J., Sabbatini, P., Schwallier, P.G., 2006. Modifying Alternate Bearing of Spur-Type 'Delicious' Apple with Ethephon. *HortScience*, 41, 1606-1611.
- Byers, R.E., 1993. Controlling Growth of Bearing Apple Trees with Ethephon. *HortScience*, 28(11), 1103-1105.
- Byers, R.E., 2003. Flower and Fruit Thinning and Vegetative: Fruiting Balance (409-436). In: Ferree, D.C., Warrington, I.J., (Ed). *Apples: Botany, Production and Uses*. CABI Published, Cambridge, USA.
- Byers, R.E., Carbaugh, D.H., Presley, C.N., 1990. The Influence of Bloom Thinning and GA₃ Sprays on Flower Bud Numbers and Distribution in Peach Trees. *Journal of Horticultural Science*, 65(2), 143-150.
- Byers, R.E., Carbaugh, D.H., 1991. Effect of Chemical Thinning Sprays on Apple Fruit Set. *HortTechnology*, 1(1), 41-48.
- Byers, R.E., Yoder, K.S., 1999. Prohexadione-Calcium Inhibits Apple, but Not Peach, Tree Growth, But has Little Influence on Apple Fruit Thinning or Quality. *HortScience*, 34(7), 1205-1209.
- Byers, R.E., Costa, G., Vizzotto, G., 2002. Flower and Fruit Thinning of Peach and Other Prunus. *Horticultural Reviews*, 28,351-392.

- Byers, R.E., Carbaugh D.H., Combs, L.D., 2004. The Influence of Prohexadione-Calcium Sprays on Apple Tree Growth, Chemical Fruit Thinning, and Return Bloom. *Journal of American Pomological Society*, 58(2):111-117.
- Castle, W.S., 1995. Rootstock as a Fruit Quality Factor in Citrus and Deciduous Tree Crops. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 23: 383-394.
- Chailakhyan, M.K., 1937. Hormone Theory of Plant Development (In Russian). Academy of Sciences of the USSR, Moscow.
- Chan, B., Cain, J., 1967. The Effect of Seed Formation on Subsequent Flowering in Apple. *Proceedings of The American Society for Horticultural Science*, 91, 63-68.
- Cline, J.A., 2006a. The Return Bloom of Apple Trees as Affected by Ethephon and Napthalene Acetic Acid. *Compact Fruit Tree*, 41,40-45.
- Cline, J.A., 2006b. Apogee™ - A New Plant Bioregulator for Apples. Factsheet, 06-045, Queens Printer of Ontario, Toronto.
- Cline, J.A., Gardner, J., 2005. Commercial Production of 'Honeycrisp™' Apples in Ontario. Factsheet, 05-047, Queens Printer of Ontario, Toronto.
- Cline, J.A., Embree, C.G., Hebb, J., Nichols, D.S., 2008. Performance of Prohexadione-Calcium on Shoot Growth and Fruit Quality of Apple Effect of Spray Surfactants. *Canadian Journal of Plant Science*, 88(1), 165-174.
- Cody, C.A., Larsen, F.E., Fritts, R.Jr., 1985. Stimulation of Lateral Branch Development in Tree Fruit Nursery Stock With GA₄₊₇+BA. *HortScience*, 20 (4), 758-759.
- Conner, P.J., Worley, R.E., 2000. Alternate Bearing Intensity of Pecan Cultivars. *HortScience*, 35(6), 1067-1069.
- Cooley, D., 2007. 2007 New England Tree-Fruit Pest Management Guide. University of Massachusetts, Amherst, In Collaboration with the Land Grant Universities of New England and Cornell University.
- Costa, G., Bregoli, A.M., Sabatini, E., Cristina, B., Giannina, Z., 2000. Apogee™ Controls Shoot Growth and Fruit Parameters. *HortScience*, 35(3), 421.
- Costa, G., Andreotti, C., Sabatini, E., Bregoli, A.M., Bucchi, F., Spada, G., Mazzini, F., 2002. The Effect of Prohexadione-Ca on Vegetative and Cropping Performance and Fire Blight Control of Pear Trees. *Acta Horticulturae*, 596, 531-533.
- Costa, G., Sabatini, E., Spinelli, F., Andreotti, C., Bomben, C., Vizzotto, G., 2004. Two Years of Application of Prohexadione-Ca on Apple: Effect on Vegetative and Cropping Performance, Fruit Quality, Return Bloom and Residual Effect. *Acta Horticulturae*, 653, 35-40.

- Costes, E., Lauri, P.E., Regnard, J.L., 2006. Analyzing Fruit Tree Architecture: Implications for Tree Management and Fruit Production. *Horticultural Reviews*, 32, 1-61.
- Cummins, J.N., Forsline, P.L., Way, R.D., 1977. A Comparison of Russetting Among "Golden Delicious" Subclones. *HortScience*, 12(3), 241-242.
- Cutting, J.G.M., Bower, J.P., 1989. The Relationship Between Basipetal Auxin Transport and Calcium Allocation in Vegetative and Reproductive Flushes in Avocado. *Scientia Horticulturae*, 41, 27-34.
- Davis, D.E., 2002. Inhibition of Flower Bud Initiation and Development In Apple by Defoliation, Gibberellic Acid and Crop Load Manipulation. Virginia Polytechnic Institute, Ph.D Thesis, 109p, Blacksburg, Virginia.
- Dennis, F.G., 1976. Gibberellin-Like Substance in Apple Seed and Fruit Flesh. *Journal of The American Society for Horticultural Science*, 101, 629-633.
- Dennis, F.G., 2000. The History of Fruit Thinning. *Plant Growth Regulation*, 31, 1-16.
- Dennis, F.G., 2002. Mechanisms of Action of Apple Thinning Chemicals. *HortScience*, 37, 471-474.
- Dennis, F.G.Jr., Edgerton, L.J., 1966. Effects of Gibberellins and Ringing Upon Apple Fruit Development and Flower Bud Formation. *Proceedings of The American Society for Horticultural Science*, 88, 14-24.
- Dennis, F.G.Jr., Edgerton, L.J., Parker, K.G., 1970. Effects of Gibberellin and Alar Sprays Upon Fruit Set, Seed Development, and Flowering of 'Bartlett' Pear. *HortScience*, 5(3), 158-160.
- Dennis, F.G.Jr., Neilsen, J.C., 1999. Physiological Factors Affecting Biennial Bearing in Tree Fruit: The Role of Seeds in Apple. *HortTechnology*, 9(3), 317-322.
- Dolega, E., Link, H., 1998. Fruit Quality in Relation to Fertigation of Apple Trees. *Acta Horticulturae*, 466, 109-114.
- Drake, M., Bramlage, W.J., Baker, J.H., 1974. Correlations of Calcium Content of 'Baldwin' Apples With Leaf Calcium, Tree Yield, and Occurrences of Physiological Disorders and Decay. *Journal of American Society Horticultural Science*, 99(4), 379-380.
- Duyvelshoff, C.R.A., 2011. Plant Bioregulator Strategies to Alleviate Biennial Bearing, Enhance Precocity, and Control Vegetative Growth of "Northern Spy" Apple Trees. The University of Guelph, M.Sc. Thesis, 142p, Ontario.

- Duyvelshoff, C., Cline, J.A., 2013. Ethephon and Prohexadione-Calcium Influence The Flowering, Early Yield, and Vegetative Growth of Young 'Northern Spy' Apple Trees. *Scientia Horticulturae*, 151(28), 128-134.
- Eccher, T., 1978. Russetting of Golden Delicious Apples as Related to Endogenous and Exogenous Gibberellins. *Acta Horticulturae*, 80, 381-385.
- Eccher, T., Hajnarjari, H., Di Lella S., Elli, A., 2008. Gibberellin Content of Apple Fruit as Affected by Genetic and Environmental Factors. *Acta Horticulturae*, 774, 221-228.
- Edgerton, L.J., Hatch, A.H., 1972. Absorption and Metabolism of 14c (2-Chloroethyl) Phosphonic Acid in Apples and Cherries. *Journal of American Society Horticultural Science*, 97, 112-115.
- Elfving, D.C., 1996. Physiological Processes and The Coordination of Vegetative and Reproductive Plant Growth and Development (3-10). In: Maib, K., Andrews, P., Lang, G., Mullinix, K., (Ed.). *Tree Fruit Physiology: Growth and Development*. Good Fruit Grower, 165p, Washington.
- Elfving, D.C., Allen, O.B., 1987. Effect Of GA₄₊₇ Applications on 'Golden Delicious' Fruit Russet. *Crop Research*, 27, 11-18.
- Elfving, D.C., Cline, R.A., 1990. Growth and Productivity of Vigorous 'Northern Spy'/MM.106 Apple Trees in Response to Annually Applied Growth Control Techniques. *Journal of American Society Horticultural Science*, 115, 212-218.
- Elfving, D.C., Lombardini, L., Mcferson, J.R., Drake, S.R., Faubion, D.F., Auvil, T.D., Van Ee, G., Visser, D.B., 2003. Effects of Directed Applications of Prohexadione-Calcium to Tops of Mature Pear Trees on Shoot Growth, Light Penetration, Pruning and Fruit Quality. *Journal of American Pomological Society*, 57(2), 45-57.
- Elfving, D.C., Lang, G.A., 2005. Effects of Prohexadione- Calcium and Ethephon on Growth and Flowering of 'Bing' Sweet Cherry. *Acta Horticulturae*, 667, 439-446.
- Evans, J.R., Evans, R.R., Regusci, C.L., Rademacher, W., 1999. Mode of Action, Metabolism, and Uptake of BASF 125W, Prohexadione-Calcium. *HortScience*, 34, 1200-1201.
- Facteau, T.J., Rowe, K.E., Chestnut, N.E., 1989. Flowering in Sweet Cherry in Response to Application of Gibberellic Acid. *Scientia Horticulturae*, 38, 239-245.
- Fallahi, E., Willemsen, K.M., 2002. Blossom Thinning of Pome and Stone Fruit. *HortScience*, 37(3), 474-477.

- Faust, M., 1989. *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. John Wiley and Sons, 338p, New York, USA.
- Felicetti, D.A., Schrader, L.E., 2008. Changes in Pigment Concentrations Associated with The Degree of Sunburn Browning of 'Fuji' Apple. *Journal of American Society Horticultural Science*, 133, 27–34.
- Ferguson, I.B., Triggs, C.M., 1990. Sampling Factors Affecting The Use of Mineral Analysis of Apple Fruit for the Prediction of Bitter Pit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 18, 147-152.
- Ferree, D.C., Carlson, R.F., 1987. Apple Rootstocks (107-138). In: Rom, R.C., Carlson, R.F., (Ed) *Rootstocks for Fruit Crops*. John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Ferree, D.C., Schmid, J.C., 2000. Chemical Thinning of 'Fuji' Apple in The Midwest. *Journal of American Pomological Society*, 54(2), 61-67.
- Flore, J.A., Bukovac, M.J., 1982. Factors Influencing Absorption of ¹⁴C(2-Chloroethyl)Phosphonic Acid by Leaves of Cherry. *Journal of American Society Horticultural Science*, 107, 965-968.
- Forshey, C.G., 1982. Effects of Fruiting, Pruning and Nitrogen Fertilization on Shoot Growth of 'Empire' Apples Trees. *Journal of American Society Horticultural Science*, 107, 1092-1097.
- Forshey, C.G., 1987. A Review of Chemical Fruit Thinning. *Proceedings New England Fruit Meetings*, 93, 68-73.
- Forshey, C.G., Marmo, C.A., 1985. Pruning and Deblossoming Effects on Shoot Growth and Leaf Area of 'Mcintosh' Apple Trees. *Journal of American Society Horticultural Science*, 110, 128-132.
- Forshey, C.G., Elfving, D.C., 1989. The Relationship Between Vegetative Growth and Fruiting in Apple Trees. *Horticultural Reviews*, 11, 229-287.
- Forshey, C.G., Elfving, D.C., Stebbins, R.L., 1992. Training and Pruning of Apple and Pear Trees. *American Society for Horticultural Science*, 162 P., Virginia, USA.
- Foster, T., Johnston, R., Seleznyova, A., 2003. A Morphological and Quantitative Characterization of Early Floral Development in Apple (*Malus* × *Domestica* Borkh.). *Annals of Botany*, 92, 199-206.
- Foulk, D.S., Hoover, E.E., 1994. Wax Platelet Arrangement GA₄₊₇ Applications, and Their Relationships to Russet in 'Haralson' Apples. *HortScience*, 29, 472-477.
- Fulford, R.M., 1965. The Morphogenesis of Apple Buds. I. The Activity of the Apical Meristem. *Annals of Botany*, 29, 167-180.

- Fulford, R.M., 1966a. The Morphogenesis of Apple Buds. I. The Development of the Bud. *Annals of Botany*, 30, 25-38.
- Fulford, R.M., 1966b. The Morphogenesis of Apple Buds. I. The Inception of Flower. *Annals of Botany*, 30, 207-219.
- Fulford, R.M., 1966c. The Morphogenesis of Apple Buds. IV. The Effect of Fruit. *Annals of Botany*, 30, 597-606.
- Garcia-Pallas, I., Val, J., Blanco, A., 2001. The Inhibition of Flower Bud Differentiation in 'Crimson Gold' Nectarine with GA₃ as an Alternative to Hand Thinning. *Scientia Horticulturae*, 90, 265-278.
- Garner, L.C., Zheng, Y., Khuong, T., Lovatt, C.J., 2010. Prohexadione-Calcium Affects Shoot Growth of Evergreen Subtropical Woody Perennials Differently than Deciduous Temperate Zone Woody Perennials - Is It a Case of Apples and Oranges? *Acta Horticulturae*, 884, 249-256.
- Geisler, D., Ferree, D.C., 1984. Response of Plants to Root Pruning. *Horticultural Reviews*, 6, 155-187.
- Gildemacher, P., Heijne, B., Houbraken, J., Vromans, T., Hoekstra, E., Boekhout, T., 2004. Can Phyllosphere Yeasts Explain the Effect of Scab Fungicides on Russetting of Elstar Apples? *European Journal of Plant Pathology*, 110(9), 929- 937.
- Glenn, D.M., Miller, S.S., 2005. Effects of Apogee on Growth and Whole-Canopy Photosynthesis in Spur 'Delicious' Apple Trees. *HortScience*, 40, 397-400.
- Gonzalez Rossia, D., Reig, C., Juan, M., Agusti, M., 2007. Horticultural Factors Regulating Effectiveness of GA₃ Inhibiting Flowering in Peaches and Nectarines (*Prunus Persica* L. Batsch). *Scientia Horticulturae*, 111, 352-357.
- Gorguet, B., Van Heusden, A.W., Lindhout, P., 2005. Parthenocarpic Fruit Development in Tomato. *Plant Biology*, 7, 131-139.
- Greene, D.W. 1989. GA₄₊₇ Influence Fruit Set, Fruit Quality, and Return Bloom of Apples. *Journal of American Society Horticultural Science*, 114(4), 619-625.
- Greene, D.W. 1993. Effects of GA₄ and GA₇ on Flower Bud Formation and Russet Development on Apple. *The Journal of Horticultural Science*, 68(2), 171-176.
- Greene, D.W. 1996. Ethylene-Based Preharvest Growth Regulators (149-159). In: Maib, K., Andrews, P., Lang, G., Mullinix, K., (Ed.). *Tree Fruit Physiology: Growth and Development*. Good Fruit Grower, Washington.
- Greene, D. W. 1999. Tree Growth Management and Fruit Quality of Apple Trees Treated with Prohexadione-Calcium (Bas-125). *HortScience*, 34, 1209-1212.

- Greene, D.W., 2000. Reducing Floral Initiation and Return Bloom in Pome Fruit Trees Applications and Implications. *HortTechnology*, 10, 740-743.
- Greene, D.W., 2002. Chemicals, Timing, and Environmental Factors Involved in Thinner Efficacy on Apple. *HortScience*, 37, 477-481.
- Greene, D.W. 2003. Endogenous Hormones and Bioregulator Use on Apples (437-457). In: Ferree, D.C., Warrington, I.J., (Ed.). *Apples: Botany, Production and Uses*. CABI Published, Cambridge, USA.
- Greene, D.W. 2007. The Effect of Prohexadione–Calcium on Fruit Set and Chemical Thinning of Apple Trees. *HortScience*, 42, 1361-1365.
- Greene, D.W. 2008. The Effect of Repeat Annual Applications of Prohexadione-Calcium of Fruit Set, Return Bloom, and Fruit Size of Apples. *HortScience*, 43, 376-379.
- Greene, D.W., Lord, W.J., Bramlage, W.J., 1977. Mid-Summer Applications of Ethephon and Daminozide on Apples. I. Effect on 'Delicious'. *Journal of American Society Horticultural Science*, 102, 494-497.
- Greene, D.W., Autio, W.R., 2002. Apogee a New Growth Retardant for Apples. University of Massachusetts, Factsheet, F-127r.
- Grigorian, V., Sharemi, S.B., 2003. Study on Effective Methods for Reducing the Alternate Bearing in Golden Delicious Apple Cultivar. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 5, 31-37.
- Grossmann, K., 1992. Plant Growth Retardants: Their Mode of Action and Benefit for Physiological Research (788-797). In: Karssen, Cm., Van Loon, L.C., Vreugdenhill, D., (Ed.). *Progress in Plant Growth Regulation*. Kluwer Academic, Dordrecht, Netherlands.
- Guardiola, J.L. 1997. Overview of Flower Bud Induction, Flowering and Fruit Set (5-21). In Futch, S.H., Kender, W.J. (Ed.), *Citrus Flowering and Fruit Short Course*. Citrus Research and Education Center, University of Florida, USA.
- Guardiola, J.L., Garcia-Mari, F., Agusti, M., 1984. Competition and Fruit Set in the Washington Navel Orange. *Physiologia Plantarum*, 62(3), 297-302.
- Guimond, C.M., Lang, G.A., Andrew, P.K., 1998. Timing and Severity of Summer Pruning Affects Flower Initiation and Shoot Regrowth in Sweet Cherry. *HortScience*, 33, 647-649.
- Gur, A., 1985. Rosaceae-Deciduous Fruit Trees (355-389). In Halevy, A.H. (Ed.) *Handbook of Flowering*, Crc Press, Florida.
- Gur, A., Harcabi, E., Breuer-Mizrahi, A., 1993. Control of Peach Flowering with Gibberellins. *Acta Horticulturae*, 329, 183-186.

- Güneş, N.T., Okay, Y., Köksal, A.İ., Köroğlu, M., 2010. The Effect of Nitrogen and Phosphorus Fertilization on Yield, Some Fruit Characteristics, Hormone Concentrations, and Alternate Bearing in Pistachio. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34, 33-43.
- Güven, A., 1986. Bitki Büyüme Maddeleri Ders Notları. Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İzmir (Yayımlanmamış).
- Hampson, C.R., Kemp, H. 2003. Characteristics of Important Commercial Apple Cultivars (61-89). In: Ferree, D.C., Warrington, I.J., (Ed.). *Apples: Botany, Production and Uses*. CABI Published, Cambridge, USA.
- Hanke, V., 1981. Histologische Untersuchungen Zur Blütenknospendifferenzierung Bei *Malus Domestica* Borkh. ('Golden Delicious'). Ph.D Thesis, Akademie Der Landwirtschaftswissenschaften Ddr, 95p.
- Hanke, M.V., Flachowsky, H., Peil, A., Hattasch, C., 2007. No Flower No Fruit – Genetic Potentials to Trigger Flowering in Fruit Trees. *Genes, Genomes and Genomics* 1(1), 1-20.
- Harker, F.R., Kupferman, E.M., Marin, A.B., Gunson, F.A., Triggs, C.M., 2008. Eating Quality Standards for Apples Based on Consumer Preferences. *Postharvest Biology and Technology*, 50, 70-78.
- Hayashi, S., Tanabe, K., 1991. Basic Knowledge of Fruit Tree Culture. Association Agriculture Press, Tottori, Japan.
- Hedden, P., 1990. The Action of Plant Growth Retardants At The Biochemical Level (322-332). In Pharis, R.P., Rood, S.B.(Ed.), *Plant Growth Substances*, Springer-Verlag, 634p, Heidelberg.
- Hedden, P., Hoad, G.V., Gaskin, P., Lewis, M.J., Green, J.R., Furber, M., Mander, L.N., 1993. Kaurenoids and Gibberellins, Including the Newly Characterized Gibberellin A88, In *Developing Apple Seeds*. *Phytochemistry*, 32(2), 231-237.
- Hess, D., 2006. On the Path to Plant Gene Technology: Scientific Report of a Botanist. Cuvillier Verlag, 232p.
- Hoad, G.V., 1978. The Role of Seed Derived Hormones in the Control of Flowering in apple. *Acta Horticulturae*, 80, 93-103.
- Hoad, G.V., 1980. Growth Regulators, Endogenous Hormones and Flower Initiation in Apple. Report of Long Ashton Research Station Report 1979, 199-206.
- Hoad, G.V., 1984. Hormonal Regulation of Fruit-Bed Formation in Fruit Trees. *Acta Horticulturae*, 149, 13-23.

- Hoblyn, T.N., Grubb, N.H., Painter, A.C., Wates, B.L., 1936. Studies on Biennial Bearing-I. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 14(1), 39-76.
- Hodgson, R.W., 1967. Horticultural Varieties of Citrus (431-591). In: Reuther, W., Webber, H.J., Batchelor, L.D. (Ed.), *The Citrus Industry*, University of California Press, USA.
- Horvitz, S., Godoy, C., Lopez Camelo, A.F., Yommi, A., 2003. Application of Gibberellic Acid to 'Sweetheart' Sweet Cherries: Effect on Fruit Quality at Harvest and During Cold Storage. *Acta Horticulturae*, 628, 311-316.
- Huang, H., 1996. Flower Bud Development in Apple Trees as Related to Node Formation. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 4, 95-107.
- Ito, A., Hayama, H., Yoshioka, H., 2000. Effects of Plant Growth Regulators and Their Time of Application on Flower Bud Formation of Japanese Pear 'Kosui.' *Journal of The Japanese Society for Horticultural Science*, 69(5), 529-535.
- Jackson, J.E. 2003. *Biology of Apples and Pears*. Cambridge University Press, 488p, New York.
- Jacyna, T., Lipa, T., 2010. Direct and Apparent Residual Effects of Prohexadione–Calcium Applied to Young Cropping Sweet Cherry Trees. *Acta Agrobotanica*, 63(1), 87-92.
- Janick, J., Moore, J.N., 1975: *Advances in Fruit Breeding*. Purdue University Press. 623 P, USA.
- Jones, K.M., Koen, T.B., 1985. Temperature Effects on Ethephon Thinning of Apples. *The Journal of Horticultural Science*, 60(1), 21-24.
- Jones, K.M., Bound, S.A., Koen, T.B., Oakford, M.J., 1991. Improving Fruit Set on Young Red 'Delicious' Apple Trees Using Autumn Sprays of Paclobutrazol and Ethephon. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 66(2), 165-170.
- Jonkers, H., 1979. Biennial Bearing in Apple and Pear: A Literature Survey. *Scientia Horticulturae*, 11, 303-317.
- Kaçal, E., Koyuncu, F., 2010. Jersey mac ve Jonagold Elma Çeşitlerinde Çiçek Tomurcuğu Farklılaşma Sürecinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(3), 303-307.
- Kader, A.A., 2002. Postharvest Biology and Technology: An Overview (39-48). In: Kader A.A. (Ed.). *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California Press, USA.

- Kaplankıran, M., 1984. Bazı Turunçgil Anaçlarının Doğal Hormon, Karbonhidrat ve Bitki Besin Madde Düzeyleri ile Büyümeleri Arasındaki İlişkiler Üzerinde Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Adana.
- Kaplankıran, M., 1992. Bitki Dokularında Karbonhidrat Analizleri için Spektrofotometrik Yöntemler. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (3), 167-176.
- Karaçalı, İ., 2004. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. (4. Baskı). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 494, 472 S, İzmir.
- Karaszewska, A., Jankowska, B., Mika, M., Grochowska, M.J., 1986. Effects of Growth Regulator Treatments on The Hormone Pattern in the Trunk and the Collar Tissue of Apple Trees. Acta Horticulturae, 179, 185-194.
- Kipp, J.A., 1992. Thirty Years of Fertilization and Irrigation in Dutch Apple Orchards. Fertilizer Research, 32(2), 149-156.
- Kirby, A.H.M., Bennett, M., 1967. Susceptibility of Apple and Pear Varieties to Damage by Certain Organic Fungicides. The Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 42(2), 117-132.
- Klein, J.D., Faust, M., 1978. Internal Ethylene Content in Buds and Woody Tissue of apple Trees. HortScience, 13, 164-166.
- Knight, J.N, Spencer, J.E., Looney, N.E., Lovell, J.D., 1987. Chemical Thinning of the Apple Cultivar Spartan. Journal of Horticultural Science, 62(2), 135-139.
- Koutinas, N., Pepelyankov G., Lichev, V., 2010. Flower Induction and Flower Bud Development in Apple and Sweet Cherry. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 24(1), 1549-1558.
- Landsberg, J.J., 1974. Apple Fruit Bud Development and Growth; Analysis and an Empirical Model. Annals of Botany, 38(5), 1013-1023.
- Larrigaudiere, C., Pinto, E., Vendrell. M., 1996. Differential Effects of Ethephon and Seniphon on Color Development of 'Starking Delicious' Apple. Journal of American Society Horticultural Science, 121, 746-750.
- Lauri, P.É., Térouanne, É., Lespinasse, J.M., 1997. Relationship Between the Early Development of Apple Fruiting Branches and the Regularity of Bearing: An Approach to the Strategies of Various Cultivars. Journal of Horticultural Science, 72:519-530.
- Lavee, S. 2007. Biennial Bearing in Olive (*Olea Europea*). Annales Series Historia Naturalis, 17, 101-112.
- Lenahan, O.M., Whiting, M.D., Elfving, D.C., 2006. Gibberellic Acid Inhibits Floral Bud Induction and Improves 'Bing' Sweet Cherry Fruit Quality. HortScience, 41(3), 654-659.

- Lespinasse, J.M., Delort, J.F., 1993. Regulation of Fruiting in Apple: Role of the Bourse and Crowned Bindles. *Acta Horticulturae*, 349, 239-246.
- Li, P.H., Sayre, K.D., 1975. The Protein, Non-Protein and Total N in *Solanum Tuberosum* SSP. *Andigena* Potatoes. *American Potato Journal*, 52(11), 341-350.
- Li, S.H., Meng, Z.Q., Li, T.H., Liu, H.Z., Tu, Y.C., 1995. Critical Period of Flower Bud Induction in 'Red Fuji' and 'Ralls Janet' Apple Trees. *Gartenbauwissenschaft* 60(5), 240-245.
- Li, Z., Sugaya, S., Gemma, H., Iwahori, S., 2002. Flavonoid Biosynthesis and Accumulation and Related Enzyme Activities in the Skin of 'Fuji' and 'Orin' Apples During Their Development. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 71, 317-321.
- Link, H., 2000. Significance of Flower and Fruit Thinning on Fruit Quality. *Plant Growth Regulation*, 31, 17-26.
- Looney, N.E., 1996. Role of Endogenous Plant Growth Substances in Regulating Fruit Tree Growth and Development (31-40). In: Maib, K., Andrews, P., Lang, G., Mullinix, K., (Ed.). *Tree Fruit Physiology: Growth and Development*. Good Fruit Grower, Yakima, Washington.
- Looney, N.E., Pharis, R.P., Noma, M., 1985. Promotion of Flowering in Apple Trees with Gibberellin A₄ and C-3 Epi-Gibberellin A₄. *Planta*, 165(2), 292-294.
- Looney, N.E., Granger, R.L., Chu, C.L., Mander, L.N., Pharis R.P., 1992. Influences of Gibberellins A₄, A₄₊₇ and A₄+Iso-A₇ on Apple Fruit Quality and Tree Productivity. I. Other Effects on Fruit Quality and Importance of Fruit Position within the Tree Canopy. *Journal of Horticultural Science*, 67(6), 841-847.
- Luckwill, L.C., 1961. The Effect of Gibberellic Acid on the Cropping of Pears Following Frost Damage. *Annual Report Long Ashton Agricultural Horticultural Research Station for 1961*, 61-66.
- Luckwill, L.C., 1969. Gibberellins and Other Growth Hormones in Apple Seeds. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 44(4), 413-424.
- Luckwill, L.C., 1970. The Control of Growth and Fruitfulness of Apple Trees. *Physiology of Tree Crops* (237-254). In: Luckwill, L.C., Cutting, C.V. (Ed.), *Physiology of Tree Crops*, Academic Press, Newyork.
- Luckwill, L.C., 1974. A New Look At The Process of Fruit Bud Formation in Apple. *Proceedings of the XIXth International Horticultural Congress*, 237-245.
- Luckwill, L.C., Child, R.D., 1978. Part Tree [Sic] Thinning of Apples with CEPA. *Acta Horticulturae*, 80, 271-274.

- Luckwill, L.C., Silva, J.M., 1979. The Effects of Daminozide and Gibberellic Acid on Flower Initiation, Growth and Fruiting of Apple cv Golden Delicious. *Journal of Horticultural Science*, 54(3), 217-223.
- Malanczuk, M.L., 2005. Training System and Fruit Quality in the Apple Cultivar 'Jonagold'. *Postharvest Biology Technology*, 14, 214-217.
- Manakasem, Y., 2004. Physiology of Flowering and Fruit Setting. School of Crop Production Technology, Institute of Agricultural, Suranaree University of Technology, <http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/handle/123456789/2032> Erişim Tarihi: 10.08.2012.
- Manriquez, D., Defilippi, B., Retamales, J., 2005. Prohexadione-Calcium, A Gibberellin Biosynthesis Inhibitor can Reduce Vegetative Growth in 'Bing' Sweet Cherries. *Acta Horticulturae*, 667, 447-451.
- Marini, R.P., 1996. Chemically Thinning Spur 'Delicious' Apples with Carbaryl, NAA, and Ethephon at Various Stages of Fruit Development. *HortTechnology*, 6, 241-246.
- Marini, R.P., 2004. Combinations of Ethephon and Accel for Thinning 'Delicious' Apple Trees. *Journal of American Society Horticultural Science*, 129(2), 175-181.
- Marini, R.P., Barden, J.A., 1987. Summer Pruning of Apple and Peach Trees. *Horticultural Reviews*, 9, 351-375.
- Marino, F., Greene, D.W., 1981. Involvement of Gibberellins in the Biennial Bearing of 'Early McIntosh' Apples. *Journal of American Society Horticultural Science*, 106(5), 593-596.
- Maronedze, C., 2009. Functional Genomic Characterization of Fruit Quality Traits in Apple (*Malus X Domestica* Borkh.). University of The Western Cape, Ph.D Thesis, 409p, USA.
- Matteson Heidenreich, M.C., Corral, G.E.A., Momol, E.A., Burr, T.J., 1997. Russet of Apple Fruit Caused by *Aureobasidium Pullulans* and *Rhodotorula Glutinis*. *Plant Disease*, 81(4), 337-342.
- Mcartney, S.J., 1994. Exogenous Gibberellin Affects Biennial Bearing and the Fruit Shape of 'Braeburn' Apple. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 22(3), 343-346.
- Mcartney, S.J., Li, S.H., 1998. Selective Inhibition of Flowering on 'Braeburn' Apple Trees with Gibberellins. *HortScience*, 33(4), 699-700.
- Mcartney, S.J., Hoover, E.M., Hirst, P.M., Brooking, I.R., 2001. Seasonal Variation in the onset and Duration of Flower Development in 'Royal Gala' Apple Buds. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76, 536-540.

- Mcartney, S., Hoover, E., 2005. Morphology and Regulation of Flowering in Apple. Proceedings Plant Growth Regulation Society of American Annual Meeting, 32, 41p.
- Mcartney, S., Unrath, D., Obermiller, J.D., Green, A., 2007. Naphthaleneacetic Acid, Ethephon, and Gibberellin A₄ + A₇ have Variable Effects on Flesh Firmness and Return Bloom of Apple. HortTechnology, 17, 32-38.
- Mclaughlin, J.M., Greene, D.W., 1984. Effects of BA, GA₄₊₇, and Daminozide on Fruit Set, Fruit Quality, Vegetative Growth, Flower Initiation, and Flower Quality of 'Golden Delicious' Apple. Journal of the American Society for Horticultural Science, 109, 34-39.
- Mclaughlin, J.W., Grene, D.W., 1991. Fruit and Hormones Influence Flowering of Apple. I. Effects of Hormones. Journal of the American Society for Horticultural Science, 116, 450-453.
- Meador, D.B., Taylor, B.H., 1987. Effect of Early Season Foliar Sprays Of GA₄₊₇ on Russeting and Return Bloom of 'Golden Delicious' Apple. HortScience, 22(3), 412-415.
- Medjdoub, R., Val, J., Blanco, A., 2004. Prohexadione-Ca Inhibits Vegetative Growth of 'Smoother Golden Delicious' Apple Trees. Scientia Horticulturae, 101(3), 243-253.
- Medjdoub, R., Val, J., Blanco, A., 2005. Inhibition of Vegetative Growth in Red Apple Cultivars Using Prohexadione–Calcium. The Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 80(2), 263-271.
- Meland, M., 1997. Thinning Apples and Pears in a Nordic Climate I: The Effect of NAA, Ethephon, and Lime Sulfur on Fruit Set, Yield, and Return Bloom of Three Apple Cultivars. Acta Horticulturae, 463, 517-525.
- Michailides, T.J., 1991. Russeting and Russet Scab of Prune, An Environmentally Induced Fruit Disorder: Symptomatology, Induction, and Control. Plant Disease, 75, 1114-1123.
- Miller, S.S., 1988. Plant Bioregulators in Apple and Pear Culture. Horticultural Reviews, 10, 309-401.
- Miller, S.S., 2002. Prohexadione-Calcium Controls Vegetative Shoot Growth in Apple. Journal of Tree Fruit Production 3(1), 11-28.
- Mitcham, E.J., Crisosto, C.H., Kader, A.A., 1999. Apple, Golden Delicious: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. <http://postharvest.ucdavis.edu/pffruits/applegolden/> Erişim Tarihi: 28.11.2012.

- Mitcham, E.J., 2008. A New Approach to Understand and Control Bitter Pit in Apple. <http://jenny.tfrec.wsu.edu/wtfrc/pdffinalreports/2008finalreports>. Erişim Tarihi: 28.11.2012.
- Mitchell, P.D., Jerie, P.H., Chalmers, D.J., 1984. The Effects of Regulated Water Deficits on Pear Tree Growth, Flowering, Fruit Growth, and Yield. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 109, 604-606.
- Monselise, S.P., Goldschmidt, E.E., 1982. Alternate Bearing in Fruit Trees. *Horticultural Reviews*, 4, 128-173.
- Moran, E.R., Southwick, S., Yeager, J.T., 2000. Apogee Controls Shoot Growth and Rat-Tail Bloom on Bartlett Pear in California. *Good Fruit Grower*, 51(3), 48p.
- Nakayama, I., Kobayashi, M., Kamiya, Y., Abe, H., Sakuri, A., 1992. Effects of a Plant-Growth Regulator, Prohexadione-Calcium, on the Endogenous Levels of Gibberellins in Rice. *Plant Cell Physiology*, 33, 59-62.
- Neilsen, J.C., 1998. Effects of Fruit, Seed and Shoot Development on Flower Induction in apple. Michigan State University, Ph.D. Thesis, 106p, USA.
- Olien, W.C., Bukovac, M.J., 1982. Interaction Between Temperature and Ethylene in Sour Cherry Fruit Abscission. *HortScience*, 17, 795-796.
- O'Rourke, D., 2008. *World Apple Review*. A Publication of Belrose Inc, Pullman, USA.
- Ozga, J.A., Reinecke, D.M., 2003. Hormonal Interactions in Fruit Development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 22, 73-81.
- Palavan-Ünsal, N., 1993. *Bitki Büyüme Maddeleri*. İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi, 3677, İstanbul.
- Perring, M.A., 1986. Incidence of Bitter Pit in Relation to the Calcium Content of Apples: Problems and Paradoxes: A Review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 37(7), 591-606.
- Petracek, P.D., Silverman, F.P., Greene, D.W., 2003. A History of Commercial Plant Growth Regulators in Apple Production. *HortScience*, 38, 937-942.
- Pharis, R.P., King, R.W., 1985. Gibberellins and Reproductive Development in Seed Plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 36, 517-568.
- Phillips, A.L., 1998. Gibberellins in Arabidopsis. *Plant Physiology Biochemistry*, 36, 115-124.

- Potchanasin P., Sringarm K., Naphrom D., Bangerth K.F., 2009. Floral Induction in Longan (*Dimocarpus Longan*, Lour.) Trees IV. The Essentiality of Mature Leaves for Potassium Chlorate Induced Floral Induction and Associated Hormonal Changes. *Scientia Horticulturae*, 122, 312-317.
- Prang, L., Stephan, M., Schneider G., Bangerth, F., 1997. Gibberellin Signals Originating from the Apple Fruit and Their Possible Involvement in Flower Induction. *Acta Horticulturae*, 463, 235-241.
- Privé, J.P., Fava, E., Cline, J., Byl, M., Embree, C., Nichols, D., 2004. Preliminary Results on the Efficacy of Apple Trees Treated with the Growth Retardant Prohexadione-Calcium (Apogee®) in Eastern Canada. *Acta Horticulturae*, 636, 137-144.
- Privé, J.P., Cline, J., Fava, E., 2006. Influence of Prohexadione Calcium (Apogee®) on Shoot Growth of Non-Bearing Mature Apple Trees in Two Different Growing Regions. *Canadian Journal of Plant Science*, 86, 227-233.
- Proebsting, E., 1972. Chemical Sprays to Extend Sweet Cherry Harvest. Washington State University, Cooperative Extension Service, 4p, USA.
- Racsco, J., Nagy, J., Szabó, Z., Soltész, M., Holb, I.J., Nyéki, J., 2006. Alternate Bearing of 'Golden Reinders' and 'Summered' Apples. *International Journal of Horticultural Science*, 12(2), 77-85.
- Racsco, J., 2008. Crop Autoregulation of Apple on Different Growth Inducing Rootstocks. University of Debrecen, Ph.D Thesis, Hungary.
- Rademacher, W., 2000. Growth Retardants: Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51, 501-531.
- Rademacher, W., 2004. Chemical Regulation of Shoot Growth in Fruit Trees. *Acta Horticulturae*, 653, 29-32.
- Rademacher, W., Kober, R., 2003. Efficient Use of Prohexadione-Ca in Pome Fruits. *European Journal of Horticultural Science*, 68(3), 101-107.
- Raese, J.T., Drake, S.R., Curry, E.A., 2007. Nitrogen Fertilizer Influences Fruit Quality, Soil Nutrients and Cover Crops, Leaf Color and Nitrogen Content, Biennial Bearing and Cold Hardiness of 'Golden Delicious'. *Journal of Plant Nutrition*, 30(10), 1585-1604.
- Ramirez, H., 1979. Effects of Growth Substances on Some Physiological Processes in Apple in Relation to Flower Initiation. University of Bristol, Ph.D. Thesis, UK.

- Reuveni, M., Sheglov, D., Rulf R., 2001. The Influence of Fungicides and Gibberellin (A₄₊₇) Applications of Russet Control on 'Golden Delicious' Apple Fruit. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 76(5), 636-640.
- Rudell, D.R., Fellman, J.K., Mattheis J.P., 2005. Preharvest Application of Methyl Jasmonate to 'Fuji' Apples Enhances Red Coloration and Affects Fruit Size, Splitting, and Bitter Pit Incidence. *HortScience*, 40, 1760-1762.
- Ryan, J., Estafan, G., Rashid, A., 2001. *Soil and Plant Analysis Laboratory Manual*, ICARDA, 172p, Syria.
- Saure, M.C., 1996. Reassessment of the Role of Calcium in Development of Bitter Pit in Apple. *Australian Journal of Plant Physiology*, 23(3), 237-243.
- Saure, M.C., 1998. Causes of the Tipburn Disorder in Leaves of Vegetables. *Scientia Horticulturae*, 76, 131-147.
- Saure, M.C., 2001. Blossom-End Rot of Tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.)-A Calcium or a Stress-Related Disorder? *Scientia Horticulturae*, 90, 193-208.
- Saure, M.C., 2005. Calcium Translocation to Fleshy Fruit: Its Mechanism and Endogenous Control. *Scientia Horticulturae*, 105, 65-89.
- Schmidt, T.R., 2006. Manipulation of Crop Load with Bioregulators to Mitigate Biennial Bearing in Apple. Washington State University, M.Sc. Thesis, 94p, USA.
- Schmidt, T.R., Elfving, D.C., Mcferson, J.R., Whiting, M.D., 2008. Gibberellic Acid Accelerates 'Honeycrisp', But not 'Cameo', Apple Fruit Maturation. *HortTechnology*, 18(1), 39-44.
- Schmidt, T.R., Elfving, D.C., Mcferson, J.R., Whiting M.D., 2009. Crop Load Overwhelms Effects of Gibberellic Acid and Ethephon on Floral Initiation in Apple. *HortScience*, 44(7), 1900-1906.
- Schupp, J.R., Robinson, T.L., Norrelli, J., Aldwinkle, H., 2001. Apogee: A New Plant Growth Regulator for Apple. *New York Fruit Quarterly*, 9(2), 19-21.
- Schwallier, P., 2009. Successful Use of Apogee and Retain in Apple www.cherries.msu.edu/pdf/orchardshow09schwallier.pdf Erişim Tarihi: 10.08.2012.
- Searle, N.E., 1965. Physiology of Flowering. *Annual Review of Plant Physiology*, 16, 97-118.
- Shear, C.B., 1972. Incidence of Cork Spot as Related to Calcium in the Leaves and Fruit of 'York Imperial' Apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 97, 61-64.

- Skene, D.S., Green, D.W., 1989. The Development of Russet, Rough Russet and Cracks on the Fruit of the Apple "Cox's Orange Pippin" During the Course of the Season. *Journal of Horticultural Science*, 57(2), 165-174.
- Solar, A., Jakopic, J., Veberic, R., Stampar, F., 2008. Prohexadione-Ca Affects Vegetative Growth of the Rejuvenated Shoots in Walnut Trees. *HortScience*, 43(2), 558-561.
- Sorce, C., Lombardi, L., Remorini, D., Montanaro, G., 2011. Occurrence of Natural Auxin and Accumulation of Calcium During Early Fruit Development in Kiwifruit. *Australian Journal of Crop Science*, 5(7), 895-898.
- Southwick, S.M., Weis, K.G., Yeager, J.T., Zhou, H., 1995. Controlling Cropping in 'Loadel' Cling Peach Using Gibberellin: Effects of Flower Density, Fruit Distribution, Fruit Firmness, Fruit Thinning, and Yield. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 120(6), 1087-1095.
- Southwick, S.M., Glozer, K., 2000. Reducing Flowering with Gibberellins to Increase Fruit Size in Stone Fruit Trees: Applications and Implications in Fruit Production. *HortTechnology*, 10(4), 744-751.
- Spann, T.M., Beede, R.H., Dejong, T.M., 2008. Seasonal Carbohydrate Storage and Mobilization in Bearing and Non-Bearing Pistachio (*Pistacia Vera*) Trees. *Tree Physiology*, 28, 207-213.
- Spotts, R.C., 2002. Involvement of *Aureobasidium Pullulans* and *Rhodotorula Glutinis* in Russet of D' Anjou Pear Fruit. *Plant Disease*, 86, 625-628.
- Srivastava, L.M., 2002. *Plant Growth and Development, Hormones and Environment*. Academic Press, 772p, California.
- Stahly, E.A., 1986. Time of Application of Calcium Sprays to Increase Fruit Calcium and Reduce Fruit Pitting of Apples Sprayed with TIBA. *HortScience*, 21, 95-96.
- Stahly, E.A., Benson, N.R., 1976. Calcium Levels of 'Golden Delicious' Apples as Influenced by Calcium Sprays, 2,3,5-Triiodobenzoic Acid, and Other Plant Growth Regulator Sprays. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 101, 120-122.
- Steenkamp, J., Westraad, I., 1988. Effect of Gibberellin GA₄₊₇ on Stem and Calix-End Russetting in 'Golden Delicious' Apples. *Scientia Horticulturae*, 35(3,4), 207-215.
- Stephan, M., Bangerth, F., Schneider, G., 1999. Quantification of Endogenous Gibberellins in Exudates from Fruits of *Malus Domestica*. *Plant Growth Regulation*, 28, 55-58.

- Stopar, M., 2000a. Comparison of the Most Frequently Used Apple Thinning Compounds for the Thinning of 'Jonagold,' 'Elstar,' and 'Golden Delicious' Apples. University of Ljubljana, Research Reports, 75(1), 89-94.
- Stopar, M., 2000b. Thinning of 'Golden Delicious' Apples with New Thinning Compounds. University of Ljubljana, Research Reports, 75(2), 171-179.
- Stopar, M., Zadavec, P., 2004. Thinning of 'Jonagold' and 'Elstar' Apples with the Combination of Ethephon and CPPU. *Acta Horticulturae*, 653, 93-97.
- Stover, E., Fargione, M.J., Watkins, C.B., Iungerman, K.A., 2003. Harvest Management of 'Marshall McIntosh' Apples: Effects of AVG, NAA, Ethephon, and Summer Pruning on Preharvest Drop and Fruit Quality. *HortScience*, 38, 1093-1099.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2002. *Plant Physiology*. Sinauer Associates Inc Publishers, 690p, Massachusetts.
- Taylor, B.L., 1978. Effects of Gibberellin Sprays on Fruit Russet and Tree Performance of Golden Delicious Apple. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 53, 167-169.
- Taylor, D.R., Knight, J.N., Spencer, J.E., 1985. Improve Fruit Quality: Growth Regulator Control of Fruit Quality. Annual Report for East Mailing Research Station for 1984, 105-106.
- Tomala, K., 1999. Orchard Factor Affecting Fruit Storage Quality and Prediction of Harvest Date of Apples. *Acta Horticulturae*, 485: 379-382.
- Treharne, K. J., Quinlan, J. D., Knight, J. N., Ward D. A., 1985. Hormonal Regulation of Fruit Development in Apple: 'A mini-review'. *Plant Growth Regulation*, 3, 125-132
- Tromp, J., 1972. Effects of Growth-Regulating Substances and Tree Orientation on Growth and Flowerbud Formation in Apple. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 47, 525-533.
- Tromp, J., 1973. Flower Bud Formation in Apple as Affected by Air and Root Temperature, Air Humidity, Light Intensity, and Day Length. *Acta Horticulturae* 149, 39-47.
- Tromp, J., 1980. Flower-Bud Formation in Apple Under Various Day and Night Temperature-Regimes. *Scientia Horticulturae*, 13, 235-243.
- Tromp, J., 1982. Flower Bud Formation in Apple as Affected by Various Gibberellins. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 57(3), 277-282.

- Tromp, J., 1987. Growth and Flower Bud Formation in Apple as Affected by Paclobutrazol, Daminozide and Tree Orientation in Combination with Various Gibberellins. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 62, 433-440.
- Tromp, J., 2000. Flower Bud Formation in Pome Fruits as Affected by Fruit Thinning. *Plant Growth Regulation*, 31, 27-34.
- Tromp, J., 2005a. Flower Bud Formation (204–215). In: Tromp, J., Webster, A.D., Wertheim, S.J. (Ed.), *Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production*. Backhuys Publishers, Leiden,
- Tromp, J., 2005b. Metabolic Processes (55-64). In: Tromp, J., Webster, A.D., Wertheim, S.J. (Ed.): *Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Tromp, J., Wertheim, S.J., 1980. Synthetic Growth Regulators: Mode of Action and Application in Fruit Production. *Proceedings 15th Colloquium of the International Potash Institute*, 137-150.
- Tu, Y.C., 2000. Endogenous Gibberellins in Developing Apple Seeds in Relation to Biennial Bearing. Purdue University, M.Sc. Thesis, 69 P, USA.
- Turck, F., Fornara, F., Coupland, G., 2008. Regulation and Identity of Florigen: Flowering Locus T Moves Center Stage. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 573-594.
- Unrath, C.R., 1974. The Commercial Implications of Gibberellin A4+A7 Plus Benzyladenine For Improving Shape and Yield of 'Delicious' Apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 99(4), 381-384.
- Unrath, C.R., 1999. Prohexadione-Ca: A Promising Chemical for Controlling Vegetative Growth of Apples. *HortScience*, 34(7), 1197-1200.
- Unrath, C.R., Whitworth, J., 1991. Suppression of Apple Bloom with Gibberellin Sprays. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 66, 155-157.
- Vang-Petersen, O., 1980. Calcium Deficiency of 'Cox's Orange' Apple Trees During The Fruit Growth Period. *Scientia Horticulturae*, 12, 163-168.
- Verheij, F.A., 1996. Morphological and Physiological Aspects of the Early Phases of Flower Bud Formation of Apple. Wageningen Agricultural University, Ph.D. Thesis, 147p, Wageningen.
- Walsh, C.S., Kender, W.J., 1982. Effect of Cultivar, Strain, and Growth Regulator Treatments on Shoot Development and Ethylene Evolution in Apple Trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107(2), 198-202.
- Walter, T.E., 1967. Russetting and Cracking in Apples. A Review of World Literature. *Annual Report of East Malling Research Station for 1966*, 83-95.

- Watanabe, M., Segawa, H., Murakami, M., Sagawa, S., Komori, S., 2008. Effects of Plant Growth Regulators on Fruit Set and Fruit Shape of Parthenocarpic Apple Fruits. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 77, 350-357.
- Wertheim, S.J., 1973. Fruit Set and June Drop in Cox's Orange Pippin Apple as Affected by Pollination and Treatment with a Mixture of Gibberellins A₄ and A₇. *Scientia Horticulturae*, 1, 85-105.
- Wertheim, S.J., 1982. Fruit Russeting in Apple as Affected by Various Gibberellins. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 57, 283-288.
- Wertheim, S.J., 2000. Developments in the Chemical Thinning of Apple and Pear. *Plant Growth Regulation*, 31, 85-100.
- Wertheim, S.J., Balkhoven-Baart, J.M.T., 1996. Evaluation of GA₄₊₇ Mixtures for Fruit Russeting Control. Annual Report of Research Station Fruit Growing Wilhelminadorp, 23-24.
- Wertheim, S.J., Webster, A.D., 2005. Manipulation of Growth and Development by Plant Bioregulators (267-294). In: Tromp, J., Webster, A.D., Wertheim, S.J. (Ed.): *Fundamentals of Temperate Zone Tree Fruit Production*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Westwood, M.N., 1995. *Temperate Zone Pomology: Physiology and Culture*, Timber Press, 523p, Oregon.
- Whale, S., Singh, Z., Behboudian, H., Janes, A., Dhaliwal, S., 2008. Fruit Quality in 'Crisp Pink' Apple, Especially Colour, as Affected by Preharvest Sprays of Aminoethoxyvinylglycine and Ethephon. *Scientia Horticulturae*, 115(4), 342-351.
- Wilkie, J.D., Sedgley, M., Olesen, T., 2008. Regulation of Floral Initiation in Horticultural Trees. *Journal of Experimental Botany*, 59(12), 3215-3228.
- Williams, M.W., 1972. Induction of Spur and Flower Bud Formation in Young Apple Trees with Chemical Growth Retardants. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 97, 210-212.
- Williams, M.W., Edgerton, L.J., 1981. Fruit Thinning of Apple and Pears with Chemicals. U.S. Department Agriculture Information Bulletin, 289.
- Williams, K.M., Fallahi, E., 1999. The Effects of Exogenous Bioregulators Andenvironment on Regular Cropping of Apple. *HortTechnology*, 9(3), 323-327.
- Wolk, W.D., Lau, O.L., Neilsen, G.H., Drought, B.G., 1998. Factors and Time of Sample Collection for Correlating Storage Potential of 'McIntosh', 'Spartan', and 'Golden Delicious' Apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123, 104-109.

- Wright, A.H., Embree, C.G., Nichols, D.S., Prange, R.K., Harrison P.A., Delong, J. M., 2006. Fruit Mass, Colour and Yield of 'Honeycrisp'TM Apples Are Influenced by Manually Adjusted Fruit Population and Tree Form. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 81(3), 397-401.
- Yıldırım, A.N., Koyuncu, F., 2010. The Effect of Gibberellic Acid Applications on the Cracking Rate and Fruit Quality in the '0900 Ziraat' Sweet Cherry Cultivar. *African Journal of Biotechnology*, 9(38), 6307-6311.
- Yoder, K.S., Miller, S.S., Byers, R.E., 1999. Suppression of Fireblight in Apple Shoots by Prohexadione-Calcium Following Experimental and Natural Inoculation. *HortScience*, 34, 1202-1204.
- Zeller, O., 1960. Entwicklungsgeschichte Der Blütenknospen Und Fruchtanlagen An Einjählangtrieben Von Apfelmäusen. I. Entwicklungsverlauf Und Entwicklungsmorphologie Der Blüten Am Einjährigen Langtrieb. *Z. Pflzücht.* 44, 175-214.
- Zhang, C., Tanabe, K., Tamura, F., Matsumoto, K., Yoshida, A., 2005. 13c-Photosynthate Accumulation in Japanese Pear Fruit During the Period of Rapid Fruit Growth is Limited by the Sink Strength of Fruit Rather Than by the Transport Capacity of the Pedicel. *Journal of Experimental Botany*, 56, 2713-2719.
- Zhu, L.H., Borsboom, O., Tromp, J., 1997. Effect of Temperature on Flower Bud Formation in Apple Including Some Morphological Aspects. *Scientia Horticulturae*, 70, 1-8.
- Zimmerman, R.H., 1972. Juvenility and Flowering in Woody Plants: A Review. *HortScience*, 10, 447-455.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ayşe Nilgün ATAY

Doğum Yeri ve Yılı : Burdur, 1981

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : nilguntuncer@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Ankara Ev Ekonomisi Meslek Lisesi, 1998

Lisans : Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Yüksek Lisans : Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Mesleki Deneyim

Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü (Yalova) 2000-2004

GAP Eğitim Yayım ve Araştırma Merkezi (Şanlıurfa) 2004-2005

Meyvecilik Araştırma İstasyonu (Isparta) 2005-.....

Yayınları

Atay, A.N., Koyuncu, F., Atay, E., Koyuncu, M.A., 2012. Hasat Öncesi Etefon Uygulamasının Starking Delicious Elmasında Renklenme Ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49 (1), 107-112.

Atay, E., Pırlak, L., **Atay, A.N.**, 2010. Determination of Fruit Growth in Some Apple Varieties. Journal of Agricultural Sciences, 16 (1), 1-8.

Atay, A.N., Atay, E., Koyuncu, F., 2010. Dünya Elma Islah Programlarına Genel Bir Bakış. Bahçe, 39 (1), 31-44.

- Atay, E., Pırlak, L., **Atay, A.N.**, 2009. Elmalarda Meyve Büyüklüğünü Etkileyen Faktörler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 46 (2), 137-144.
- Atay, E., **Atay, A.N.**, 2011. Kültür Tarihi ve Taksonomi. Akgül, H., Kaçal, E., Öztürk, F.P., Özongun, Ş., Atasay, A., Öztürk, G. (Ed.). Elma Kültürü. Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayın No: 37, Isparta, 1-8.
- Atay, E., **Atay, A.N.**, Tuncer, B., Yetgin, İ., 2007. Antalya İlinin Elmalı İlçesinde 2006 Yılında Starkrimson Delicious Elma Çeşidinde Meydana Gelen Don Halkası (Frost Ring) Zararı Üzerine Bir Araştırma. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildiriler Kitabı, Erzurum, Cilt:1, 276-278.
- Atay, E., **Atay, A.N.**, Gargın, S., Tuncer, B., 2011. Düşük Sıcaklıkların Granny Smith Elma Çeşidi Meyvelerinde Oluşturduğu Zararların Belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırac Tarım Kongresi Ve Fuarı Bildirileri, Eskişehir, Cilt 1, 837-840.
- Atay, E., Gargın, S., Çalhan, Ö., **Atay, A.N.**, Butar, S., 2011. Ege-2, Ege-22 Ve Eşme Ayva Çeşitlerinin Odun Çelikleriyle Çoğaltılması. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırac Tarım Kongresi ve Fuarı Bildirileri, Eskişehir, Cilt 3, 2441-2444.
- Kaçal, E., Öztürk, G., **Atay, A.N.**, Sarısu, H.C., Özongun, Ş., Atay, E., Emre, R.A., Yürekli, Ö., Karamürsel, Ö.F., 2009. Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Elma Islah Çalışmaları. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2 (1): 57-60.
- Atay, E., **Atay, A.N.**, Tuncer, B., Yetgin, İ., 2007. Antalya İlinin Elmalı İlçesinde 2006 Yılında Starkrimson Delicious Elma Çeşidinde Meydana Gelen Don Halkası (Frost Ring) Zararı Üzerine Bir Araştırma. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildiriler Kitabı, Erzurum, Cilt:1, 276-278.
- Öztürk, G., Basım, E., Basım, H., **Atay, A.N.**, Sarısu, H.C. 2007. Kontrollü Melezleme Yoluyla Ateş Yanıklığı Hastalık Etmeni *Erwinia Amylovora*'ya Karşı Dayanıklı Yeni Armut Çeşitlerinin Geliştirilmesi II. Bitki Koruma Kongresi, Isparta, 271s.