



T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**PROHEXADIONE-CALCIUM UYGULANMIŞ HIYAR
FİDELERİNE DİKİM ÖNCESİ GİBBERELLİK ASİT
UYGULAMALARININ BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Hüseyin HAYAT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2020



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**PROHEXADIONE-CALCIUM UYGULANMIŞ HIYAR
FİDELERİNE DİKİM ÖNCESİ GİBBERELLİK ASİT
UYGULAMALARININ BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Hüseyin HAYAT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Hakan BAŞAK

KIRŞEHİR / 2020

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hüseyin HAYAT



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının yürütülmesinde bilgi ve tecrübeleriyle bana yol göstererek katkıda bulunan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hakan BAŞAK'a, arkadaşlarıma, Atatürk ilke ve inkılaplarına bağlı bir vatan sevdalısı olarak yetiştiren aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Aralık, 2020

Hüseyin HAYAT



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	5
2.1. Prohexadione-Calcium Uygulamaları	5
2.2. Gibberellik Asit Uygulamaları.....	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1. Materyal.....	13
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Tohumların ekimi ve Pro-Ca Uygulamaları.....	14
3.2.2. Dikim Öncesi Fidelere GA ₃ Uygulanması	15
3.2.3. Fidelerin Kokopit Slablarına Dikilmesi	15
3.2.4. Uygulama Yapılmış Bitkilerin Topraksız Tarım Tekniği ile Yetiştirilmeleri ...	15
3.2.5. İstatistiksel Analizler	16
3.3. Denemede İncelenen Parametreler.....	16
3.3.1. Fide Döneminde İncelenen Parametreler	16
3.3.1.1. Fide boyunun belirlenmesi	16
3.3.1.2. Fide çapının belirlenmesi	16
3.3.1.3. Fide gövde yaş ağırlığının belirlenmesi	17
3.3.1.4. Fide gövde kuru ağırlığının belirlenmesi	17
3.3.1.5. Fide kök yaş ağırlığının belirlenmesi.....	17
3.3.1.6. Fide kök kuru ağırlığının belirlenmesi.....	17
3.3.2. Topraksız Tarım Tekniği ile Yetiştirilen Bitkilerde Deneme Sonunda Yapılan Morfolojik Ölçümler	18
3.3.2.1. Bitki boyunun ölçülmesi	18
3.3.2.2. Bitki gövde çapının belirlenmesi	18
3.3.2.3. Bitki boğum arası uzunluklarının ölçümü	19
3.3.2.4. Hıyar gövde yaş ağırlıklarının belirlenmesi	19
3.3.2.5. Hıyar gövde kuru ağırlıklarının belirlenmesi	19
3.3.3. Pomolojik ölçümler ve analizler.....	20
3.3.3.1. Meyve boyunun ölçülmesi	20

3.3.3.2. Meyve çapının llmesi	20
3.3.3.3. Meyve eti sertliğinin llmesi	20
3.3.3.4. Meyvelerde suda çözünür kuru madde (SÇKM) oranının belirlenmesi	20
3.3.3.5. Meyve pH değerinin belirlenmesi	21
3.3.4. Hıyar bitkilerinin yaprak pigment içeriğinin belirlenmesi.....	21
3.3.5. Verim miktarının belirlenmesi	22
4. BULGULAR.....	23
4.1. Fide Dönemi lm ve Analizleri	23
4.2. Pro-Ca ve GA ₃ uygulamalarının morfolojik parametreler üzerine etkileri	25
4.3. Pro-Ca ve GA ₃ uygulamalarının meyve özellikleri üzerine etkisi	30
4.4. Pro-Ca ve GA ₃ uygulamalarının yaprak pigment düzeyi üzerine etkisi.....	32
4.5. Pro-Ca ve GA ₃ uygulamalarının verim üzerine etkisi.....	34
5. TARTIşMA ve SONUÇ	37
KAYNAKLAR	50
ZGEMİş	59

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait gotik tip polikarbon topraksız tarım serası	13
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan Pro-Ca ve GA ₃ etken maddeli kimyasallar	13
Şekil 3.3. Torf-perlit karışımının hazırlanması ve tohumların ekimi	14
Şekil 3.4. Hıyar fidelerine yapraktan Pro-Ca uygulaması	14
Şekil 3.5. Fidelerin gövde yaş ağırlıklarının hassas terazi ile tartılması.....	17
Şekil 3.6. Temizlenen fide köklerine ait genel görünüm	17
Şekil 3.7. Etüvde kurutulan kuru kök örneklerinin tartımı	18
Şekil 3.8. Bitki boyunun (cm) cetvel ile ölçülmesi	18
Şekil 3.9. Hıyar bitkilerinde gövde çapı ölçümü	18
Şekil 3.10. Boğum aralığının (cm) cetvel ile ölçülmesi.....	19
Şekil 3.11. Hıyar bitkilerinin etüvde kurutulması	19
Şekil 3.12. Meyve kabuklarının kesimi ve meyve eti sertliklerinin ölçümü.....	20
Şekil 3.13. Meyve suyunun çıkarılması ve dijital refraktometre ile SÇKM'nin ölçülmesi	20
Şekil 3.14. Yaprak örneklerinin parçalanması ve santrifüj edilmesi	21
Şekil 3.15. Yaprak pigment miktarlarının belirlenmesi için yapılan spektrofotometre ölçümleri	21
Şekil 3.16. Bitki başına verimi belirlemek amacıyla yapılan meyve tartımları	22
Şekil 4.1. Pro-Ca ve GA ₃ uygulamalarının bitki başına verim üzerine etkisi.....	36

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Hıyar meyvesinin içerdği besin maddesi miktarı	1
Tablo 1.2. 2019 Yılı Dünya’da en fazla hıyar üretimi yapan ülkeler.....	2
Tablo 1.3. Türkiye’de Hıyar ve Çeşitlerinin Yıllara göre Üretim Miktarı	2
Tablo 4.1. Pro-Ca uygulamalarının fide; boy, çap, gövde yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkileri	24
Tablo 4.2. Hıyar bitkilerinde Pro-Ca ve GA ₃ uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi ...	26
Tablo 4.3. Hıyar bitkilerinde Pro-Ca ve GA ₃ uygulamalarının bitki çapı üzerine etkisi	27
Tablo 4.4. Hıyar bitkilerinde Pro-Ca ve GA ₃ uygulamalarının boğum arası uzunluğu üzerine etkisi.....	28
Tablo 4.5. Pro-Ca ve GA ₃ uygulamalarının gövde yaş ve gövde kuru ağırlık üzerine etkileri	30
Tablo 4.6. Pro-Ca ve GA ₃ uygulamalarının meyve eti sertliği, SÇKM, pH, meyve boy ve çapı üzerine etkileri	32
Tablo 4.7. Pro-Ca ve GA ₃ uygulamalarının yaprak pigment miktarları üzerine etkisi	34
Tablo 4.8. Pro-Ca ve GA ₃ uygulamalarının bitki başına verim üzerine etkisi.....	35

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler : Açıklama

%	: Yüzde
ha	: Hektar
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
°C	: Santigrat
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
L	: Litre
ml	: Mililitre
μM	: Mikromolar
rpm	: Dönüş Devir Sayısı
N	: Newton

Kisaltmalar : Açıklama

APX	: Askorbat Peroksidaz
BÜGEM	: Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
CAT	: Katalaz
FAO	: Food and Agriculture Organization
GA ₃	: Gibberellik asit
GLM	: General Linear Models
GR	: Glutation Redüktaz
MDA	: Malondialdehit
PBZ	: Paclobutrazol
ppm	: Maddenin milyonda bir birim ağırlığı
Pro-Ca	: Prohexadione-Calcium
SÇKM	: Suda Çözünür Kuru Madde
SOD	: Superoksit dismutaz
T.A.	: Taze Ağırlık

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROHEXADIONE-CALCIUM UYGULANMIŞ HIYAR FİDELERİNE DİKİM ÖNCESİ GİBBERELLİK ASİT UYGULAMALARININ BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Hüseyin HAYAT

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hakan BAŞAK

Bu çalışmada, hıyar fidelerine aşırı boylanmanın engellenmesi amacıyla uygulanan Prohexadione-Calcium'un (Pro-Ca) durdurucu etkisinin, dikim öncesinde yapılan gibberellik asit (GA_3) uygulamalarıyla ne şekilde etkileneceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme 2019 yılı bahar ve yaz üretim döneminde Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait otomasyon sistemli, gotik tip polikarbon topraksız tarım serasında yürütülmüştür. Hıyar fidelerine ilk gerçek yapraklarının görüldüğü aşamada yapraktan spreysel şekilde Pro-Ca'nın dört dozu (0, 50, 100 ve 200 ppm) ve dikim büyüklüğüne gelen hıyar fidelerine ise dikimden hemen önce GA_3 'ün 50 ve 100 ppm dozları yapraktan spreysel şekilde uygulanmıştır. Deneme 4x3 faktöriyel deneme deseninde, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 bitki olacak şekilde planlanmıştır. Çalışmada uygulamaların; fide döneminde morfolojik, dikim sonrası dönemde ise morfolojik, pomolojik, yaprak pigment içerikleri ve bitki başına verim parametreleri üzerine etkileri belirlenmiştir.

Sonuç olarak, fide döneminde 50 ve 100 ppm Pro-Ca uygulamalarının fidelerde boy kontrolünü sağlamada, incelenen diğer morfolojik parametrelerde önemli düzeyde azalmaya sebep olmadan, fide kalitesini koruyarak etkili olduğu saptanmıştır. Pro-Ca uygulanan fidelere dikim öncesi yapılan GA_3 uygulamalarının ise, Pro-Ca'nın sebep olduğu büyümeyi engelleyici etkinin giderilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle 50 ve 100 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 50 ppm GA_3 uygulaması, verimde bir

azalmaya sebep olmadan, incelenen morfolojik, pomolojik ve yaprak pigment parametreleri üzerinde olumlu etkiler sağlamıştır.

Aralık 2020, 74 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Hıyar, Prohexadione-Calcium, Gibberellik Asit, Verim, Bitki Büyümesi



ABSTRACT

MASTER OF SCIENCE THESIS

EFFECTS OF PRE-PLANTING GIBBERELIC ACID APPLICATIONS ON PLANT GROWTH ON CUCUMBER SEEDLINGS TREATED WITH PROHEXADIONE-CALCIUM

Hüseyin HAYAT

Kırşehir Ahi Evran University

The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Biotechnology

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Hakan BAŞAK

In this study, it was aimed to determine how the stopping effect of Prohexadione-Calcium (Pro-Ca) applied to cucumber seedlings to prevent excessive grading will be affected by gibberellic acid (GA₃) applications before planting. The experiment was conducted in a gothic type polycarbon soilless agricultural greenhouse with automation system belonging to Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture in the spring and summer production period of 2019. Four doses of Pro-Ca (0, 50, 100 and 200 ppm) as a foliar spray at the stage when the first true leaves were seen on cucumber seedlings and 50 and 100 ppm doses of GA₃ were applied as a foliar spray to cucumber seedlings which reached planting size. The experiment was planned in a 4x3 factorial trial design with 4 replications and 3 plants per repetition. In the study, the effects of the applications on the morphological during the seedling period and on the morphological, pomological, leaf pigment contents and yield parameters per plant in the post-planting period were determined.

As a result, it has been determined that 50 and 100 ppm Pro-Ca applications during the seedling period are effective in maintaining the seedling quality without causing a significant decrease in the other morphological parameters examined. It was determined that GA₃ applications applied to seedlings where Pro-Ca was applied before planting were

effective in eliminating the growth inhibiting effect caused by Pro-Ca. Especially, 50 ppm GA₃ application applied to plants treated with 50 and 100 ppm Pro-Ca had positive effects on the examined morphological, pomological and leaf pigment parameters without causing a decrease in yield.

December 2020, 74 Pages

Keywords: Cucumber, Prohexadione-Calcium, Gibberellic Acid, Yield, Plant Growth



1. GİRİŞ

Latince adı *Cucumis sativus* L. olan hıyar, 90 cins ve 750 tür içeren kabakgiller familyasına ait yazlık sebzeler grubunda yer almaktadır. Hindistan orijinli olup 5000 yıldır var olduğu bilinmektedir. Hindistan'dan Çin'in doğusuna, Asya'nın batısına, Kuzey Afrika'ya ve Güney Avrupa'ya yayılmıştır. Ortaçağ'da Avrupa'da kültüre alınmıştır. 1494 Haiti'de Columbus tarafından ilk kez yetiştirilerek Yeni Dünya'ya tanıtılmıştır. Yaz aylarında açık alanda sofralık ve turşuluk olarak, kış aylarında ise örtüaltında yetiştirilen hıyar enzim ve mineral maddeler olarak zengin olması ve kalorisi düşük olması sebebiyle diyet programlarında tercih edilen sebzelerden birisidir. Günlük kalori gereksinimi 2000-2700 arasında değişkenlik gösteren tüketilebilir bir hıyarın besleyici değeri bulunmasa da A ve B vitaminlerince zengin bir sebze oluşu önemini artırmaktadır (Tablo 1.1). 100 g hıyarda 0.0003 IU A vitamini, 0.04 mg B1 vitamini, 0.01 mg B2 vitamini ve 8 mg C vitamini bulunmakta olup, Kalsiyum içeriği ise yine 100 g'da 20 mg'dır. Baz fazlalığı gösteren bir sebze olmasından dolayı proteinli besinlerin tüketilmesi sonucu vücutta meydana gelen fazla asidin nötrleştirilmesinde hıyar gibi sebzelerden yararlanılmaktadır (Sevgican, 1999). Ayrıca bileşiminde bulunan mineral maddeler, hormonlar, biyokimyasal maddeler sayesinde vücut güzelliğini artırıp, kabuğu ile yapılan yüz maskesi ise teni gererek kırışıklıkları yok etmektedir. Bu özellikleri ile kozmetik sanayisinde hıyar sütü adı verilen bakım ürünleri üretilmiştir (Günay, 1993).

Tablo 1.1. Hıyar meyvesinin içerdiği besin maddesi miktarı (Kaptan, 2006)

Kalori	39	Vitamin C (mg)	16
Toplam yağ (g)	0.4	Vitamin A (i.u.)	647
Kolesterol (mg)	0	Vitamin B6 (mg)	0.13
Protein (g)	2.1	Vitamin B12 (mcg)	0
Sodyum (mg)	6	Thiamin B1 (mg)	0.07
Potasyum (mg)	433	Riboflavin B2 (mg)	0.07
Kalsiyum (mg)	42	Folacin (mcg)	39.1
Demir (mg)	0.8	Niacin (mg)	0.7
Çinko (mg)	0.6	Kafein (mg)	0
Karbonhidrat (g)	8.3	Alkol (g)	0

Hıyar, yetiştiriciliğinin kolay olması, pazarlanmasının kolaylığı ve vejetasyon süresinin kısa olmasından dolayı en çok üretimi yapılan ilk beş sebze türü içerisinde yer alan bir kültür bitkisidir. Açık alandaki yetiştiriciliğe göre örtüaltındaki yetiştiricilikte hasadı erken dönemde yapıldığından büyük bir avantaj sağlamaktadır (Mutlu ve diğ., 2015).

FAO verilerine göre 2019 yılında Dünya’da toplam hıyar ekim alanı 1.984.518 hektar alanda 75.22 milyon ton üretim olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2019), (Tablo 1.2).

Tablo 1.2. 2019 Yılı Dünya’da en fazla hıyar üretimi yapan ülkeler (FAO, 2019)

Ülkeler	Üretim Miktarı (ton)	Ekim Alanı (ha)
Çin Halk Cumhuriyeti	54.240.428	1.046.238
İran	2.283.750	79.649
Türkiye	1.916.645	37.605
Rusya Federasyonu	1.604.346	42.830
Meksika	1.072.048	19.597

Türkiye’de ise 790 bin hektar alanda 31.089 milyon ton sebze üretimi gerçekleştirilmiş olup, bunun 1.916.645 tonunu hıyar üretimi oluşturmuştur (BÜGEM, 2019). Türkiye’de hıyar ve çeşitlerinin yıllara göre üretim değerleri Tablo 1.3’de verilmiştir.

Tablo 1.3. Türkiye’de Hıyar ve Çeşitlerinin Yıllara göre Üretim Miktarı (BÜGEM, 2019)

Hıyar Çeşitleri	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Sofralık	1.603.110	1.613.771	1.636.431	1.687.301	1.676.897	1.687.927	1.701.735	1.748.157
Turşuluk	138.768	140.882	144.041	135.335	134.784	139.855	146.538	168.488

Ülkemizde %87’si açık alanda, %13’lük kısmı örtüaltında yapılan sebze üretiminde (Tüzel ve diğ. 2015) hazır fide kullanımı örtüaltı yetiştiriciliğinde daha çok tercih edilirken açık alandaki yetiştiriciliğinde de talep artmaktadır. Sebze yetiştiriciliğinde hastalık ve zararlılara dayanıklı, kök ve yaprak gelişimi dengeli olan fidelerle üretime başlamak verim ve kalitede önemli değişiklikler sağlayabilmektedir (Vural ve diğ., 2000). Özellikle son yıllarda üreticiler fide yetiştiriciliği için gerekli alt yapı masraflarından kurtulmak, maliyeti yüksek hibrit tohum kayıplarını azaltmak, üretim sezonuna daha güçlü bitkilerle başlayarak verimi, kaliteyi artırmak ve işçilik masraflarının azaltmak için daha çok hazır fide ile üretime başlamayı tercih etmektedirler.

Ülkemizde %100’ü hazır fide ile yapılan örtüaltı sebze üretiminin; açık alandaki sebze yetiştiriciliğinde hazır fide ile üretimi ise %70 seviyelerine kadar ulaşmış olup (Yelboğa, 2014); sağladığı avantajlar sayesinde açık alanda yapılan sebze yetiştiriciliğinin tamamında

da ilerleyen zamanlarda hazır fide kullanılacağı öngörülmektedir. Ülkemizde 1994 yılında kurulan ilk fide işletmesiyle beraber diğer işletmelerin de bir araya gelerek kurdukları Fide Üreticileri Alt Birliği verilerine göre 2020 Ekim ayı sonu itibariyle birliğe ait 163 işletme bulunmaktadır (Anonim, 2020). Yıllık fide üretim kapasitesi yaklaşık 3.5 milyar adet olan işletmelerin (Demir ve diğ., 2014; Yanmaz ve diğ., 2015) 2017 yılı itibari ile türlere göre pay dağılımında domates %36.93 ile birinci, marul %20.27 ile ikinci, biber %12.25 ile üçüncü, lahanagiller %9.53 ile dördüncü, hıyar ise %4.02 oranında 117.08 milyon adet fide üretimi ile beşinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2020).

Üreticiler hazır fidelerde boğum aralarının dar, yaprak renginin koyu yeşil, torftaki kök sarılımasının tamamlanmış, kalın ve kuvvetli gövdeye sahip, kök ve gövdede kuru madde içeriğinin yüksek olduğu kalite özelliklerini aramaktadırlar (Akdemir, 2018).

Fidelerin boya kaçmamış olması da aranan önemli kalite özelliklerinden birisidir (Şeniz, 1998). Fide işletmelerinin birim alandan daha fazla yararlanmak istemesi, genel üretim maliyetlerini azaltıp, taşımayı kolaylaştırmak için mümkün olduğunca küçük hacimli viyoller kullanması fideleri ışık rekabetine sokarak boyca uzamayı dolayısıyla fidelerde cılızlaşmayı meydana getirmektedir. Ayrıca dikim için uygun büyüklüğe gelen fidelerde uygun yetiştiricilik koşullarının sağlanmaması ya da fide taşınımında yaşanacak aksaklıklardan ötürü gecikmelerin olması fidelerde aşırı boylanmaya ve bu durumdan kaynaklı bazı kalite özelliklerinin kaybolmasına sebep olmaktadır. Özellikle ülkemizde örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde ekim alanı ve üretim miktarı bakımından ikinci sırada yer alan hıyarın (BÜGEM, 2019) üretiminde kullanılan fidelerde aşırı boylanma önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitkilerde büyüme kontrolünün sağlanması için; çevre koşulların kontrol altında tutulması, bitkilerin su ihtiyacının ve tüketiminin ayarlanması, bitkilerde kontrollü olarak stres koşullarının oluşturulması, budama, fırçalama, UV ışınları, bakırlı preparatların kullanımı ve bazı kimyasal maddelerin (Maleik hidrazid, ancymidol, absisic acid, daminozid, ethrel, cloromequat chlorocholine chloride, prohexadione-calcium, paclobutrazol vb.) uygulanması gibi farklı kültürel, mekanik ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır (Demir ve Başak, 2008).

Büyüme düzenleyici maddeler içerisinde büyüme geciktirici olarak bilinen giberellin inhibitörleri fide üretiminde daha fazla kullanılmaktadır (Boztok, 2002). Çoğunlukla meyve ve süs bitkileri yetiştiriciliğinde kullanılması tercih edilen kimyasal büyüme durdurucuları, son zamanlarda fide işletmeleri tarafından fidelerde boy kontrolünü sağlamak amacıyla da kullanılmaktadır. Kimyasal uygulama sonuçlarının erken olması; kültürel, fiziksel ve mekanik yöntemlere göre kullanımının daha pratik olması fide

işletmecilerinin tercih etme sebeplerindendir. Bu kimyasallar içerisinde yer alan Paclobutrazol (PBZ); daha fazla kullanılmasına rağmen son yıllarda etki suresinin daha kısa olduğu, doğada parçalanmasının kolay ve hızlı olması özellikleriyle evre dostu olarak kabul edilen Prohexadione-Calcium'un (Pro-Ca) kullanımı da hızla artmaktadır (Rademacher, 2000; ağlar ve Ağca, 2009). Fide işletmeleri büyüme durdurucuları tohumların çimlenmesinden sonraki diğer büyüme evrelerinde otomasyonlu sisleme sistemi veya pülverizatör, atomizör gibi ekipmanlar yardımıyla fide yapraklarına püskürtme şeklinde uygulamaktadır.

Fide aşamasında gibberellik asit inhibitörlerinin uygulanması özellikle hıyar fidelerinde aşırı boylanmayı engelleyerek fide kalitesine olumlu katkı sağlamaktadır. Ancak gibberellik asit inhibitörü olarak kullanılan bu büyümeyi durdurucu kimyasalların bitkiler üzerindeki etkileri istenmemesine rağmen sera veya arazi koşullarında da dikim sonrası devam edebilmektedir. Yapraklarda ve sürgünlerde sentezlenen ve hücreler arası uzamayı sağlayarak vejetatif gelişmeyi artıran gibberellik asitin sentezini veya aşınımını engelleyen Pro-Ca bitkide kontrollü büyümeye yardımcı olmaktadır.

Bu alışma ile hıyar fidelerinde aşırı boylanmanın engellenmesi amacıyla uygulanan Prohexadione-Calcium'un (Pro-Ca) durdurucu etkisinin, dikim öncesinde 50 ve 100 ppm dozlarında gibberellik asit (GA_3) uygulamasıyla ne şekilde etkileneceğinin ve en uygun GA_3 dozunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede fide işletmelerinin boy kontrolünü sağlamak amacıyla kullandıkları Pro-Ca'nın, dikim sonrasında durdurucu etkisi ortadan kaldırılabilir, erkencilik sağlanabilir ve verim kayıplarının önüne geçilebilecektir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. Prohexadione-Calcium Uygulamaları

Nakayama ve diğ. (1991), Pro-Ca, uniconazole ve gibberellik asidi 'Yomaki' hıyar fidelerinin büyüme uçlarına uygulayarak GA biyosentezi ve hipokotil üzerindeki etkilerini tespit etmişlerdir. Pro-Ca uygulamalarının GA9'un neden olduğu hipokotil uzamasını engellediğini, GA4'ün neden olduğu uzamayı artırdığını belirtmişlerdir. Elde edilen bulgular sonucu GA4'ün aktif GA formu olduğu sonucuna varılmıştır.

Panelo ve diğ. (1992), 'Carmelo F1' domates çeşidine CCC ve N,N-dimethyl-piperidinium chloride'in (DPC)'i 2500, 5000 ve 10000 mg/l konsantrasyonlarında, bitkilerin 2, 3, 4, 5 ve 6 yaprak oluşturma evresinde topraktan uygulanmasıyla her iki kimyasal maddenin boğum arası uzunlukları azaltarak bitkilerde kısa süreli de olsa boy kontrolünü sağladığı, bitkileri stres koşullarına karşı dayanıklı duruma getirdiğini belirtmişlerdir.

Hamano ve diğ. (2002), lahana sürgünlerinde bulunan gibberellik asit seviyelerini ve etkilerini araştırmak amacıyla Pro-Ca uygulamışlardır. Gibberellik asit uygulamasıyla oluşan gövde uzaması Pro-Ca kullanımıyla belli ölçüde engellenmiştir. Tek başına uygulanan gibberellik asit uygulamalarının Pro-Ca'dan sonra uygulanması ile karşılaştırıldığında daha fazla gövde uzaması olduğu saptanmıştır. Pro-Ca uygulaması çiçeklenmeyi ancak bitkilerin soğuklama ihtiyacı giderildikten sonra uygulandığında geciktirebilmiştir.

Uslu ve Özgür (2002), hıyar fidelerinde aşırı boylanmayı kontrol altına almak amacıyla hıyar tohumlarını 12 ve 24 saat süre ile paclobutrazol ve uniconazole (250 ve 500 mg/l) çözeltilerine batırmışlardır. Deneme sonunda paclobutrazolun 250 ve 500 mg/l dozlarının bitki boylarını sırasıyla %58.71 ile %62.52, 250 mg/l, uniconazole uygulamalarının ise bitki boylarını %67.45 - 67.58 oranlarında azalttığını belirtmişlerdir. 500 mg/l'lik uniconazole uygulamasının çimlenmeyi tamamen durdurduğunu belirlemişlerdir.

Rodriguez ve diğ. (2003), iki hibrit domates çeşidinde gibberellik asit ve sitokinin seviyelerindeki değişimleri Pro-Ca uygulamasıyla ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Pro-Ca uygulamasıyla apikal meristemlerde gibberellik asit seviyeleri azalırken, sitokinin miktarı artmıştır. Pro-Ca uygulanan bitkilerin apikal meristem hücrelerinde gibberellik asitler

GA12, GA20 olarak tanımlanmış; kontrol bitkilerinde ise GA1, GA4, GA7 ve sitokininlerden ise zeatin bulunmuştur.

Patil ve diğ. (2003), hıyar bitkilerinde aşırı boylanmayı kontrol altına almak için fitokrom B ve gibberelik asit uygulamalarının etkilerini ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Fitokrom B eksikliği gösteren yabani bir hıyar tipi ile normal bir gelişim gösteren hıyar çeşidi, değişen gündüz ve gece sıcaklıklarında gün sonunda kıızıl ötesi ışık uygulamasına tabii tutulmuştur. Kıızıl ötesi uygulamasının olmadığı; gece sıcaklığının gündüz sıcaklığından fazla olması, hipokotil ve boğum arası uzunlukları azaltmıştır. Hipokotildeki bu kısalma etkisi kıızıl ışık uygulaması ile azaltılabilmektedir. Sıcaklık farkından dolayı görülen etkiler GA4 uygulaması ile azaltılabilmek; paclobutrazol ve Pro-Ca uygulaması ile de GA4'ün etkisi ortadan kaldırılmıştır.

Giannokoula ve Ilias (2007), yaptıkları çalışmada cam sera ortamında yetiştirilen domateste (*Lycopersicum esculentum* L.) Pro-Ca'nın büyüme ve fizyolojik parametreleri üzerine ışığın ve büyüme geciktirici etkilerini araştırmışlardır. Domates bitkilerine uygulanan Pro-Ca'nın dozu arttıkça gövde uzunluğunun azaldığını belirlemişlerdir. Yüksek doz (300 mg/l) uygulamasının kontrol bitkilerine göre daha kısa gövde meydana getirdiğini gözlemlemişlerdir. Tüm çeşitlerde Pro-Ca'nın 300 mg/l'lik uygulamasının yaprakta klorofil yoğunluğunun azalttığı sonucuna varılmıştır.

Ergun ve diğ. (2007), hıyar fidelerinde boy kontrolünü sağlamak için topraktan 2.5, 5 ve 10 mg/l ve yapraktan 25, 50 ve 100 mg/l dozlarında Prohexadione-Calcium uygulamış olup; yapraktan ve topraktan uygulanan 10 farklı dozda Prohexadione-Calcium uygulamalarının hıyar fidelerinde boy kontrolünde, yaprak uygulamalarının ise fidelerde boğum arasını kısaltmada daha etkili olduğunu belirtmiştir. Çalışmada en kısa boylu fidenin 6.73 cm ile yapraktan uygulanan 25 mg/l Prohexadione-Calcium uygulamasında belirlendiğini bildirmişlerdir.

Baninasab (2009), karpuz fidelerinde tohum ıslatma ve yapraktan püskürtme yöntemiyle paclobutrazolu uygulayarak (0, 25, 50 ve 75 mg/l) soğuklara karşı dayanımını araştırmıştır. 35 günlük fideler günde 5 saat + 4°C'de 5 gün soğuğa maruz bırakılmıştır. Soğuklama sonunda paclobutrazol uygulamalarında yaprak klorofil içeriği kontrol bitkilerine göre artış göstermiştir. Tohumdan paclobutrazol uygulaması yapraktan uygulamaya göre daha çok etkili olmuştur. Soğuğa karşı en dayanıklı fideler tohumdan 50 ve 75 mg/l paclobutrazol uygulamasında görülmüştür.

Kang ve diğ. (2010), Güney Kore'de yetiştirilen Çin lahanasının gibberellin içeriği ve büyüme parametreleri üzerine Pro-Ca'nın etkisini araştırmışlardır. Pro-Ca'nın baş verimi,

yaprak sayısı, toplam çözünebilir şeker içeriğini teşvik ederek verim miktarını ve kalitesini geliştirdiğini belirlemişlerdir.

Çopur ve Sarı (2011), yapraktan paclobutrazol ve bakır sülfat, iki farklı yetiştirme döneminde iki farklı dozda ve üç farklı zamanda uygulama yaparak hıyar fidelerinde aşırı bitki boylanmasını kontrol altına almaya çalışmışlardır. İlbahar uygulamalarında paclobutrazolun uygulanan bütün dozları fidelerde boylanmayı kontrol altına alırken, bakır sülfat uygulamalarında ise herhangi bir etki göremediklerini bildirmişlerdir. Sonbahar uygulamalarında paclobutrazolun 800+800+800 ppm uygulaması dışındaki uygulamaların herhangi bir etkisi görülmemiştir. Çalışmada paclobutrazolun 800+800+800 ppm uygulamalarında 2.64 cm ile en kısa boylu fideler elde etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre hıyar fidelerinde aşırı boylanmanın kontrolü için paclobutrazolun etkili bir şekilde kullanılabileceği, bakır sülfat kullanımının ise boy kontrolünde istenilen yeterlilikte olmadığını belirlemişlerdir.

Özbay ve Metin (2016), biber fidelerine Pro-Ca'nın 0, 25, 50, 75 ve 100 mg/l dozlarını tohumdan, topraktan ve yapraktan spray şeklinde uygulayarak fidelerin vejetatif büyüme, çiçeklenme ve verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalar sonucu Pro-Ca'nın bütün uygulamalarının çiçeklenme ve meyve tutumunu etkilemediğini, 100 mg/l dozunun toplam verimi %22 oranında azalttığını, 25 ve 50 ppm dozlarının ise verim kaybı olmadan boy kontrolünü sağladığını bildirmişlerdir.

Altuntaş (2016), Pro-Ca uygulamalarıyla domateste bitki gelişimi, besin elementi alımı ve meyve kalite kriterlerine etkisinin belirlenmesi için yaptığı çalışmada, farklı Pro-Ca dozlarının bitki gelişimi ve meyve kalitesi üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini ve bu olumlu etkiler içerisinde 15 mg/l doz uygulamasının en iyi sonucu verdiğini belirtmiştir.

Rehman ve diğ. (2018), 'M7 Navel' portakal ağaçlarının meyvesine hasattan 3 ile 6 hafta öncesi 200, 400, 600, 800, 1200, 1600 veya 2000 mg/l dozlarında Pro-Ca ile 100, 250, 500, 1000, 1500 ve 2000 mg/l PBZ uygulayarak meyvelerin kabuk rengi ve kalitesine etkilerini araştırmışlardır.

Akdemir (2018), marul fidelerinin gelişim ve kalitesi üzerine etkilerini incelemek amacıyla paclobutrazolun 0, 25, 50 ve 100 ppm dozları ile Pro-Ca'nın 0, 50, 100 ve 150 ppm dozlarını iki farklı mevsimde dört farklı zamanda uygulamıştır. Çalışmalar sonucu paclobutrazol uygulamalarının Pro-Ca uygulamalarına göre boy kontrolünde daha etkili olduğunu, 100 ppm paclobutrazolun çimlenme+gerçek yaprak uygulamalarında fide boyunu %78.62'ye kadar kısalttığını belirtmiştir. Ancak 100 ppm paclobutrazol uygulamasının büyümeyi aşırı baskıladığı ve bu etkinin hasat döneminde de devam

etmesinden dolayı, gelişimin daha hızlı olduğu dönemlerde 25 ve 50 ppm dozlarının; gelişimin yavaş olduğu dönemlerde ise 25 ppm veya daha düşük dozların kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

Kim ve diğ. (2019), çilek fidelerine yapraktan 0, 50, 100, 150 veya 200 mg /l dozlarında Pro-Ca uygulayarak ana bitki ve kollarının gelişimini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre Pro-Ca'nın yüksek dozlarının vejetatif gelişimi baskıladığını, 50 mg/l dozunun ise çilek yetiştiriciliği ve üretim için en uygun doz olduğunu bildirmişlerdir.

Lordan ve diğ. (2019), armut ağaçlarında büyümeyi kontrol etmek ve verimliliği arttırmak için paclobutrazol ve Pro-Ca'yı tek başına veya kombinasyon halinde uygulamışlardır. Elde edilen bulgular sonucu kombinasyonların tümü, farklı derecelerde armut ağaçlarının büyüme kontrolünü iyileştirmiştir. Pro-Ca uygulanan bitkilerde verim, meyve ağırlığı ve çiçeklenme paclobutrazol uygulamalarına göre daha çok etkilenmiştir.

Thakur ve diğ. (2019), kayısı ağaçlarına 50, 100 ve 200 ppm dozlarında prohexadione-kalsiyum, 2.5, 5 ve 10 ppm dozlarında Forchlorfenuron (CPPU) ve 0.5, 1 ve 2 ppm dozlarında brassinolid uygulayarak kayısı ağaçlarının verim, fotosentez ve terleme hızı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalar sonucu 200 ppm Pro-Ca uygulamasının en yüksek stoma iletkenliğine, terleme hızına ve klorofil içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. 200 ppm Pro-Ca uygulamasının kayısı veriminin artırılmasında da en baskın etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Uçan (2019), domates fidelerine 0, 25, 50 ve 100 ppm paclobutrazol, 0, 50 ve 100 ppm GA₃ ve 0, 1.0 mM ve 2.0 mM salisik asit (SA) dozlarını yapraktan spreysel şekilde uygulamıştır. Çalışma sonucu paclobutrazolün bitki boyunda %24-84 arasında kontrol sağladığını belirlemiştir. Paclobutrazolün geriletilici etkisinin giderilmesinde GA₃ uygulamalarının SA uygulamalarına göre daha etkili olduğunu bildirmiştir. Yaprak pigment değerleri üzerine paclobutrazol daha koyu bir renk tonuna sebep olurken; GA₃ ve SA daha doygun bir renge sebep olmuştur. Paclobutrazolün boy-gövde çapı endeksini azaltarak daha güçlü bir fide oluşumunu teşvik ettiğini belirtmiştir.

Başak (2020), hıyar fidelerine tohum ve yapraktan farklı dozlarda (0, 50, 100 ve 200 ppm) uygulanan Pro-Ca'nın bitki gelişimi ve yaprak pigmentasyonu üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırmacı hıyar tohumlarının 18 saat 200 ppm Pro-Ca içeren solüsyonda bekletilmesi uygulamasında en düşük; fide boyu (3.79 cm), gövde çapı (2.86 mm), gövde yaş ağırlığı (1.37 g), gövde kuru ağırlığı (0.171 g) ve kök kuru ağırlığı (0.096 g) değerlerinin elde edildiğini bildirmiştir. En düşük kök yaş ağırlığını (1.206 g) ise yapraktan 100 ppm Pro-Ca uygulanmasında saptamıştır. Araştırmacı 50 ppm tohum uygulamasının,

optimum büyüme kontrolü ve kaliteli fide özelliklerini sağlaması yönüyle kullanımını önermiştir.

2.2. Gibberellik Asit Uygulamaları

Yermanos ve Knowles (1960), aspir bitkisine uygulanan GA₃'ün verim üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada; N-6, N-7 ve N-10 aspir çeşitlerine yapraktan uygulanmasıyla (4 kez 10 ppm ve 2 kez 100 ppm dozu) gibberellik asidin; N-7 çeşidinde verimi kontrol gubuna göre 10 ppm dozu 58.3 kg/da'dan 45.1 kg/da'a, 100 ppm dozunda ise 22.5 kg/da'a düşürmüştür. Kontrolde %40.6 olan yağ oranı, 10 ppm uygulamada %38.8'e, 100 ppm uygulamada ise %29.6'ya düşürdüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca erkenciliği teşvik ettiğini ve boğum arası uzunluğunun arttığını, kısırlığa, kloroza ve Phytophthora'ya dayanıklılığı azalttığını; bununla beraber tohum ağırlığı ve yağdaki iyot sayısının etkilenmediğini ortaya koymuşlardır.

Nowak ve diğ. (1988), GA₃, IAA, kinetin ve fenilasetik asit uygulamalarının ayçiçeğinin büyümesi ve gelişimi üzerine etkilerini inceledikleri araştırmada, bitki gelişim düzenleyicileri doğrudan yaprağa, üre ile karıştırılmış granül haldeki GA₃, fenilasetik asit, kinetini ise doğrudan toprağa uygulamışlardır. Bitki gelişim düzenleyicilerin uygulama şekli ayçiçeği saplarının uzamasına ve elde edilen ayçiçeği artıkları üzerine etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. En uzun bitki boyunu doğrudan yaprağa GA₃ uygulamalarında elde etmişlerdir.

Kamiya ve diğ. (1991), pirinç fidelerine aynı anda Pro-Ca, helminthosporic asit, helminthosporol ve 14 farklı gibberellik asit uygulayarak fideler üzerinde büyüme etkilerini ve sürgün uzunluklarındaki değişimlerini incelemişlerdir. Helminthosporic asit, helminthosporol, GA1, GA4, GA18, GA22, GA23 ve GA38'in büyüme üzerine etkileri Pro-Ca tarafından engellenmemiş; fakat GA5, GA9, GA15, GA19, GA20, GA31, GA44 ve GA53'ün büyüme üzerine etkileri Pro-Ca tarafından engellenmiştir.

Ilias ve diğ. (2007), üç farklı bamya çeşidine yapraktan sprey şeklinde GA₃ ve Pro-Ca uygulamıştır. Elde edilen bulgular sonucu GA₃ uygulamalarının Kontrol ve Pro-Ca uygulamalarına göre çiçeklenme süresini kısalttığı, kök-gövde kuru ağırlıkları ile bitki boy uzunluklarını önemli ölçüde artırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca Pro-Ca uygulamalarının büyümeyi engellediğini, her uygulamaya ait meyvelerde fruktoz miktarının azaldığı, protein miktarlarında ise önemli bir değişikliğin görülmediğini bildirmişlerdir.

Wahid ve diğ. (2008), metabolik değişikliğe maruz kalan ayçiçeği tohumlarının çimlenme ve fide gelişimine etkilerini inceledikleri çalışmada hidrojen peroksit (H_2O_2), salisilik asit (SA), thiourea (TU), GA_3 , askorbik asit (AA), sodyum klorür (NaCl), dondurma ve ısıtma gibi farklı tohum uygulamaları yapmışlardır. Yapılan tohum uygulamaları çimlenme süresini %50 oranında kısaltmış, ortalama çimlenme zamanında azalma belirlenmiş, çimlenme enerjisi ve çimlenme yüzdesini artırmıştır. Sürgün uzunluğunu H_2O_2 , GA_3 ve NaCl uygulamaları, kök uzunluğunu NaCl ve H_2O_2 uygulamaları, sürgün ve kök kuru ağırlığını ise H_2O_2 , SA, AA uygulamaları artırmıştır. Sonuç olarak, tohumun çimlenme performansı üzerine en fazla etkinin H_2O_2 , SA, TU ve GA_3 uygulamalarından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Çürük ve diğ. (2012), süsen bitkilerinin yaklaşık 10 cm boyda, 4-5 yapraklı olduğu dönemde yapraktan spreyci şeklinde 125, 250, 375 ve 500 mg/l dozlarında GA_3 uygulamışlardır. Çalışmalar sonucu; en uzun bitki boyunu 58 cm ile 500 mg/l GA_3 uygulamalarında, en erken çiçeklenmeyi 375 mg/l GA_3 uygulamalarında, en fazla yaprak sayısını ise 500 mg/l GA_3 uygulamalarından elde etmişlerdir.

Dash (2013), gerbera bitkisine 50 ppm ve 100 ppm olmak üzere iki farklı GA_3 uygulayarak bitki çiçek sapı ve verim değerine bakmıştır. Çalışma sonucunda gerbera bitkisinde vejetatif büyüme ve çiçeklenmenin en iyi görüldüğü uygulamalar 50 ppm dozu olarak tespit edilmiştir.

Akter ve diğ. (2014), mısırdaki kuraklık stresinin etkisini azaltmak amacıyla GA_3 ve sitokinini, 50, 100 ve 150 mg/l dozlarında vejetatif gelişme döneminde (çıkıştan 49 ve 60 gün sonra) ve çiçeklenme döneminde (çıkıştan 74 ve 85 gün sonra) olmak üzere iki kez uygulamışlardır. Yapılan uygulamalar sonucu kurak şartlarda 150 mg/l sitokin dozunun verimi %106 oranında arttırdığı, 50 mg/l GA_3 uygulamasının ise verimi %78.8 arttırdığı belirlenmiştir.

Ullah ve diğ. (2014), Blood Red, Mosambi ve Succari portakal ağaçlarına tam çiçeklenme döneminde 10, 20 ve 30 ppm dozunda GA_3 uygulamışlardır. Elde edilen bulgular sonucu 30 ppm uygulamasının meyve olgunlaşmasını geciktirmede daha etkili olduğu saptanmıştır.

Ergin (2014), farklı gibberellik asit (GA_3) dozları ve farklı uygulama zamanlarının nohutta (*Cicer arietinum* L.) verim ve verim öğelerine etkilerini araştırdığı çalışmada çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı, ilk bakla yüksekliği, bitkide biyolojik verim, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, bitkide tane verimi, hasat indeksi, birim alan biyolojik verim ve birim alan tane verimi özelliklerinde istatistiki olarak önemli farklılıklar

belirlemiştir. Geç dönemde uygulanan gibberellik asitin erken dönemde uygulanan gibberellik asite göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Erdemli (2015), farklı dozlarda GA₃ uygulanan ayçiçeği bitkisinde verim ile tohumlara uygulanan GA₃ dozlarının abiyotik stres koşulları içerisinde çimlenme üzerine etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bitkilerin 6-8 yapraklı olduğu dönemlerde 50, 100, 200, 300 ve 400 ppm dozlardaki GA₃ uygulamaları bitki boyu ve bin tane ağırlığını arttırırken; çiçeklenme süresi, tabla çapı, bitkide tane verimi, yağ oranı, yağ verimi ve klorofil içeriğini azaltmıştır. Çimlendirme uygulamalarında ise; aynı dozlarda 8 ve 16 saatlik sürelerle uygulanan 50 ppm GA₃ dozunun tuz ve kuraklık stresine karşı en etkili doz olduğu belirlenmiştir.

Zang ve diğ. (2016), mavi yemiş bitkisinin üç farklı çeşidinde (Powder blue, Garden blue, Climax) bitki büyümesi, çiçeklenmesi ve meyve kalitesi üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapraktan 500 mg/l GA₃ uygulamışlardır. Araştırma sonunda yapraktan GA₃ uygulanan Powder blue, Garden blue, Climax çeşitlerinde kontrol bitkilerine kıyasla çiçeklenme oranının ve salkım sayılarının ise sırasıyla %54.3, %69.7 ve %60.0 artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca yapraktan GA₃ uygulamasının bütün çeşitlerde yaprak alanını, yaprak taze ağırlığını, yaprak kuru ağırlığını, toplam klorofil içeriğini, klorofil a ve b düzeyini, meyve ağırlığını arttırdığını; meyvelerdeki boy/çap oranında ise önemli bir değişiklik görülmediğini bildirmişlerdir.

Cai ve diğ. (2016), çim bitkisi olarak kullanılan koyun otu (*Leymus chinensis*) bitkilerinde yaprak budaması sonrası 100 µM ve 200 µM GA₃ ile paclobutrazol uygulamalarının bitkinin yeniden yaprak oluşturma ve bitki gelişim özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonunda en uzun bitki boyu GA₃ uygulamalarında, en uzun yapraklar GA₃ ve GA₃+Paclobutrazol uygulamalarında, yaprak genişliği değerlerinin ise paclobutrazol uygulamalarıyla arttığını bildirmişlerdir.

Kaya ve diğ. (2018), marul bitkisine topraktan 0, 1, 2, 3 kg çinko sülfat (ZnSO₄-ÇS da⁻¹) ve yapraktan 0, 10, 50 ve 250 mg GA₃ L⁻¹ uygulamışlardır. Çalışma sonunda en yüksek gövde yaş ve gövde kuru ağırlığı 3 kg ÇS da⁻¹ + 50 mg GA₃ L⁻¹ dozunda sırasıyla 120.05 g ve 25.12 g, en yüksek bitki boyu 3 kg ÇS da⁻¹ + 50 mg GA₃ L⁻¹ dozunda 24.00 cm, en fazla yaprak sayısı 3 kg ÇS da⁻¹ + 50 mg GA₃ L⁻¹ dozunda 45.75 adet olarak belirlenmiştir. Ayrıca marul yapraklarındaki N, P, K ve Zn besin elementi konsantrasyonları ise 3 kg ÇS da⁻¹ + 250 mg GA₃ L⁻¹ en yüksek tespit edilmiştir.

Wang ve diğ. (2019), tuzlu toprakta yetiştirilen bamya (*Abelmoschus esculentus* L.) bitkisine gibberellik asit (GA₃) ve askorbik asit (AA) uygulamışlardır. Araştırma sonunda

0.1 mM GA₃ + 0.1 mM askorbik asit uygulamalarının sürgün uzunluğunu, kök uzunluğunu, sürgün ve kök taze ağırlığı ile kuru ağırlığını, klorofil ve karotenoid içeriğini arttırdığını; H₂O₂ içeriğini ve lipid peroksidasyonunu azaltarak tuz stresinin zararlı etkisinin azaltıldığını bildirmişlerdir. Ayrıca 0.1 mM GA₃ + 0.1 mM askorbik asit uygulamalarının yapraklar ve köklerdeki K, Ca, Mg ve Fe konsantrasyonları ile prolin ve çözünür protein seviyelerinin arttığını belirlemişlerdir.

Şanlı ve Cirit (2020), patates yumrularını 20, 25 ve 30 cm sıra üzeri mesafelerde dikerek 0, 1.5, 3.0 ve 4.5 ppm dozlarında GA₃ uygulanmışlardır. Deneme sonunda gibberellik asit uygulamalarının patatesta ana dal sayısını, ocaklardaki yumru sayısını, tohumluk yumru ve toplam yumru verimini arttırdığını bildirmişlerdir. En fazla ana dal sayısı 4.5 ppm GA₃ dozunda, ocaklardaki yumru sayısı 1.5 ve 3 ppm GA₃ dozunda en fazla, en yüksek ocak verimi 3.0 ve 4.5 ppm GA₃ dozunda, tohumluk yumru verimi 3.0 ve 4.5 ppm GA₃ ve 20 cm sıklıktaki dikimlerde belirlenmiş olup; 25-30 mm'lik tohumluk yumru veriminde %57, 35-60 mm'lik tohumluk yumru veriminde ise %88 artış sağlandığını belirtmişlerdir.

Saleem ve diğ. (2020), Çin'in Hubei Eyaletinde bakır içeriği fazla olan topraklarda lifli jüt (*Corchorus capsularis* L.) yetiştiriciliğinde GA₃'ün (10, 50 ve 100 ppm) etkisini incelemek için yaptıkları çalışmada artan GA₃ dozlarının lifli jüt bitkilerinde toplam gövde uzunluğunu, gövde yaş ağırlığını, gövde kuru ağırlığını ve klorofil pigment miktarını arttırdığını; bakır toksitesinin azaldığını saptamışlardır. Ayrıca artan GA₃ dozlarıyla birlikte antioksidan enzim türlerinden SOD, POD, APX, CAT miktarlarında artış; MDA, H₂O₂ miktarlarında azalma olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Deneme Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait 240 m² alana sahip, otomasyon sistemli, gotik tip polikarbon topraksız tarım serasında yürütülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait gotik tip polikarbon topraksız tarım serası

Araştırmada bitki materyali olarak Enza Zaden firmasına ait sırk 'Asef F₁' hıyar çeşidi kullanılmıştır. Asef F₁; orta erkenci, her boğumda 3-4 meyve veren, meyveleri 16-18 cm uzunlukta olan, ZYMV (Kabak Sarı Mozik Virüsü)'ye toleranslı partenokarp hıyar çeşididir. Denemede prohexadione-calcium (Pro-Ca) kaynağı olarak 'Velonta' ticari isimli (%10 Pro-Ca, BASF, Ludwigshafen, Germany) kimyasal ilaç ile gibberellik asit kaynağı olarak ise tablette 1 g gibberellik asit içeren Megafill tablet (Doğal Kim. Mad. Zir. İlaç, Antalya) kullanılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan Pro-Ca ve GA₃ etken maddeli kimyasallar

Denemelerde yapılan tohum ve fide uygulamaları, yetiştirilen bitkilerin ölçüm ve analizleri Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarında yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tohumların ekimi ve Pro-Ca Uygulamaları

Hıyar tohumları 24.05.2019 tarihinde içerisine 3:1 oranında torf : perlit karışımı doldurulmuş 45 adet hücreye sahip viyoller içerisine ekilmiş ve viyollerin üzerine kapak materyali olarak vermikülit atılmıştır (Şekil 3.3). Fideler dikim büyüklüğüne gelinceye kadar rutin bakım işlemleri Vural ve diğ. (2000)'ne göre yapılmıştır.



Şekil 3.3. Torf-perlit karışımının hazırlanması ve tohumların ekimi

Viyollerdeki hıyar fidelerinde ilk gerçek yaprakların görülmeye başladığı 02.06.2019 tarihinde yapraktan sprey şeklinde Pro-Ca'nın dört dozu (0, 50, 100 ve 200 ppm) uygulanmıştır (Şekil 3.4). Her bir Pro-Ca dozu viyol başına 50 ml düşecek şekilde uygulanmıştır. Kontrol bitkilerinin yapraklarına aynı miktarda saf su püskürtülmüştür. Fideler dikim büyüklüğüne gelinceye kadar rutin bakım işlemlerine serada kontrollü koşullarda devam edilmiştir.



Şekil 3.4. Hıyar fidelerine yapraktan Pro-Ca uygulaması

3.2.2. Dikim Öncesi Fidelere GA₃ Uygulanması

Dikim büyüklüğüne gelen hıyar fidelerine dikimden hemen önce 13.06.2019 tarihinde 0, 50 ve 100 ppm dozlarında GA₃ yaprakdan spreyl şeklinde viyol başına 100 ml olacak şekilde uygulanmıştır. Kontrol bitkilerinin yapraklarına ise viyol başına 100 ml olacak şekilde saf su spreylenmiştir. Deneme konuları Tablo 3.1’de belirtildiği şekliyle uygulanmıştır.

Tablo 3.1. Hıyar fidelerine yapılan Pro-Ca ve GA₃ uygulamaları

Fide aşaması	Dikim öncesi	Fide aşaması	Dikim öncesi
Pro-Ca 0	GA ₃ 0	Pro-Ca 100	GA ₃ 0
	GA ₃ 50		GA ₃ 50
	GA ₃ 100		GA ₃ 100
Pro-Ca 50	GA ₃ 0	Pro-Ca 200	GA ₃ 0
	GA ₃ 50		GA ₃ 50
	GA ₃ 100		GA ₃ 100

3.2.3. Fidelerin Kokopit Slablarına Dikilmesi

Dikim büyüklüğe gelmiş ve GA₃ uygulamaları yapılmış fideler, GA₃ uygulamalarından 6 saat sonra 13.06.2019 tarihinde 4 metre uzunluğundaki gutterler üzerine yerleştirilen kokopit slablarına (100x20x16 cm) ve her slabta üç bitki olacak şekilde dikilmiştir. Kokopit slablarına dikimden 2 gün önce başlanarak su ve Ca(NO₃)₂ çektirmesi yapılmış ve dikim için uygun hale getirilmiştir.

3.2.4. Uygulama Yapılmış Bitkilerin Topraksız Tarım Tekniği ile Yetiştirilmeleri

Deneme sürecince Hoagland besin reçetesinden modifiye edilerek hazırlanan solüsyon bitkilerin gelişme dönemlerine göre revize edilerek uygulanmıştır (Hoagland ve Arnon, 1950). Besin çözeltilerinin içerdiği element konsantrasyonları Tablo 3.2’de verilmiştir. Bitkilere besin solüsyonu uygulaması zaman ayarlı otomasyon sistemi ile yapılmıştır. Besin solüsyonu uygulama zaman aralığı ve uygulama süresi drenaj miktarları göz önüne alınarak belirlenmiştir. Ortamdaki tuz birikimini engellemek için uygulanan besin çözeltisinin yaklaşık %20’si drene olacak şekilde besin solüsyonu uygulaması yapılmıştır (Gül, 2008).

Tablo 3.2. Besin solüsyonunun içerdiği element ve miktarlar

Element	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
Doz (mg/L)	184-259	23-46	228-350	34-53	125-190	2-3	0.75-1.5	0.4	0.1-0.2	0.5-1.0	0.05

Deneme süresince bitkilere koruyucu ilaçlama ve semptomları görülen hastalık ve zararlılara karşı ilaçlamalar yapılmıştır. Köşeli yaprak lekesi (*Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans*) hastalığına karşı %80 Maneb ve %50 Metalik bakır; Mildiyö (*Pseudoperonospora cubensis*) hastalığına karşı %70 Propineb ve Mancozeb; Külleme (*Erysiphe cichoracearum*) hastalığına karşı ise %80 Kükürt etken maddeli ilaçlar uygulanmıştır. Yaprak biti ve beyaz sinek zararlılarına karşı Imidacloprid ve akarisitlere karşı Bromopropylate etken maddeli insektisitler deneme süresince birer defa uygulanmıştır. Ayrıca bitki beslenmesine destek amacıyla denemedeki tüm bitkilere yaprak gübrelemesi uygulanmıştır. Bu amaçla 15-40-15+TE ve 10-10-40+TE gübrelerinin yanı sıra şelatlı mikro besin maddesi karışımı içeren yaprak gübreleri deneme süresince 2'şer defa uygulanmıştır. Deneme süresince hıyar bitkilerinin koltuk sürgünleri ve sülükleri düzenli olarak alınmıştır.

3.2.5. İstatistiksel Analizler

Deneme 4x3 faktöriyel deneme deseninde kurulmuş ve elde edilen verilerin analizi SPSS'in (SPSS for Windows v20.00) GLM (General Linear Models) prosedürüne göre yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında aynı programın DUNCAN çoklu karşılaştırmalar testi kullanılmıştır.

3.3. Denemede İncelenen Parametreler

3.3.1. Fide Döneminde İncelenen Parametreler

3.3.1.1. Fide boyunun belirlenmesi

Pro-Ca uygulaması yapılmış hıyar fideleri şaşırtma büyüklüğüne geldiğinde, 12.06.2019 tarihinde fide boy uzunlukları dikim öncesi ölçülmüştür. Fidelerin boy uzunlukları, kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölüm cm cinsinden cetvel ile ölçülerek belirlenmiştir.

3.3.1.2. Fide çapının belirlenmesi

Dikim öncesi şaşırtma büyüklüğüne gelen fidelerin gövde çapları viyollerin üst seviyesinden dijital kumpas yardımıyla mm olarak ölçülmüştür.

3.3.1.3. Fide gövde yaş ağırlığının belirlenmesi

Fideler şaşırtma büyüklüğüne ulaştığı dönemde kök boğazından kesilerek hassas terazi (Shimadzu AY220-0.0001 g hassasiyetinde) yardımı ile tartılarak gövde yaş ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Fidelerin gövde yaş ağırlıklarının hassas terazi ile tartılması

3.3.1.4. Fide gövde kuru ağırlığının belirlenmesi

Yaş gövde ağırlıkları ölçülen bitki örnekleri 65 °C'ye ayarlanmış etüv de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra gövde kuru ağırlıkları g olarak belirlenmiştir.

3.3.1.5. Fide kök yaş ağırlığının belirlenmesi

Kök boğazından kesilen fidelerin kökleri yıkanarak kurutma kağıtları ile ıslaklıkları giderildikten sonra hassas terazi yardımı ile tartılarak kök yaş ağırlıkları hesaplanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Temizlenen fide köklerine ait genel görünüm

3.3.1.6. Fide kök kuru ağırlığının belirlenmesi

Kök yaş ağırlıkları belirlenen kökler 65°C'ye ayarlanmış etüv de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra kök kuru ağırlıkları g olarak belirlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Etüvde kurutulan kuru kök örneklerinin tartımı

3.3.2. Topraksız Tarım Tekniği ile Yetiştirilen Bitkilerde Deneme Sonunda Yapılan Morfolojik Ölçümler

3.3.2.1. Bitki boyunun ölçülmesi

Topraksız tarım tekniği ile kokopit ortamında yetiştirilen hıyar bitkilerinin boy uzunlukları dikimden on beş gün, otuz gün sonra ve deneme sonunda (dikimden 93 gün sonra) olmak üzere üç farklı tarihte kök boğazından tepe noktasına kadar cm cinsinden cetvel ve şerit metre ile ölçülmüştür (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Bitki boyunun (cm) cetvel ile ölçülmesi

3.3.2.2. Bitki gövde çapının belirlenmesi

Hıyar bitkilerinin gövde çapları kokopit slablarına dikimden on beş gün, otuz gün sonra ve deneme sonunda olmak üzere üç defa kök boğazı bölgesinden dijital kumpas kullanılarak mm cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Hıyar bitkilerinde gövde çapı ölçümü

3.3.2.3. Bitki boğum arası uzunluklarının ölçümü

Denemede hıyar fidelerinin kokopit slablarına dikiminden on beş gün sonra ve deneme sonunda olmak üzere iki defa gövde boğum arası uzunlukları cm cinsinden cetvel ile ölçülmüştür (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Boğum aralığının (cm) cetvel ile ölçülmesi

3.3.2.4. Hıyar gövde yaş ağırlıklarının belirlenmesi

Dikimden 93 gün sonra deneme sonunda hıyar bitkileri kök boğazından kesilerek bitkilerin gövde kısımları hassas terazi yardımı ile tartılıp gövde yaş ağırlıkları g cinsinden belirlenmiştir.

3.3.2.5. Hıyar gövde kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Gövde yaş ağırlıkları belirlenen hıyar bitkileri büyük boy kağıt zarflara konarak 65 °C'ye ayarlanmış etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra gövde kuru ağırlıkları g cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Hıyar bitkilerinin etüvde kurutulması

3.3.3. Pomolojik ölçümler ve analizler

3.3.3.1. Meyve boyunun ölçülmesi

Hasat edilen meyveler içerisinde rastgele seçilen 20 adet meyvede sap kısmından çiçek burnuna kadar olan mesafe cm cinsinden cetvel ile ölçülerek meyve boyu belirlenmiştir.

3.3.3.2. Meyve çapının ölçülmesi

Hasat edilen meyveler içerisinde rastgele seçilen 20 adet hıyar meyvesi tam orta kısmından dijital kumpas yardımıyla mm cinsinden ölçülerek meyve çapları saptanmıştır.

3.3.3.3. Meyve eti sertliğinin ölçülmesi

Hasat edilen meyveler içerisinde her bir uygulama konusu için seçilen 20 adet meyvede sapa yakın kısımdan, ortadan ve dip kısımdan olmak üzere meyve kabukları maket bıçağı ile kaldırılarak dijital penetrometre yardımı ile 7.9 mm (5/16 inç)'lik uç kullanılarak (PCE-PTR 200) meyve eti sertlikleri belirlenmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Meyve kabuklarının kesimi ve meyve eti sertliklerinin ölçümü

3.3.3.4. Meyvelerde suda çözünür kuru madde (SÇKM) oranının belirlenmesi

Her uygulamaya ait meyveler hasat edildikten sonra meyve sıkacağı ile suyu çıkarıldıktan sonra dijital refraktometre (HANNA HI 96801) ile ölçülerek SÇKM değerleri % Briks olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Meyve suyunun çıkarılması ve dijital refraktometre ile SÇKM'nin ölçülmesi

3.3.3.5. Meyve pH değerinin belirlenmesi

Hasat edilen meyvelerin suyu meyve sıkacağı ile çıkarıldıktan sonra pH değerleri digital pH metre (pH Testr 1) kullanılarak ölçülmüştür.

3.3.4. Hıyar bitkilerinin yaprak pigment içeriğinin belirlenmesi

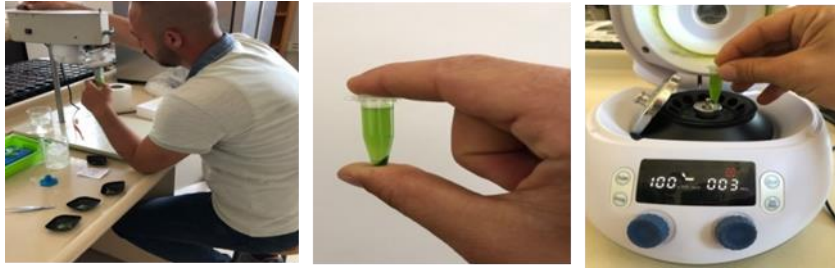
Denemenin sonlandırıldığı 14.09.2019 tarihinden 15 gün önce 30.08.2019 tarihinde hıyar bitkilerinin yapraklarının klorofil ve karotenoid miktarları Arnon (1949)'e göre belirlenmiştir. Bu yöntemle göre 0.2 g bitki yaprak örneği 8 ml, %80'lik aseton içerisinde homojenize edilmiş ve homojenatlar soğutmalı santrifüjde +4°C'de 3000 rpm'de 15 dk süre ile santrifüj edilmiştir (Şekil 3.14). Santrifüj işlemi sonunda elde edilen süpernatantlara ait absorbanlar UV-Vis spektrofotometrede 470 nm, 663 nm, 652 nm ve 645 nm dalga boyunlarında belirlenmiş (Şekil 3.15) ve pigment miktarlarının hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Lichtenthaler ve Wellburn, 1983).

Toplam klorofil (mg/g T.A.)= $A_{652} \times 27.8 \times 20$ /mg örnek ağırlığı

Klorofil a (mg/g T.A.) = $(11.75 \times A_{663} - 2.35 \times A_{645}) \times 20$ /mg örnek ağırlığı

Klorofil b (mg/g T.A.) = $(18.61 \times A_{645} - 3.96 \times A_{663}) \times 20$ /mg örnek ağırlığı

Karotenoid (mg/g T.A.)= $[(1000 \times A_{470}) - (2.27 \times K_{lo.a}) - (81.4 \times K_{lo.b}) / 227] \times 20$ /mg örnek ağırlığı



Şekil 3.14. Yaprak örneklerinin parçalanması ve santrifüj edilmesi



Şekil 3.15. Yaprak pigment miktarlarının belirlenmesi için yapılan spektrofotometre ölçümleri

3.3.5. Verim miktarının belirlenmesi

Deneme süresince toplam 59 hasat yapılmış olup, hasat dönemi boyunca her bir bitkiden pazarlanabilir boyuttaki meyveler ayrı ayrı hasat edilip 0.01 g'a duyarlı hassas terazi ile tartıldıktan sonra kayıt altına alınarak bitki başına elde edilen toplam verim g cinsinden belirlenmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Bitki başına verimi belirlemek amacıyla yapılan meyve tartımları

4. BULGULAR

4.1. Fide Dönemi Ölçüm ve Analizleri

Hıyar fidelerine ilk gerçek yapraklarının görünmeye başladığı aşamada farklı dozlarda uygulanan Pro-Ca'nın, dikim büyüklüğüne gelmiş fidelerde incelenen morfolojik parametreler üzerine etkileri Tablo 4.1'de verilmiştir. Uygulanan Pro-Ca dozlarındaki artış ile fide boyu, kontrol bitkilerine kıyasla istatistiksel olarak önemli düzeyde azalmıştır ($P<0.01$). En yüksek fide boyu kontrol uygulamasında 10.02 cm olarak belirlenmiştir. En düşük fide boyu ise kontrol uygulamasına göre %36.8 azalma ile 6.33 cm olarak 200 ppm Pro-Ca uygulanmış fidelerde belirlenmiştir.

Uygulanan Pro-Ca dozlarındaki artışla beraber fide boylarında azalış belirlense de, 100 ve 200 ppm Pro-Ca dozlarında belirlenen boy uzunlukları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Uygulanan Pro-Ca dozlarındaki artışın etkisiyle bitki boyunda olduğu gibi gövde çapında da istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma tespit edilmiştir. Uygulamalar içerisinde en yüksek gövde çapı 5.12 mm ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir. En düşük gövde çapı ise 200 ppm Pro-Ca dozunda kontrole kıyasla %26.2 oranında azalma ile 3.78 mm olarak belirlenmiş olup tüm uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Pro-Ca'nın 100 ve 200 ppm dozlarında belirlenen gövde çapı değerleri arasındaki fark boy uzunluklarındakinden farklı olarak istatistiksel olarak da önemli olmuştur.

Pro-Ca'nın gövde yaş ağırlıkları üzerine etkisi incelendiğinde, en yüksek gövde yaş ağırlığı 3.066 g ile 50 ppm dozunda; en düşük gövde yaş ağırlığı ise 2.284 g ile 200 ppm dozunda belirlenmiştir. Her ne kadar uygulamalar arasında rakamsal bir fark belirlense de bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Ancak gövde yaş ağırlıklarında istatistiksel olarak önemli olmasa da, uygulanan Pro-Ca dozlarındaki artışla beraber, boy ve gövde çapında olduğu gibi bir azalışın olması dikkat çekmektedir.

Tablo 4.1. Pro-Ca uygulamalarının fide; boy, çap, gövde yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkileri

Uygulamalar	Boy (cm)	Çap (mm)	Gövde Yaş (g)	Gövde Kuru (g)	Kök Yaş (g)	Kök Kuru (g)
Pro-Ca 0	10.02a*	5.12a	2.910	0.352	1.759	0.075c
Pro- Ca 50	9.02b	4.92ab	3.066	0.389	2.093	0.091a
Pro-Ca 100	6.81c	4.54b	2.439	0.349	2.045	0.086ab
Pro-Ca 200	6.33c	3.78c	2.284	0.336	1.771	0.078bc
Ortalama	8.05	4.59	2.675	0.357	1.917	0.083
Standart Hata	0.262	0.109	0.157	0.012	0.071	0.002
P	0.000	0.000	0.252	0.524	0.201	0.025

*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (Tekyönlü-ANOVA; Duncan Testi $p \leq 0.01$)

Gövde kuru ağırlığında da gövde yaş ağırlığında belirlenen duruma benzer sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek gövde kuru ağırlığı 0.389 g olarak 50 ppm dozunda belirlenirken; en düşük gövde kuru ağırlık ise 0.336 g ile 200 ppm dozunda belirlenmiştir. Uygulamaların gövde kuru ağırlıkları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$).

Kök yaş ağırlık verileri incelendiğinde 50 ve 100 ppm Pro-Ca uygulamalarında kontrol bitkilerine kıyasla bir miktar ağırlık artışı belirlense de uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli belirlenmemiştir ($P > 0.05$). Uygulamalarda en yüksek kök yaş ağırlığı 50 ppm dozunda 2.093 g olarak belirlenirken, en düşük kök yaş ağırlığı 1.759 g ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir.

Kök kuru ağırlığında en yüksek değer 0.091 g ile 50 ppm dozunda elde edilirken, en düşük değer ise 0.075 g ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Pro-Ca uygulamalarının kök kuru ağırlıkları üzerine etkisi, gövde yaş-kuru ağırlıkları ve kök yaş ağırlığından farklı olarak istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Gövde yaş ve kuru ağırlıkları Pro-Ca'nın 100 ve 200 ppm dozlarında istatistiksel olarak önemli olmasa da kontrol bitkilerinden daha düşük düzeyde belirlenirken, kök yaş ve kuru ağırlıklarında 100 ve 200 ppm dozlarında kontrol bitkilerinden daha yüksek düzeyde belirlenmiştir. Dikim büyüklüğüne gelmiş hıyar fidelerinde incelenen morfolojik parametrelerde dikkat çekici bir sonuç da, 50 ppm Pro-Ca dozunda gerek gövde yaş ve kuru ağırlıkları gerekse de kök yaş ve kuru ağırlıklarında tüm uygulamalar içerisinde en yüksek değerlerin belirlenmiş olmasıdır.

4.2. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının morfolojik parametreler üzerine etkileri

Fide aşamasında farklı dozlarda Pro-Ca ve GA₃ uygulanmış hıyar bitkilerinin gelişimi ve verimi üzerine yapılan uygulamaların dikim sonrası etkinliğini belirlemek amacıyla hıyar fideleri kokopit slablarına dikilmiştir. 13 Haziran 2019 tarihinde dikimi gerçekleştirilen bitkilerde 15 gün ve 30 gün sonra bitki boyu ölçümleri yapılmış olup, ayrıca dikiminden 93 gün sonra (deneme sonunda) bitki boyları tekrar ölçülmüştür.

Hıyar bitkilerinde Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi Tablo 4.2’de verilmiştir. Dikimden 15 gün sonra yapılan bitki boy ölçümlerinde, 200 ppm Pro-Ca uygulaması hariç GA₃ dozlarındaki artışın etkisiyle bitki boyları istatistiksel olarak da önemli düzeyde artmıştır ($P<0.001$). En yüksek bitki boyları, 0 ve 50 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 100 ppm GA₃ uygulamalarında sırasıyla 58.1 ve 59.11 cm olarak saptanmıştır. Fide döneminde 0, 50 ve 100 ppm Pro-Ca uygulamalarının bitki boyu üzerindeki baskılayıcı etkisi GA₃ dozlarındaki artışla ortadan kalkarken, 200 ppm Pro-Ca dozunda bitki boyu üzerindeki baskılayıcı etkinin artan GA₃ dozlarına rağmen devam ettiği belirlenmiştir. Dikimden sonraki 15. ve 30. günlerde yapılan boy ölçümlerinde Pro-Ca uygulanmamış bitkilere yapılan GA₃ uygulamalarında, GA₃ dozlarındaki artışla beraber bitki boylarında da istatistiksel olarak önemli düzeyde artış meydana geldiği belirlenmiştir. Ancak söz konusu dozlarda boydaki artış etkisinin deneme sonunda ortadan kalktığı tespit edilmiştir. Uygulamaların yapıldığı fidelerde dikiminden 30 gün sonra yapılan boy ölçümlerinde Pro-Ca dozlarındaki artışın bitki boyu üzerindeki baskılayıcı etkisinin 15. günde yapılan ölçümlere kıyasla kısmen azaldığı saptanmıştır. GA₃ uygulamasının etkisi ile bitki boyunda kontrol uygulamasında 15. günde ki benzer şekilde bir artış belirlenirken, 50 ve 100 ppm Pro-Ca dozlarında GA₃ uygulamalarının etkisi önemli düzeyde azalmış, ancak 200 ppm Pro-Ca ve 100 ppm GA₃ uygulanmış bitkilerde 127.8 cm ile en düşük bitki boy uzunluğu belirlenmiştir.

Dikimden 15 gün sonra yapılan boy ölçümlerinde 50 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 50 ve 100 ppm GA₃ uygulamaları, Pro-Ca uygulanmamış sadece 50 ve 100 ppm GA₃ uygulanmış bitkilere kıyasla istatistiksel olarak önemli bir etki göstermemiştir. Ancak 100 ve 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 50 ve 100 ppm GA₃ uygulamasının, sadece 50 ve 100 ppm GA₃ uygulanmış bitkilere kıyasla bitki boyunda istatistiksel olarak da önemli düzeyde azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Bu durumun GA₃ uygulamalarının Pro-Ca’nın düşük dozunda (50 ppm) durdurucu etkiyi azaltabildiği, ancak Pro-Ca’nın yüksek dozlarında (100 ve 200 ppm) büyüme üzerindeki baskılayıcı etkisini

engelleyememesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Dikimden sonraki 30. günde ve deneme sonunda, 200 ppm Pro-Ca uygulamış bitkilerin boy uzunluğu üzerine, 50 ve 100 ppm GA₃ uygulamalarının etkisinin dikimden 15 gün sonraki ölçüme kıyasla önemli düzeyde azalmasına rağmen kısmen devam ettiği belirlenmiştir.

Fide dikiminden 93 gün sonra deneme sonunda yapılan bitki boy ölçümlerinde en yüksek bitki boyu 496.78 cm ile Pro-Ca 0 + GA₃ 50 ppm uygulamasında belirlenirken, en düşük bitki boyu ise 402.10 cm ile Pro-Ca 200 + GA₃ 100 ppm uygulamasında tespit edilmiştir. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisinin deneme sonunda önemli düzeyde ortadan kalktığı, ortalamalar arasındaki farkın ise önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir. Ancak Pro-Ca 100 + GA₃ 100 ppm ile Pro-Ca 200 + GA₃ 100 ppm uygulamalarında diğer uygulamalara kıyasla en düşük bitki uzunluklarının belirlenmiş olması, fide döneminde yüksek dozlarda uygulanan Pro-Ca'nın bitki boyu üzerindeki baskılayıcı etkisinin tam olarak ortadan kalkmadığını göstermesi bakımından önemli bulunmuştur.

Tablo 4.2. Hıyar bitkilerinde Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi

Pro-Ca	GA ₃	Boy-1 (cm) ^x	Boy-2 (cm) ^{xx}	Boy-3 (cm) ^{xxx}
0	0	53.10b*	150.10bc	456.40abc
	50	54.99b	152.17b	496.78a
	100	58.10a	168.10a	472.70abc
50	0	48.80c	136.29def	447.86bcd
	50	54.53b	152.27b	464.22abc
	100	59.11a	146.14bcd	487.70ab
100	0	43.86d	138.37cdef	446.84bcd
	50	49.36c	145.77bcd	458.36abc
	100	54.34b	139.55bcdef	410.22de
200	0	46.56cd	143.33bcde	439.03cde
	50	43.61d	131.77ef	433.86cde
	100	47.48c	127.80f	402.10e
S. Hata		0.53	1.47	4.58
Etkiler (P değerleri)				
Pro-Ca		0.000	0.000	0.002
GA ₃		0.000	0.180	0.296
Pro-Ca*GA ₃		0.033	0.172	0.482

^x Dikimden 15 Gün Sonra, ^{xx} Dikimden 30 Gün Sonra ve ^{xxx} Deneme Sonu (93. gün) Bitki Boyu Ölçümü

*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (Tekyönlü-ANOVA; Duncan Testi $p \leq 0.01$).

Hıyar bitkilerinde Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının bitki çapı üzerine etkisi Tablo 4.3’de verilmiştir. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının fide dikiminden itibaren on beşinci, otuzuncu günlerde ve deneme sonunda yapılan bitki gövde çapı üzerine etkisinin bitki boyu üzerine etkisine kıyasla daha düşük düzeyde olduğunu belirlenmiştir. Bulgularımız içerisinde en dikkat çekici sonuçlar dikimden 30 gün sonra ve deneme sonunda belirlenen gövde çaplarında tespit edilmiştir. Her iki ölçüm zamanında da en yüksek gövde çapları Pro-Ca 200 + GA₃ 0 ppm uygulamasında sırasıyla 14.76 ve 17.74 mm olarak belirlenmiştir. Pro-Ca’nın 200 ppm uygulaması bitki boyu üzerinde baskılayıcı etki oluştururken, dikimden 30 gün sonra ve deneme sonunda yapılan gövde çapı ölçümlerinde kontrol bitkilerine kıyasla önemli düzeyde artışa neden olmuştur. Gövde çapı üzerine Pro-Ca x GA₃ interaksiyonunun etkisi dikimden 15 ve 30 gün sonra yapılan ölçümlerde istatistiksel olarak önemli belirlenirken (P<0.05), deneme sonunda yapılan gövde çapı ölçümlerinde Pro-Ca x GA₃ interaksiyonu önemli bulunmamıştır.

Tablo 4.3. Hıyar bitkilerinde Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının bitki gövde çapı üzerine etkisi

Pro-Ca	GA₃	Çap-1 (mm)^x	Çap-2 (mm)^{xx}	Çap-3 (mm)^{xxx}
0	0	11.18bc*	13.30bc	16.06bcd
	50	10.37d	11.56d	15.05de
	100	11.03cd	12.45cd	15.28de
50	0	11.53bc	12.35cd	14.68e
	50	11.52bc	12.49cd	15.53de
	100	11.46bc	12.55cd	15.49de
100	0	11.88ab	13.09bc	16.84ab
	50	11.86ab	13.79b	16.85ab
	100	12.25a	13.29bc	15.75cde
200	0	11.54bc	14.76a	17.74a
	50	11.55bc	13.85ab	17.25a
	100	11.02cd	13.31bc	16.76abc
S. Hata		0.74	0.29	0.37
Etkiler (P değerleri)				
Pro-Ca		0.026	0.000	0.002
GA₃		0.771	0.027	0.968
Pro-Ca*GA₃		0.037	0.040	0.756

^x Dikimden 15 Gün Sonra, ^{xx} Dikimden 30 Gün Sonra ve ^{xxx} Deneme Sonu (93. gün) Bitki Gövde Çapı Ölçümü

*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (Tekyönlü-ANOVA; Duncan Testi $p \leq 0.01$).

Hıyar bitkilerinde Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının boğum arası uzunluğu üzerine etkisi Tablo 4.4’de verilmiştir. Boğum arası uzunlukları üzerine Pro-Ca uygulamalarının tek başına etkisi genel olarak önemli bulunmazken, tek başına GA₃ dozlarındaki artış ise

kontrol bitkilerine kıyasla boğum arası uzunluklarını sadece deneme sonunda yapılan ölçümlerde kontrol bitkilerine kıyasla arttırmıştır. En yüksek boğum arası uzunluğu Pro-Ca 0 + GA₃ 50 ppm uygulamasında belirlenirken, en düşük boğum arası uzunluğu Pro-Ca 200 + GA₃ 100 ppm uygulamasında belirlenmiştir. 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan artan dozlarda GA₃ uygulamalarının da boğum arası uzunluklarını artıramadığı, hatta 100 ppm GA₃ uygulamasında boğum arası uzunluğunun istatistiksel olarak önemli olmasa da bir miktar azaldığı belirlenmiştir. Uygulamaların boğum arası uzunluğu üzerine tek başına ve birlikte etkileri incelendiğinde sadece dikimden 15 gün sonra yapılan boğum arası uzunlukları üzerine GA₃ uygulamalarının etkisi P<0.05 düzeyinde etkili bulunurken, Pro-Ca uygulamalarının ve interaksiyonların etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.4. Hıyar bitkilerinde Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının boğum arası uzunluğu üzerine etkisi

Pro-Ca	GA₃	Boğum Arası-1 (cm)^x	Boğum Arası-2 (cm)^{xx}
0	0	4.65a*	5.55bcde
	50	4.50a	6.34a
	100	4.46a	6.24ab
50	0	4.23ab	5.83abcd
	50	3.68b	5.26de
	100	4.52a	6.15ab
100	0	4.56a	5.61bcde
	50	4.05ab	6.01abc
	100	4.18ab	5.53bcde
200	0	4.47a	5.40cde
	50	4.07ab	5.32cde
	100	4.08ab	4.90e
S. Hata		0.062	4.90
Etkiler (P değerleri)			
Pro-Ca		0.223	0.505
GA₃		0.011	0.788
Pro-Ca*GA₃		0.249	0.078

^x Dikimden 15 Gün Sonra ve ^{xx} Deneme Sonu (93. Gün) Boğum Arası Uzunluk Ölçümü

*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (Tekyönlü-ANOVA; Duncan Testi $p \leq 0.01$).

Uygulamaların gövde yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkisi Tablo 4.5’de verilmiştir. En yüksek gövde yaş ağırlığı Pro-Ca 0 + GA₃ 50 ppm uygulamasında 934.69 g olarak belirlenirken, en düşük gövde yaş ağırlığı Pro-Ca 200 + GA₃ 50 ppm uygulamasında 748.71 g olarak saptanmıştır. Pro-Ca uygulanmamış bitkilerin gövde yaş ağırlıkları, GA₃ dozlarındaki artışla istatistiksel olarak önemli düzeyde olmasa da bir miktar artmıştır. Pro-Ca uygulanmış GA₃ uygulanmamış bitkilerde ise gövde yaş ağırlıkları kontrol bitkilerine

kıyasla; 50 ppm Pro-Ca uygulamasında bir miktar azalmış, 100 ppm Pro-Ca dozunda etkilenmemiş, 200 ppm Pro-Ca dozunda ise bir miktar artış göstermiştir. Pro-Ca ve GA₃'ün bir arada yapıldığı uygulamalarda, 50 ppm GA₃ uygulanmış bitkilere artan dozlarda Pro-Ca uygulandığında gövde yaş ağırlıkları (Pro-Ca dozlarındaki artışla beraber) önemli düzeyde azalmıştır. Ancak 100 ppm GA₃ uygulanmış bitkilerde Pro-Ca dozlarındaki artış gövde yaş ağırlıklarında istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olmamıştır.

Gövde kuru ağırlıkları da Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarından etkilenmiş, en yüksek gövde kuru ağırlığı Pro-Ca 0 + GA₃ 50 ppm ve Pro-Ca 200 + GA₃ 0 ppm uygulamalarında sırası ile 219.15 ve 219.25 g olarak belirlenmiştir. En düşük gövde kuru ağırlığı ise Pro-Ca 50 + GA₃ 0 ppm uygulamasında 164.06 g olarak saptanmıştır. GA₃ uygulanmamış bitkilere kıyasla GA₃'ün 50 ppm dozu, Pro-Ca'nın 200 ppm uygulaması hariç diğer Pro-Ca dozlarında, gövde kuru ağırlıklarında artışa sebep olmuştur. 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan artan dozlardaki GA₃ uygulamasının gövde kuru ağırlığı üzerinde gövde yaş ağırlığında da olduğu gibi artırıcı etki oluşturmamış, aksine Pro-Ca 200 + GA₃ 50 ppm uygulamasında azalma belirlenmiştir. Bu durumun Pro-Ca'nın yüksek dozlarda gösterdiği büyümeyi engelleyici etkisine, GA₃'ün düşük dozlarının karşı koyamamasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. 200 ppm'in altındaki Pro-Ca dozlarında, 50 ppm GA₃ uygulamalarının gövde kuru ağırlıklarını sadece Pro-Ca uygulanmış bitkilere kıyasla artırması ön görüşümü desteklemektedir. Gövde yaş ve kuru ağırlıkları üzerine Pro-Ca x GA₃ interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur.

Tablo 4.5. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının gövde yaş ve gövde kuru ağırlık üzerine etkileri

Pro-Ca	GA ₃	Gövde Yaş (g)	Gövde Kuru (g)
0	0	849.88abcd*	207.55ab
	50	934.69a	219.15a
	100	864.00abcd	208.35ab
50	0	759.53cd	164.06d
	50	847.31abcd	197.78abc
	100	796.54bcd	187.96bcd
100	0	823.84abcd	179.69cd
	50	879.45abc	206.84ab
	100	830.64abcd	190.29bc
200	0	915.70ab	219.25a
	50	748.71d	176.75cd
	100	860.97abcd	192.05bc
S. Hata		29.61	6.74
Etkiler (P değerleri)			
Pro-Ca		0.285	0.157
GA ₃		0.731	0.757
Pro-Ca*GA ₃		0.447	0.201

*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (Tekyönlü-ANOVA; Duncan Testi $p \leq 0.01$).

4.3. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının meyve özellikleri üzerine etkisi

Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının meyve özellikleri üzerine etkisi Tablo 4.6'da verilmiştir. Hıyar meyveleri için önemli bir kalite kriteri olan ve meyvelerin raf ömrü üzerinde etkili olan meyve eti sertliği, Pro-Ca uygulamalarının etkisi ile artış gösterirken en yüksek meyve eti sertliği değeri 56.28 N ile Pro-Ca 50 + GA₃ 0 ppm uygulamasında belirlenmiştir. Pro-Ca uygulanmamış bitkilere artan dozlarda uygulanan GA₃ meyve eti sertliğini önemli düzeyde arttırırken, Pro-Ca uygulanmış bitkilerde GA₃ dozlarındaki artışın meyve eti sertliği üzerine değişken bir etki göstermiştir. Pro-Ca'nın yüksek doz uygulamaları (100 ve 200 ppm) ve GA₃'ün 100 ppm uygulamasının bir arada yapıldığı bitkilerin meyve eti sertlikleri tüm uygulamalar içerisinde sırasıyla 50.11 ve 50.35 N ile en düşük değerlerde saptanmıştır. Dolayısı ile Pro-Ca ve GA₃'ün bir arada ve yüksek dozlarda uygulandığı

durumlarda, bunların tek başlarına yapılan uygulamalarının aksine, meyve eti sertliğinde azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir. Meyve eti sertliği üzerine Pro-Ca ve GA₃ uygulaması tek başlarına P<0.05 düzeyinde etkili olurken, interaksiyonların etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir (P>0.05).

Pro-Ca uygulanmamış bitkilerde GA₃ dozlarındaki artış SÇKM'yi artırırken, GA₃ uygulanmamış bitkilerde Pro-Ca dozlarındaki artış ise SÇKM'yi özellikle 100 ve 200 ppm Pro-Ca uygulamalarında istatistiksel olarak önemli düzeyde azaltmıştır. Pro-Ca ve GA₃'ün bir arada uygulandığı bitkilerin meyve suyu SÇKM değeri her iki uygulamadaki doz artışıyla beraber istatistiksel olarak da önemli düzeyde azalmıştır. Uygulamalar içerisinde en yüksek SÇKM değerleri Pro-Ca 0 + GA₃ 50 ve 100 ppm uygulamalarında sırasıyla 4.55 ve 4.58 Brix olarak belirlenmiştir. En düşük SÇKM değerleri ise Pro-Ca 200 + GA₃ 0 ve 50 ppm uygulamalarının her ikisinde de 3.23 Brix olarak tespit edilmiştir. Hıyar meyvelerinin SÇKM'si üzerine Pro-Ca uygulamalarının etkisi P<0.001 düzeyinde önemli belirlenirken, GA₃ ve Pro-Ca x GA₃ interaksiyonun etkisi önemsiz belirlenmiştir.

Meyve boyu ve çapı üzerine yapılan Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının etkisi önemli bulunmamıştır (P>0.05). Benzer şekilde Pro-Ca x GA₃ interaksiyonun da hem meyve boyu hem de meyve çapı üzerine etkisi önemli bulunmamıştır.

Pro-Ca uygulamış hıyar meyvelerinin pH değeri kontrol bitkilerine kıyasla istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma gösterse de, Pro-Ca dozlarındaki artışın etkisi önemli bulunmamıştır. Benzer durum sadece GA₃ uygulanmış bitkilerde de saptanmış olup, GA₃ dozlarındaki artışın etkisi ile kontrol bitkilerine kıyasla pH değeri azalmıştır. Pro-Ca ve GA₃'ün (50 ppm) bir arada uygulandığı meyvelerin pH değerleri uygulama dozlarındaki artışla düzenli olmasa da bir miktar azalış göstermiştir. En yüksek pH değeri Pro-Ca 0 + GA₃ 0 ppm uygulamasında 5.80 olarak belirlenirken, en düşük pH değeri Pro-Ca 50 + GA₃ 50 ppm uygulamalarında 5.43 olarak saptanmıştır. Hıyar meyvelerinin pH değeri üzerine Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının tek başına etkileri ve interaksiyonları incelendiğinde, Pro-Ca uygulamalarının ve Pro-Ca x GA₃ interaksiyonunun P<0.05 önem düzeyinde etkide bulunduğu belirlenirken, GA₃ uygulamalarının etkisi önemsiz belirlenmiştir.

Kokopit slablarına dikilen hıyar fideleri 93 gün boyunca topraksız tarım tekniği ile yetiştirilmiş ve bu süre boyunca herbir bitkide toplam 59 hasat yapılmıştır. Hıyar gibi meyve iriliği kısa sürede değişen bitkilerde hasadın düzenli yapılması verilerin güvenilirliği bakımından (toplam verim ve meyve iriliği açısından) büyük önem taşığundan hasat zamanlarının ayarlanmasına özen gösterilmiştir. Meyve boyu ve çapı üzerine yapılan Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının etkisi önemli bulunmamıştır (P>0.05). Benzer şekilde Pro-

Ca x GA₃ interaksiyonun da hem meyve boyu hem de meyve çapı üzerine etkisi önemli bulunmamıştır.

Tablo 4.6. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının meyve eti sertliği, SÇKM, pH, meyve boy ve çapı üzerine etkileri

Pro-Ca	GA ₃	M. Eti Sertliği (N)	SÇKM(Briks)	pH	M. Boyu (cm)	M. Çapı (mm)
0	0	51.81bcde*	4.27ab	5.80a	16.98	30.28
	50	54.19abcd	4.55a	5.63abc	17.12	29.28
	100	55.52ab	4.58a	5.57bcd	18.18	29.83
50	0	56.28a	4.42ab	5.60bcd	16.96	28.25
	50	50.70cde	4.17ab	5.43d	18.66	30.28
	100	53.52abcde	4.03bc	5.70ab	18.20	32.27
100	0	51.42cde	3.57cd	5.60bcd	17.24	28.90
	50	54.13abcde	3.68cd	5.57bcd	17.90	29.71
	100	50.11e	3.70cd	5.50cd	17.82	29.83
200	0	54.62abc	3.23d	5.48cd	19.14	30.63
	50	54.60abc	3.23d	5.47cd	16.94	30.72
	100	50.35de	3.27d	5.60bcd	18.91	31.83
S.Hata		0.319	0.71	0.42	0.22	0.31
Etkiler (P değerleri)						
Pro-Ca		0.043	0.000	0.020	0.775	0.131
GA ₃		0.024	0.346	0.065	0.336	0.073
Pro-Ca*GA ₃		0.062	0.193	0.016	0.601	0.753

*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (Tekyönlü-ANOVA; Duncan Testi $p \leq 0.01$).

4.4. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının yaprak pigment düzeyi üzerine etkisi

Uygulamaların yaprak pigmentasyonu üzerine etkisi Tablo 4.7’de verilmiş olup, yaprak klorofil düzeyleri ve karotenoid içeriği üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Klorofil a içeriği Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle kontrol bitkilerine kıyasla önemli düzeyde artış gösterirken ($P < 0.001$), Pro-Ca dozlarındaki artış klorofil a içeriğinde azalmaya sebep olmuştur. GA₃ uygulamalarının etkisi düşük doz olan 50 ppm uygulamasında klorofil a içeriğini önemli düzeyde arttırırken, yüksek doz olan 100 ppm dozunun etkisi önemli bulunmamıştır. Tüm uygulamalar içerisinde en yüksek klorofil a düzeyi 2.708 mg/g T.A. olarak Pro-Ca 50 + GA₃ 0 ppm uygulamasında belirlenirken, en düşük klorofil a düzeyi ise 2.248 ve 2.284 mg/g T.A. ile sırasıyla Pro-Ca 0 + GA₃ 0 ppm ve Pro-Ca 0 + GA₃ 100 ppm uygulamalarında tespit edilmiştir. Pro-Ca ve GA₃’ün birlikte uygulanmasının yaprak klorofil a içeriği üzerine etkisi incelendiğinde; 50, 100, 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 100 ppm GA₃ uygulamasının, Pro-Ca uygulanmamış 100 ppm GA₃ uygulanmış bitkilere kıyasla klorofil a içeriğini istatistiksel olarak önemli

düzeyde arttırdığı belirlenmiştir. Ancak artan dozlarda Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 50 ppm GA₃ uygulamasının klorofil a içeriği üzerine önemli bir etkisi saptanmamıştır. Klorofil a içeriği üzerine Pro-Ca x GA₃ interaksiyonunun etkisi P<0.001 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Klorofil b düzeyi sadece Pro-Ca uygulanmış bitkilerde, 50 ppm Pro-Ca dozunda kontrol bitkilerine kıyasla istatistiksel olarak önemli düzeyde bir artış gösterirken, 100 ve 200 ppm dozlarında ise bir miktar düşüş göstermiş ancak oluşan farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. GA₃ uygulamasında da 50 ppm dozunda klorofil b düzeyinde kontrol bitkilerine kıyasla bir miktar artış, 100 ppm dozunda ise azalma belirlenmiştir. Tüm uygulamalar içerisinde en yüksek artış klorofil a'da olduğu gibi klorofil b içeriğinde de 1.885 mg/g T.A. ile Pro-Ca 50 + GA₃ 0 ppm uygulamasında belirlenmiştir. En düşük klorofil b düzeyi ise 1.429 mg/g T.A. ile Pro-Ca 0 + GA₃ 100 ppm uygulamasında saptanmıştır. Klorofil b içeriği üzerinde Pro-Ca ve GA₃'ün birlikte uygulanmasında ise; artan dozlarda Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 50 ppm GA₃ uygulamasının önemli bir etkisi belirlenmezken, 100 ppm GA₃ uygulamasında Pro-Ca uygulanmamış bitkilere kıyasla özellikle 50 ve 200 ppm Pro-Ca dozlarında artış belirlenmiştir. Klorofil b içeriği üzerine Pro-Ca x GA₃ interaksiyonunun etkisi ise önemsiz belirlenmiştir.

Toplam klorofil içeriği klorofil a içeriğine benzer bir durum göstermiş olup, en yüksek toplam klorofil düzeyi 5.626 mg/g T.A. ile Pro-Ca 50 + GA₃ 0 ppm uygulamasında belirlenirken, en düşük düzey 4.299 mg/g T.A. ile Pro-Ca 0 + GA₃ 0 ppm uygulamasında saptanmıştır. Toplam klorofil içeriği Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle kontrol bitkilerine kıyasla artarken, Pro-Ca dozlarındaki artış toplam klorofil içeriğinde istatistiksel olarak önemli düzeyde azalmaya sebep olmuştur. GA₃ uygulamalarının etkisiyle toplam klorofil içeriği kontrol bitkilerine kıyasla artarken, 100 ppm GA₃ uygulanmış bitkilerin toplam klorofil içeriği 50 ppm GA₃ uygulanmış bitkilere kıyasla önemli düzeyde azalmıştır. Toplam klorofil içeriği üzerine Pro-Ca uygulamalarının P<0.001 düzeyinde, GA₃ uygulamalarının P<0.01 düzeyinde ve Pro-Ca x GA₃ interaksiyonunun ise P<0.001 düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.7).

Karotenoid içeriğinde de en yüksek değer 0.946 mg/g T.A. ile Pro-Ca 50 + GA₃ 0 ppm uygulamasında, en düşük değer ise 0.711 mg/g T.A. ile Pro-Ca 0 + GA₃ 0 ppm uygulamasında tespit edilmiştir. Karotenoid içeriği de toplam klorofilde olduğu gibi tek başına Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının etkisiyle kontrol bitkilerine kıyasla önemli düzeyde artış göstermiştir. Ancak gerek Pro-Ca gerekse de GA₃ uygulamalarında en yüksek değerler düşük doz olan 50 ppm uygulamasında belirlenmiş olup, her ikisinde de doz artışı

ile karotenoid içeriği bir miktar düşüş göstermiştir. Pro-Ca ve GA₃'ün birlikte uygulandığı bitkilerde 50 ppm GA₃ uygulanmış bitkilere artan dozlarda Pro-Ca uygulaması, (200 ppm Pro-Ca hariç), karotenoid içeriğinde azalmaya sebep olmuştur. 100 ppm GA₃ uygulanmış bitkilere yapılan Pro-Ca uygulaması ise yaprak karotenoid içeriğini, Pro-Ca uygulanmamış bitkilere kıyasla arttırmıştır. Yaprak karotenoid içeriği üzerine tek başına Pro-Ca uygulamaları ve Pro-Ca x GA₃ interaksyonu P<0.001 düzeyinde etkili bulunurken, GA₃ uygulamalarının etkisi ise P<0.05 düzeyinde önemli belirlenmiştir.

Tablo 4.7. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının yaprak pigment miktarları üzerine etkisi (mg/g T.A.)

Pro-Ca	GA ₃	Klorofil-a	Klorofil-b	Toplam Klorofil	Karotenoid
0	0	2.248e*	1.642abc	4.299e	0.711f
	50	2.664ab	1.751ab	5.275ab	0.919ab
	100	2.284e	1.429c	4.331de	0.725ef
50	0	2.708a	1.885a	5.626a	0.946a
	50	2.551bcd	1.653abc	4.995bc	0.852bcd
	100	2.622ab	1.759ab	5.259ab	0.899ab
100	0	2.458cd	1.539bc	4.772c	0.781def
	50	2.547bcd	1.603bc	5.339ab	0.798cde
	100	2.449cd	1.538bc	4.707cd	0.774def
200	0	2.419d	1.537bc	4.704cd	0.769def
	50	2.566bc	1.729ab	5.195b	0.879ab
	100	2.587abc	1.719ab	5.182b	0.874abc
S.Hata		0.02	0.03	0.07	0.01
Etkiler (P değerleri)					
Pro-Ca		0.000	0.164	0.000	0.000
GA ₃		0.016	0.651	0.002	0.051
Pro-Ca*GA ₃		0.000	0.213	0.000	0.000

*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (Tekyönlü-ANOVA; Duncan Testi $p \leq 0.01$).

4.5. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının verim üzerine etkisi

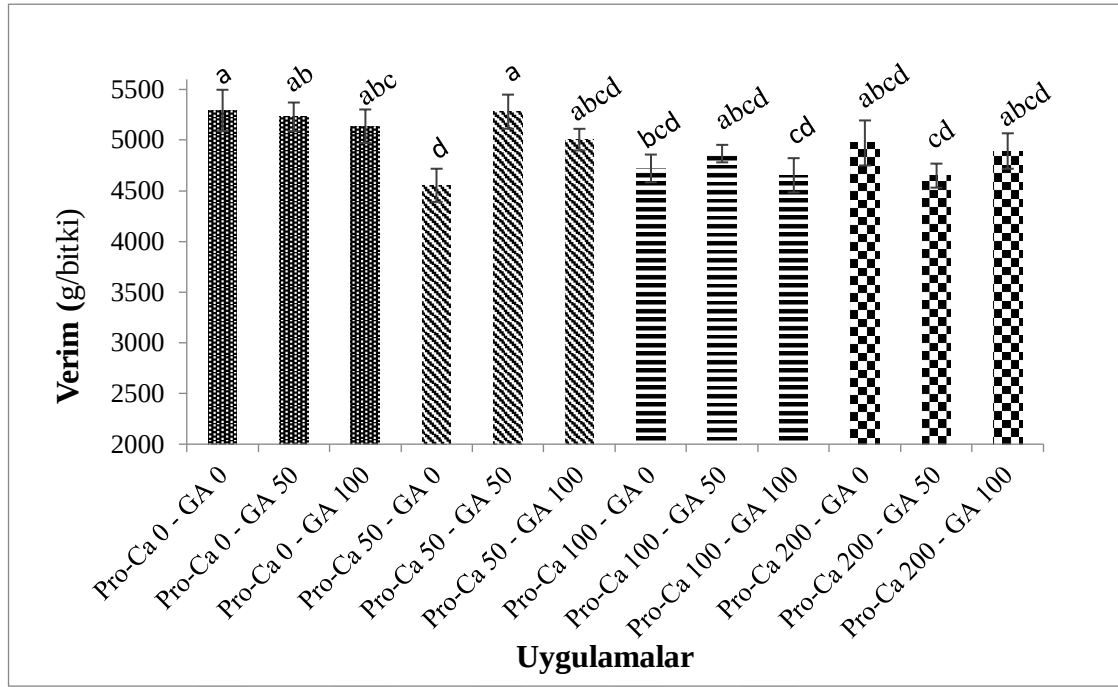
Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının bitki başına verim üzerine etkisi Tablo 4.8'de verilmiştir. Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan GA₃ uygulamalarının bitki başına verim üzerine etkisi incelendiğinde, uygulanan GA₃ dozlarındaki artışla beraber bitki başına verimin bir miktar azaldığı belirlenmiştir. GA₃ uygulanmamış, artan dozlarda Pro-Ca uygulanmış bitkilerde ise bitki başına verim Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle kontrol bitkilerine kıyasla istatistiksel olarak da önemli düzeyde azalmıştır. Ancak uygulanan Pro-Ca dozlarındaki artış bitki başına verimi arttırmıştır. Uygulamalar içerisinde en düşük verim 4554.3 g/bitki ile Pro-Ca 50 + GA₃ 0 ppm uygulamasında belirlenirken, en yüksek verim ise Pro-Ca 0 +

GA₃ 0 ppm (5292.5 g/bitki) ve Pro-Ca 50 + GA₃ 50 ppm (5280.9 g/bitki) uygulamalarında belirlenmiştir. 50 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 50 ve 100 ppm GA₃ uygulamaları, Pro-Ca 50 + GA₃ 0 ppm uygulamasına kıyasla verimde artışa sebep olurken, 100 ve 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan GA₃ uygulamalarının önemli bir etkisi belirlenmemiştir. Pro-Ca uygulamalarının bitki başına verim üzerine etkisi P<0.01 düzeyinde önemliyken, GA₃ uygulamalarının etkisi önemli bulunmamıştır (P>0.05). Bitki başına verim üzerine Pro-Ca x GA₃ interaksiyon etkisi P<0.05 düzeyinde önemli belirlenmiştir.

Tablo 4.8. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının bitki başına verim üzerine etkisi

Pro-Ca	GA ₃	Verim (g/bitki)
0	0	5292.5a*
	50	5229.6ab
	100	5137.0abc
50	0	4554.3d
	50	5280.9a
	100	5004.9abcd
100	0	4720.8bcd
	50	4867.1abcd
	100	4653.1cd
200	0	4972.1abcd
	50	4649.7cd
	100	4892.5abcd
Ortalama		4937.87
S.Hata		49.38
Etkiler (P değerleri)		
Pro-Ca		0.003
GA ₃		0.542
Pro-Ca*GA ₃		0.050

*Aynı sütunda farklı harf ile gösterilen ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklıdır (Tekyönlü-ANOVA; Duncan Testi $p \leq 0.01$).



Şekil 4.1. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının bitki başına verim üzerine etkisi

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. Pro-Ca Uygulamalarının Fide Aşamasındaki Etkileri

Bir GA₃ inhibitörü olan Pro-Ca'nın, hıyar fidelerinin ilk gerçek yaprakları çıktığı zaman yapılan artan dozlardaki uygulamaları fidelerde incelenen morfolojik parametreler üzerinde farklı yönlerde etkili olmuştur. Fide boyu ve çapı artan Pro-Ca dozlarının etkisiyle kontrol bitkilerine kıyasla azalırken, kök kuru ağırlığında ise Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle önemli düzeyde artmıştır. Her ne kadar gövde yaş ve kuru ağırlıkları ile kök yaş ağırlıkları Pro-Ca uygulamalarından istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmiş olmasa da, Özellikle 50 ppm Pro-Ca uygulamalarındaki rakamsal artışlar dikkat çekmektedir.

Pro-Ca uygulamasının vegetatif büyümeyi sınırladığı ve gövde uzamasını baskıladığı bilinmektedir (Davies ve Curry, 1991; Hamano ve diğ., 2002). Büyüme durdurucular; bitkilerde hücre sayısında değişiklik göstermeden mevcut hücrelerin boylarını kısaltıp hücre bölünmesini yavaşlatmakta, boğum aralarının daralmasına sebep olarak bitki boyunun uzamasına engel olmaktadır. Ayrıca, bitkilerde subapikal bölgedeki meristem hücrelerin etkilenmesiyle hücrelerde boy kısalırken, gövde çapı ve hücre genişliğinin artmasına sebep olmaktadır (Weaver 1972; Özbaydur ve Özcan, 1990). Bulgularımızda önceki çalışmalarla uyumlu olarak Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle fide boyunda azalma belirlenirken, gövde çapında da doz artışıyla beraber azalış belirlenmiştir. Pro-Ca'nın yukarıda da belirtildiği gibi gövde çapını arttırdığı bildiren çalışmalar olduğu gibi bulgularımızı destekler nitelikte gövde çapını azalttığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır. Pro-Ca dozlarındaki artışın etkisiyle biber fidelerinde (Özbay ve Metin, 2016; Koçkar, 2019) ve hıyar fidelerinde (Başak, 2020) gövde çapının azaldığı bildirilmektedir.

Pro-Ca'nın bitkilerde GA₃ sentezi ve taşınımını engellemesi sonucu vegetatif büyümeyi sınırladığı ve gövde uzamasını engellediği, ayrıca aktif rolde olan GA1 düzeyini azaltarak GA1'in prekürsörü olan GA20'nin birikimini artırdığı bildirilmiştir (Evans ve diğ., 1999). Pro-Ca uygulamasının bulgularımızla uyumlu olarak fide boyunu azalttığı birçok araştırmacı tarafından farklı bitki türlerinde de belirlenmiştir. Metin (2009) biber fidelerine 25 ppm'den fazla uygulanan Pro-Ca'nın fide boyunu %25-31 oranında azalttığını; Çakırbay ve Dursun (2014) domates fidelerine yapraktan 150 ppm Pro-Ca uygulamasının fide boyunu %27.67 oranında azalttığını; Özbay ve Ergün (2015) patlıcan fidelerine 50, 100 ve 150 ppm dozlarında Pro-Ca uygulamasının fide boyunu sırasıyla

%27, %32 ve %38 oranında azalttığını; Aktaş (2017) domates fidelerinde Pro-Ca uygulamasının kontrole göre fide boyunu %15.23 oranında azalttığını; Akdemir (2018) marul fidelerinde Pro-Ca uygulamasının fide boyunun %14.19 ile 51.93 arasında azalttığını; Koçkar (2019) biber fidelerinde Pro-Ca uygulamalarının fide boyunu %20-37 oranında azalttığını; Başak (2020) hıyar tohumlarına uygulanan 50, 100 ve 150 ppm Pro-Ca dozlarının sırası ile %25, 56 ve 61 oranlarında, yapraktan spreyl şeklinde yapılan uygulamaların ise sırası ile %20, 28 ve 33 oranlarında fidelerde boy azalmasına sebep olduğunu bildirmiştir. Bulgularımızda da önceki çalışmalarla uyumlu olarak 50, 100 ve 200 ppm Pro-Ca uygulamaları fide boyunu kontrol bitkilerine kıyasla sırasıyla %9.9, %32 ve %36.8 oranlarında azaltmıştır.

Hıyar fidelerinde Pro-Ca uygulamalarının gövde yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkisi ile kök yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkisi farklılık göstermiştir. 50 ppm Pro-Ca dozunda hem gövde yaş-kuru ağırlığı hem de kök yaş-kuru ağırlıkları en yüksek değerde belirlenmiştir. 100 ve 200 ppm Pro-Ca dozlarında ise gövde yaş ve kuru ağırlıklarında bir miktar azalma belirlenirken, kök yaş ve kuru ağırlıklarında artış belirlenmiştir. Dolayısı ile Pro-Ca uygulamalarının büyüme üzerindeki baskılayıcı etkisinin gövde üzerinde köke kıyasla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun Pro-Ca'nın bitkideki taşınmasının aşağıdan yukarı yöne doğru olmasından kaynaklandığı ön görülmektedir (Evans ve diğ., 1997). Bulgularımızı destekler nitelikte, Aktaş (2017) domates fidelerine yapılan Pro-Ca uygulamasının gövde yaş, gövde kuru ve kök yaş ağırlıkları üzerine etkisinin önemli olmadığını bildirmiştir.

5.2. Pro-Ca ve GA₃ Uygulamalarının Dikim Sonrası Etkileri

Fide döneminde Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan dikim öncesi GA₃ uygulamaları bitki boy uzunlukları üzerine etkisi incelendiğinde; dikimden 15 gün sonra özellikle 50 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan artan dozlarda GA₃ uygulamasının etkisi kontrol bitkilerine kıyasla önemsiz belirlenirken, 100 ve 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilerde artan dozlarda GA₃ uygulamalarının bile boy uzunluklarındaki azalmayı engelleyemediği belirlenmiştir. Bu durum yüksek dozlardaki Pro-Ca uygulamalarının engellediği GA₃ sentezindeki azalmanın kısa sürede dışarıdan GA₃ uygulaması ile giderilemediği şeklinde yorumlanmıştır. Öngörümüzü destekler nitelikte dikimden 30 gün sonra yapılan boy ölçümlerinde Pro-Ca 100+GA₃ 50 ppm uygulamasında bitki boy uzunluğunun kontrol bitkileri ile istatistiksel olarak aynı grupta yer alırken, Pro-Ca 200+GA₃ 50 ppm uygulamasında bitki boyunun daha düşük belirlenmesi, Pro-Ca'nın yarılanma ömründen

dolayı GA₃ sentezini baskılayıcı etkisinin azaldığını göstermesi bakımından önemli bulunmuştur. Evans ve diğ. (1997) Pro-Ca'nın gibberellik asit inhibitörü etkisinin uygulanmasından sonraki 3-4 haftalık süreden sonra önemli düzeyde azaldığını bildirmektedir. Ancak bu süre uygulanan Pro-Ca dozunun yüksekliğine göre daha da uzayabilmektedir. Bulgularımızda da özellikle en yüksek Pro-Ca dozu olan 200 ppm uygulamasında dikimden 93 gün sonra bile durdurucu etkinin kısmen devam ettiği belirlenmiştir.

Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının dikim sonrası bitki boyu üzerine etkisi genel olarak değerlendirildiğinde, Pro-Ca'nın 50 ve 100 ppm dozlarındaki bitki boyunu baskılayıcı etkisinin GA₃ uygulamaları ile dikimden sonraki 15. günden itibaren ortadan kalktığı belirlenmiştir. Ancak 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilerde bitki boyu üzerindeki azaltıcı etkinin, GA₃ uygulamalarına rağmen dikimden sonraki 30. günde dahi devam ettiği belirlenmiştir. Bulgularımız fide döneminde boy kontrolünü sağlamak amacıyla uygulanan ve nispeten düşük dozlar olarak kabul edilen, 50 ve 100 ppm Pro-Ca dozlarının GA₃ sentezi üzerindeki inhibitör etkisinin fidelere dikim öncesi yapılacak 50 ve 100 ppm GA₃ uygulaması ile çok kısa bir sürede ortadan kaldırılabilceğini göstermesi bakımından önemli bulunmuştur. Bu sayede Pro-Ca'nın durdurucu etkisi dikim sonrası devam etmemiş olacak ve erkenciliğin yanı sıra vejetasyon süresinin daha verimli kullanılması sağlanmış olacaktır.

Bulgularımızı destekler nitelikte Pro-Ca'nın GA₃ inhibitörü olarak etkisinin dikim sonrasında da değişen oranlarda devam ettiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir. Hamano ve diğ. (2002), Pro-Ca uygulamalarının lahanada bitkilerinde kontrol bitkilerine kıyasla bitki boyunda azalmaya neden olduğunu; Aktaş (2017), domates bitkisinde dikimden deneme sonuna kadar yaptıkları 15 gün arayla boy ölçümlerinde bitki boyunun artan Pro-Ca dozlarıyla birlikte kontrol uygulamasına kıyasla 90 ppm Pro-Ca uygulamasında bitki boyunun %14.56 oranında azaldığını bildirmiştir. Uçan (2019), domates bitkilerinde dikimden 50.-60.-67.-74. ve 81. günlerde yaptığı boy ölçümlerinde artan dozlarda (25, 50, 100 ppm) paclobutrazol uygulamasının bitki boylarını kontrol uygulamalarına kıyasla azalttığını, ancak bulgularımızla da uyumlu olarak dikimden sonra geçen gün sayısındaki artışla bu etkisinin azaldığını bildirmiştir.

Büyümeyi baskılayıcı etkilerden bitkiyi erken dönemde çıkarmak için GA₃ uygulamaları yapılmış olup, bu uygulamalar hıyar bitkilerinde büyümeyi teşvik etmiştir. Upreti ve diğ. (2013), GA₃ uygulamalarının mango bitkisinin boy uzunluklarını artırdığını belirlemişlerdir. Uçan (2019), domates bitkilerine yapılan 50 ve 100 ppm GA₃

uygulamalarının bitki boyunu arttırdığını bildirmiştir. Patidar (2015), domates bitkisinde 10, 15 ve 20 ppm dozlarında GA₃ uygulamalarının bitki boyunda artış sağladığını saptamıştır. GA₃'ün etkilerinin zamanla azaldığı ve dikim sonrası 30. günde yaklaşık %17 olan bitki boy artışı, 90. günde %8.5'e kadar düştüğünü tespit etmiştir. Bulgularımızda da GA₃ uygulamalarının bitki boyu üzerinde oluşturduğu artış uygulamadan 15 gün sonra azalmaya başlamış, 30. günde sadece 100 ppm GA₃ dozunda etkili olmuş, deneme sonunda ise etkisi tamamen ortadan kalkmıştır. Bu durum dışarıdan uygulanan GA₃ uygulamasının bir defa yapıp tekrarlanmamasından dolayı etkinliğini kısa sürede yitirmesinden kaynaklanmış olabilir.

Bitki boyu üzerine Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının tek başına ve birlikte etkileri incelendiğinde, dikimden sonraki 15. ve 30. günlerde Pro-Ca uygulamalarının P<0.001 düzeyinde, deneme sonunda ise P<0.01 önem düzeyinde etkide bulunduğu belirlenmiştir. GA₃ uygulamalarının tek başına etkisi ise sadece dikimden sonraki 15. günde P<0.001 düzeyinde önemli belirlenirken, 30. günden sonraki etkisi önemsiz saptanmıştır. Uygulamaların interaksiyonlarının etkisi ise dikimden sonraki 15. günde P<0.05 düzeyinde önemli bulunurken, denemenin 30. günü ve deneme sonunda etkisi önemsiz belirlenmiştir. Bu durum Pro-Ca uygulamalarının etkisinin deneme sonuna doğru bir miktar azalsa da devam ettiği, ancak GA₃ uygulamalarının etkisinin deneme sonunda ortadan kalktığı şeklinde yorumlanmıştır.

Hıyar fidelerinde gövde çapı üzerine Pro-Ca uygulamalarının etkisi incelendiğinde ilk ve son ölçüme kadar olan farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bulgularımızı destekler nitelikte, Uçan (2019) domates bitkilerine 5 farklı zamanda uyguladıkları Pro-Ca'nın 50. gün gövde çapı ölçümleri hariç deneme sonuna kadar yapılan ölçümlerde gövde çapının arttırdığını bildirmiştir. GA₃ uygulamalarının bitki gövde çapı değerleri üzerine etkisinde ise, dikimden 30 gün sonra ve deneme sonu ölçümlerinde etki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmamızla uyumlu olarak Uçan (2019) farklı zamanlarda artan dozlarda domates bitkisine GA₃ uygulamasının bitki gövde çapını arttırdığını bildirmiştir. Tablo 4.3'te Pro-Ca uygulamaları ile GA₃ uygulamalarının gövde çapı değerleri üzerindeki interaksiyonu dikimin 93. günü hariç önemli bulunmuştur. Bulgularımız bitki boyunda olduğu gibi gövde çapı üzerine de Pro-Ca uygulamalarının etkinliğinin GA₃ uygulamalarından denemenin ilerleyen günlerinde daha etkin olduğunu göstermesi bakımından önemli bulunmuştur.

Bitki boğum arası uzunlukları Pro-Ca uygulamalarının tek başına etkisi istatistiksel olarak önemsiz belirlenmiştir. Bulgularımızı destekler nitelikte Ergun ve diğ. (2007) hıyar

bitkilerinde 50. ve 75. günlerde yaptıkları ölçümlerde Pro-Ca uygulamalarının boğum arası uzunluklarına etkisini istatistiksel olarak önemsiz belirlemiştir. Hekimci (2014) ve Tomaş (2016) farklı çalışmalarda incir ağaçlarına 125 ve 250 ppm Pro-Ca uygulamalarının boğum arası uzunluklara etkisini istatistiksel olarak önemsiz belirlemiştir.

Hıyar bitkilerinde GA₃ uygulamalarının bitki boğum arası uzunlukları üzerine etkisi incelendiğinde dikimin 15. gününde yapılan ölçümlerde fark istatistiksel olarak önemli belirlenmemişken, deneme sonunda yapılan ölçümlerde kontrol bitkilerine kıyasla boğum arası uzunlukları arttırmıştır. Bulgularımızı destekler nitelikte; Weaver ve McCune (1959), farklı üzüm çeşitlerine gibberellin solüsyonları verdiklerinde bütün çeşitlerde sürgün gelişimini teşvik ederek boğum aralarını uzattıklarını, Atlar (2006) uniconazole uygulanmış hercai menekşe bitkilerine 3 hafta sonra 10 ve 25 ppm GA₃ uygulamasının bitki boğum arası uzunluğu arttırdığını bildirmişlerdir. Pro-Ca gibberellinin biyosentezini engelleyerek vejetatif büyümenin ve internod uzunluğunun azalmasına neden olan bir bitki büyüme düzenleyicisidir (Kim ve diğ., 2007). Ancak bulgularımızda boğum arası uzunluğu üzerine Pro-Ca uygulamalarının etkisi dikimden 15 gün sonra istatistiksel olarak önemli olmasa da rakamsal olarak düşük düzeyde bir azalmaya sebep olsa da, dikimden deneme sonundaki ölçümlerde etkisinin 200 ppm Pro-Ca dozu haricinde tamamen ortadan kalktığı belirlenmiştir. Pro-Ca'nın 200 ppm dozundaki bu azalma ise istatistiksel olarak düşük bir önem düzeyinde saptanmıştır. Bu durumun çalışmamızda Pro-Ca uygulamalarından 26 gün sonra yapılan, 15. gün ve 104 gün sonra yapılan deneme sonu boğum arası ölçümlerinde belirlenmiş olması, Pro-Ca'nın hücre uzamasındaki baskılayıcı etkisinin bitki boy uzunluğuna göre boğum arası uzunluğu üzerinde daha çabuk ortadan kalktığını göstermesi bakımından önemli bulunmuştur.

Pro-Ca'nın 50, 100 ve 200 ppm uygulamalarının hıyar bitkilerinin gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli belirlenmemiştir. Ancak 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 50 ppm GA₃ uygulamasında en düşük gövde yaş ağırlığı 748.71 g olarak belirlenmiştir. Bu durum özellikle 200 ppm Pro-Ca dozunun büyüme üzerindeki baskılayıcı etkisinin azaltılmasında, 50 ppm GA₃ uygulamasının etkisinin yetersiz kaldığı, ancak 100 ppm GA₃ uygulamasının etkili olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Bulgularımızı destekler nitelikte Ergun (2007) hıyar fidelerine yapraktan 25, 50, 100 ppm; topraktan 2.5, 5, 10 mg/l Pro-Ca uygulamalarının gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi olmadığı bildirmiştir. Pro-Ca'nın hıyar bitkilerinde ağırlık kaybına neden olmayışının sebebi Pro-Ca uygulamalarıyla boğum aralarının daralmasıyla beraber bitki boyunun kısalıp gövde çapında kalınlaşmanın artması ile ilişkilendirilebilir.

GA₃ uygulamalarının etkisiyle hıyar bitkilerinin gövde yaş ağırlıklarında bir miktar artış belirlense de uygulamalar arasındaki bu fark istatistiksel olarak önemli belirlenmemiştir. Bulgularımızı destekler nitelikte Yıldırım (2019), sorgum bitkisinde farklı dozlarda (100, 200, 300 ppm) GA₃ uygulamasının gövde yaş ağırlığına etkisi olmadığını bildirmiştir. Ancak 200 ppm Pro-Ca dozu hariç, 50 ve 100 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 50 ppm GA₃ uygulamasının, GA₃ uygulanmamış bitkilere kıyasla gövde yaş ağırlığını bir miktar arttırmış olması dikkat çekmektedir. Ayrıca tüm uygulamalar içerisinde en yüksek gövde yaş ağırlığının da Pro-Ca 0+GA₃ 50 ppm uygulamasında (934.69 g) belirlenmiş olması, hıyar bitkisi için gerek 50 ve 100 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkiler, gerekse de durdurucu uygulanmamış bitkiler için 50 ppm GA₃ dozunun gövde yaş ağırlığı üzerinde ideal uygulama dozu olduğunu göstermesi bakımından önemli bulunmuştur. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının interaksiyonunun gövde yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz belirlenmiştir. Gövde yaş ağırlıkları 748.71 g ile 934.69 g arasında değişiklik göstermiştir.

Pro-Ca uygulamalarının hıyar bitkilerinin gövde kuru ağırlık üzerine etkisi incelendiğinde; 200 ppm Pro-Ca uygulaması hariç diğer uygulamalar sonucu gövde kuru ağırlıklarında kontrol bitkilerine göre azalma belirlenmiştir. Uygulanan Pro-Ca dozlarındaki artış ise gövde kuru ağırlığını önemli düzeyde arttırmıştır. Bulgularımızı destekler nitelikte Uğur ve Eser (2000), bir gibberellik asit inhibitörü olan paclobutrazol uygulamasının, domates bitkilerinin tarla koşullarında gövde kuru ağırlık değerlerinin kontrol bitkileriyle kısmen benzer olduğunu, Uğur ve Kavak (2007), paclobutrazol uygulanan domates fidelerinin 25. günde gövde kuru ağırlıklarının kontrolle kısmen benzer olduğunu 35. günde ise kontrolle aynı istatistik grupta yer aldığını bildirmişlerdir. Aktaş (2017) domates bitkilerinde Pro-Ca uygulamalarının gövde kuru ağırlıkları üzerine etkisinin önemli olmadığını bildirmiştir. 200 ppm Pro-Ca dozunun bitki boyu üzerinde büyümeyi baskılayıcı etkisi deneme sonunda dahi kısmen devam ederken, gövde yaş ve kuru ağırlıkları üzerinde kontrol bitkilerine kıyasla deneme sonunda artırıcı etki oluşturmuş olması, Pro-Ca'nın aslında tam anlamı ile bir büyüme engelleyici olarak kabul edilmemesi gerektiğini göstermektedir.

GA₃ uygulamalarının hıyar bitkilerinin gövde kuru ağırlık üzerine etkisi incelendiğinde uygulamalar arasında istatistiksel bir farkın belirlenmediği, kontrol uygulamaları ile aynı istatistiksel grupta yer aldığını bildirmişlerdir. Bulgularımızı destekler nitelikte Yıldırım (2019) sorgum bitkisine farklı dozlarda (100, 200, 300 ppm) GA₃ uygulaması sonucu sürgün kuru ağırlıklarında istatistiksel bir fark meydana gelmediğini belirtmiştir. Gövde kuru ağırlıklarının da gövde yaş ağırlıklarında olduğu gibi, 50 ve 100 ppm Pro-Ca

uygulanmış bitkilere yapılan GA₃ uygulamalarının etkisiyle artış göstermesi, Pro-Ca'nın engelleyici etkisini gidermede GA₃ uygulamalarının etkili olduğunu göstermektedir. Ancak GA₃'ün bu olumlu etkisi 200 ppm Pro-Ca dozunda yeterli olmamıştır. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının interaksiyonunun gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz belirlenmiştir. Gövde kuru ağırlıkları 164.06 g ile 219.25 g arasında farklılık göstermiştir.

Meyve eti sertliği Pro-Ca uygulamalarının etkisi ile artış göstermiş ve Pro-Ca dozları arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bulgularımızı destekler nitelikte Geene (1999), Pro-Ca'nın elmalarda hasat olumuna gelen meyvelerde meyve eti sertliğini arttırdığını, Altuntaş (2016) ise domateste 30 ppm Pro-Ca uygulamasının meyve eti sertliğini arttırdığını bildirmiştir.

Meyve eti sertliği üzerine GA₃ uygulamalarının etkisi incelendiğinde, artan dozlarda GA₃ uygulaması istatistiksel olarak önemli olmasa da meyve eti sertliğini arttırmıştır. Bulgularımızla uyumlu olarak; Kassem ve diğ., (2011) hünnapda, Meland ve diğ., (2014) kirazda, Harman ve Sen (2016) erikte, Bektaş (2019) hünnapta GA₃ ile muamele edilmiş meyvelerden daha sert meyve eti elde etmişlerdir. Pro-Ca'nın meyve eti sertliğini arttırmasında içeriğinde bulunan Ca'un etkili olduğu tahmin edilmektedir. Ancak 100 ve 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 100 ppm GA₃ uygulamasının meyve eti sertliği azaltmış olması da dikkat çekici bir bulgu olarak değerlendirilmiştir.

SÇKM üzerine Pro-Ca uygulamalarının etkisi ile 50 ppm dozunda kontrol bitkilerine kıyasla bir miktar artış gösterirken, 100 ve 200 ppm dozlarında doz artışıyla beraber önemli düzeyde azalmıştır. Altuntaş (2016), domates bitkilerine yapılan düşük dozlarda (15 ve 45 ppm) Pro-Ca uygulamasının SÇKM değerini arttırdığını bildirmiştir. Yüksek Pro-Ca dozlarında SÇKM değerinde belirlediğimiz azalmayı destekler nitelikte; Geene (1999), Guak ve diğ. (2004), Medjdoub ve diğ. (2004), Çağlar ve Ağca (2009), Karaca (2017) elmada yüksek Pro-Ca dozlarının SÇKM miktarını azalttığını bildirmişlerdir.

SÇKM üzerine GA₃ uygulamalarının etkisi incelendiğinde uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli belirlenmemiştir. Bulgularımızı destekler nitelikte, Cline ve Trought (2007), Yildirim ve Koyuncu (2010), Levent (2020) kiraz bitkisinde GA₃ uygulamalarının herhangi bir etki yaratmadığını saptamışlardır. SÇKM üzerine Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. SÇKM değerleri 3.23 ile 4.58 Brisk değerleri arasında değişim göstermiştir.

Pro-Ca uygulanmış bitkilerin pH değerleri, kontrol bitkilerine kıyasla istatistiksel olarak önemli düzeyde azalma gösterse de, Pro-Ca dozlarındaki artışın etkisi önemli

bulunmamıştır. Bulgularımızı destekler nitelikte; Tomaş (2016) incir bitkisinde artan dozlarda Pro-Ca uygulamasının meyve pH değeri üzerine etkisi olmadığını bildirmiştir. Ancak, Çağlar ve Ağca (2009), Karaca (2017) ise bulgularımızın aksine elma ağaçlarına artan dozlarda Pro-Ca uygulamasının meyve pH değerlerinde artışa neden olduğunu bildirmiştir.

Sadece GA₃ uygulanmış bitkilerin pH değeri kontrol bitkilerine kıyasla uygulama dozundaki artışla beraber azalma gösterse de, Pro-Ca ve GA₃'in birlikte uygulanmasının pH değeri üzerine önemli bir etkisi belirlenmemiştir. Bulgularımızı destekler nitelikte Eriş ve Barut (1992) zeytin ağacında, Pehlivan ve diğ. (2012), ile Levent (2020) kiraz ağaçlarında, Alım ve Uzun (2017) siyah mersin bitkisinde uyguladıkları GA₃ uygulamalarının pH değeri üzerine etkisi olmadığını bildirmiştir.

Meyve boyu üzerine Pro-Ca uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz belirlenmiştir. Araştırmamızı destekler nitelikte Tomaş (2016) incirde, Karaca (2017) elmada Pro-Ca uygulamasının meyve iriliğine etkisi olmadığını bildirmiştir. Geene (1999), Gleen ve Miller (2005), elmada; Smit ve diğ. (2005) armutta gerçekleştirdiği Pro-Ca uygulamasının meyve iriliğinde azalmaya yol açtığını, Çağlar ve Ağca (2009) elmada uyguladıkları Pro-Ca uygulamasının meyve iriliğinin artırdığını bildirmişlerdir. Hıyar gibi kısa sürede meyve iriliği artabilen bitkilerde hasadın biraz erken veya geç yapılması meyve uzunluğu ve çapında önemli değişimler ortaya çıkarabilmektedir. Önceki çalışmalardan farklı olarak uygulamaların hıyar bitkisinin meyve büyüklüğü üzerine önemli bir etkisinin belirlenmemiş olması bitkinin bu özelliğinden kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmektedir.

Meyve boyu üzerine GA₃ uygulamalarının da etkisi istatistiksel olarak önemsiz belirlenmiştir. Araştırmamızı destekler nitelikte, Tomaş (2016) incir ağaçlarında, Alım ve Uzun (2017) siyah mersin bitkisinde, Bektaş (2019) hünnapda yaptıkları GA₃ uygulamalarının meyve iriliği üzerine etkisi olmadığını bildirmiştir. Bulgularımızdan farklı olarak Kassem ve diğ., (2011) hünnapda, Cline ve Trought (2007); Yildirim ve Koyuncu (2010), Zhang ve Whiting (2011) kirazda ve Marzouk ve Kassem (2011) üzümde GA₃ uygulamalarının meyve büyüklüğünü artırdığını bildirmişlerdir. Meyve boyu üzerine Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz belirlenmiştir. Meyve boyu değerleri 16.94 cm ile 19.14 cm arasında değişiklik göstermiştir.

Meyve çapı üzerine hem Pro-Ca uygulamalarının hem de GA₃ uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz belirlenmiştir. Bulgularımızı destekler nitelikte Atay (2013) ve Karaca (2017) elmada, Tomaş (2016) incirde, Altuntaş (2016) domateste Pro-Ca

uygulamasının meyve çapına etki etmediğini bildirmiştir. Levent (2020) kirazda uyguladığı GA₃ uygulamalarının meyve çapı üzerine etkisi olmadığını bildirmiştir. Ancak Balkı ve diğ. (2019) portakalda, Ramezani ve Shekafandeh (2009), Aslantaş (2012) elma, armut, kiraz, vişne, erik, üzüm, yabanmersini ve frenküzümü gibi pek çok meyve türünde, Alım ve Uzun (2017) siyah mersinde gibberellik asit uygulamalarının meyve çapını arttırdığını bildirmişlerdir.

Meyve apı üzerine Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz belirlenmiştir. Meyve apı değeri 28.25 mm ile 31.83 mm arasında değımiştir. Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle kontrol bitkilerine kıyasla klorofil a içeriğinde önemli düzeyde artış belirlenirken; Pro-Ca dozlarındaki artışın klorofil-a içeriğinde azalmaya sebep olduğı tespit edilmiştir. Klorofil-b içeriğı ise Pro-Ca uygulamalarının etkisi 50 ppm Pro-Ca dozunda kontrol bitkilerine kıyasla istatistiksel olarak önemli düzeyde bir artış gösterirken, 100 ve 200 ppm dozlarında ise bir miktar düşüş göstermiş ancak oluşan farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Toplam klorofil ve karotenoid içerikleri üzerine Pro-Ca uygulamalarının etkisi kontrol bitkilerine kıyasla önemli düzeyde artış göstermiştir. Pro-Ca uygulamalarının yaprak pigmentasyonu üzerine etkisi genel olarak değılendirildiğinde, Pro-Ca 50 + GA₃ 0 ppm uygulamasının klorofil ve karotenoid içerikleri üzerine tüm uygulamalar içerisinde en olumlu etkiyi gösterdiği ve en yüksek değeri bu uygulamada oluştğı belirlenmiştir. Pro-Ca'nın yaprak klorofil miktarını arttırmasında daralan yaprak alanından dolayı birim alana düşen klorofil miktarının artmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Sebastian ve diğ., 2002). Bulgularımızı destekler nitelikte Weaver (1972), süs bitkilerinde büyüme engelleyicilerin yaprakların klorofil içeriğini arttırarak yeşil rengini daha da arttırdığını bildirmiştir. Uslu ve Özgür (2002), genç fide döneminde büyümenin kontrol altına alınabilmesi için uyguladıkları büyüme durdurucuların fidelerde kloroza, büyüme ve gelişmenin ise baskılandığını bildirmişlerdir. Bazzocchi ve Giorgioni (2003) süs lahanasında 100 ve 200 ppm Pro-Ca uygulamasının, Özbay ve Ergün (2015) patlıcan bitkisinde 100 ve 150 ppm Pro-Ca dozlarının, Kang ve diğ. (2010) 200 ve 400 ppm Pro-Ca uygulamalarının Çin lahanasında yaprak pigment düzeylerini arttırdığını bildirmişlerdir. Tsegaw ve diğ. (2005), patates bitkisine uygulanan 0, 45, 67.5, 90 ppm Paclobutrazol'un kontrol bitkilerine kıyasla bitkilerin yapraklarında klorofil a ve b miktarlarını arttırdığını, Köseadağ ve Özgür (2013) marul bitkilerine 0, 50, 100, 200 ppm PBZ uygulamalarının klorofil-a değeri kontrol bitkilerine kıyasla arttırdığını, Özbay ve Metin (2016), Koçkar (2019) biber bitkilerinin klorofil içeriklerinde de artış olduğunu bildirmişlerdir.

GA₃ uygulamalarının klorofil ve karotenoid içerikleri üzerine etkisi incelendiğinde; sadece GA₃ uygulanmış bitkilerde 50 ppm GA₃ uygulaması klorofil b içeriği hariç diğer pigment parametrelerinde kontrol bitkilerine kıyasla önemli düzeyde artışa sebep olmuştur. Pro-Ca ve GA₃'ün birlikte etkisi incelendiğinde ise; 50 ppm Pro-Ca dozunda GA₃ uygulamaları pigment içeriklerinde düşüşe sebep olurken, 100 ve özellikle de 200 ppm Pro-Ca dozlarında GA₃ uygulamaları artışa sebep olmuştur. Bu durumun 50 ppm Pro-Ca'nın inhibitör etkisinin ortadan kalkmasıyla bitki dokularındaki GA₃ düzeyinin artması sonucu hızlı bir büyüme oluşması ve dolayısı ile klorofil miktarlarında azalma olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Kacar ve diğ., 2006; Shah, 2007). Bulgularımızı destekler nitelikte; Erdemli (2015) tarafından bir yağ bitkisi olan ayçiçeğine artan dozda GA₃ uygulamalarının klorofil içeriğini azalttığı bildirilmiştir. Ayrıca Mary ve Merina (2012) bamyada tuz stresi altındaki bitkilere GA₃ uyguladıklarında klorofil a ve klorofil b içeriğinin azaldığını, Tsiakaras ve diğ. (2014) ise marulda artan azot dozlarının klorofil içeriğini arttırmasına rağmen, GA₃ uygulaması yapıldığında klorofil içeriğinin azaldığı, Shah (2007) tarafından hardalda GA₃ uygulamasıyla klorofil miktarının azaldığı, Korkmaz ve diğ. (2020), tuz stresi altında yetiştirilen kolzada artan GA₃ dozlarının klorofil içeriğini azalttığını bildirmişlerdir. Bulgularımızda 100 ve özellikle de 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan GA₃ uygulamalarının yaprak klorofil ve karotenoid içeriklerini arttırmalarında ise Pro-Ca'nın yüksek dozlarının inhibitör etkisinin GA₃'ün teşvik edici etkisinden daha baskın olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Pro-Ca uygulamalarının bitki başına verim üzerine etkisi incelendiğinde; 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkiler hariç diğer uygulamalarda bitki başına verim Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle kontrol bitkilerine kıyasla istatistiksel olarak da önemli düzeyde azalmıştır. Bulgularımızı destekler nitelikte; Metin (2009) biberde, Özbay ve Ergun (2015) patlıcanda Pro-Ca uygulamalarının bitki başına verimi azalttığını bildirmiştir.

Her ne kadar bulgularımızda Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle verimde bir miktar düşüş belirlense de Pro-Ca uygulamalarının stres koşullarındaki bitkilerde verim ve kaliteyi arttırdığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır. Pro-Ca uygulamalarının; Kang ve diğ. (2010), soğuk stresine maruz kalan lahana bitkisinde verim ve kaliteyi arttırdığını, Albrecht ve diğ. (2004) elmada çiçek ve yapraklarda antioksidan savunma sistemini aktif hale getirerek soğuk zararını azalttığını, Spinelli ve diğ. (2005) bitkilerde luteoforol düzeyini arttırarak patojenlere karşı bitki direncini arttırdığını bildirmişlerdir. Dolayısı ile Pro-Ca uygulamasının stres koşullarına karşı bitki toleransını arttırıyor olması, bulgularımızda belirlediğimiz verimdeki bir miktar azalma kabul edilebilir bir durum

olarak değerlendirilmiştir. Deneme boyunca olmasa da, yetiştiricilik sũrecinde bitkilerin karşılaşabilecekleri stres koşullarına karşı Pro-Ca uygulamasının sağlayacağı direnç avantaj oluşturabilir.

GA₃ uygulamalarının hıyar bitkilerinin bitki başına verim ũzerine etkisi incelendiğinde; GA₃ dozlarının artışıyla rakamsal olarak kontrol bitkilerine kıyasla bir azalma meydana gelse de bu azalma istatistiksel olarak ȳnemli belirlenmemiştir. Bulgularımızı destekler nitelikte Yıldız (2011) GA₃ (35, 70, 140, 210 ppm) uygulamalarının asmalarda sofralık yaş ũzũm veriminde, Levent (2020) kirazda 20 ve 40 ppm GA₃ uygulamalarının verim ũzerine istatistiksel olarak bir ȳnemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Bitki başına verimde ȳzellikle 50 ppm GA₃ uygulamasının, 50 ve 100 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilerde verimi arttırıcı etki gȳstermiř olması, diğer parametrelerde de 50 ppm GA₃ uygulamasında belirlenen olumlu katkının verim ũzerinde de etkili olduğunu gȳstermesi bakımından ȳnemli bulunmuştur. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının interaksiyonunun bitki başına verim ũzerine etkisi istatistiksel olarak ȳnemli dũzeyde belirlenmiştir. Bitki başına verim 4554.3 g ile 5280.9 g aralığında değişkenlik gȳstermiřtir.

5.3. Sonuç

Hazır fide kullanımının yaygınlaştığı günümüzde, fide işletmelerinin fidelerde boy kontrolünü sağlamada en fazla tercih ettikleri yöntemlerin başında gibberellik asit sentezini engelleyerek aşırı boylanmayı baskılayan kimyasalların uygulanması gelmektedir. Bir gibberellik asit inhibitörü olan Pro-Ca'da yarılanma ömrününün kısalığından dolayı bu amaçla kullanılmaktadır. Fidelerde boy kontrolünü sağlamak amacıyla kullanılan bu tür inhibitör maddelerin özellikle uygulama dozundan kaynaklanan dikim sonrasında da durdurucu etkisinin devam etmesi olumsuz sonuçlarından dolayı istenmeyen bir durumdur. Bu çalışmada fide aşamasında düşük, orta ve yüksek doz olarak belirlenen 50, 100 ve 200 ppm Pro-Ca uygulamalarının dikim sonrası bitkilerin gelişimi ve verimi üzerinde oluşturabileceği etkilerin, dikim öncesi yapılan GA₃ uygulamaları ile ne şekilde değiştirilebileceği araştırılmıştır.

Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular fide aşaması ve dikim sonrası olmak üzere genel olarak değerlendirildiğinde;

Hıyar fidelerine ilk gerçek yapraklarının çıktığı aşamada uygulanan Pro-Ca dozlarının, dikim büyüklüğüne gelmiş hıyar fidelerinde boy kontrolünü sağlamada etkili olduğu belirlenmiştir. Fidelerin boyu ve gövde çapı artan Pro-Ca dozlarının etkisiyle kontrol bitkilerine kıyasla önemli düzeyde azalmıştır. Ancak kök kuru ağırlıkları Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle artmıştır. Gövde yaş ve kuru ağırlıkları ile kök yaş ağırlıkları ise özellikle 50 ppm Pro-Ca uygulamasında artış göstermiştir. Fide aşamasındaki bulgularımız, Pro-Ca'nın 50 ve 100 ppm dozlarının fidelerde boy kontrolünü sağlamada, incelenen diğer morfolojik parametrelerde önemli düzeyde azalmaya sebep olmadan, dolayısı ile fide kalitesini koruyarak, etkili olduğunu göstermektedir.

Pro-Ca uygulanmış fidelere dikim öncesi uygulanan GA₃ dozlarının dikim sonrası bitki gelişimi ve verimi üzerine etkilerinde ise, Pro-Ca'nın 50 ve 100 ppm dozlarının bitki boyunu baskılayıcı etkisinin GA₃ uygulamaları ile dikimden sonraki 15. günde devam ederken, 30. günde tamamen ortadan kalktığı belirlenmiştir. Ancak 200 ppm Pro-Ca uygulamasının bitki boyu üzerindeki azaltıcı etkisinin uygulanan GA₃ dozlarına rağmen kısmen deneme sonunda dahi devam ettiği tespit edilmiştir. Deneme sonunda yapılan gövde çapı ölçümlerinde, bitki boyunun tersine en yüksek gövde çapları 100 ve 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 0 ve 50 ppm GA₃ uygulamalarında belirlenmiştir. Sadece GA₃ uygulanmış bitkilerin boğum arası uzunlukları deneme sonunda kontrol

bitkilerinden yüksek iken, 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilerde GA₃ uygulanmasına rağmen boğum arası daha düşük belirlenmiştir.

Gövde yaş ve kuru ağırlıklarında en belirgin artış 200 ppm Pro-Ca uygulamasında belirlenirken, bu bitkilere yapılan GA₃ uygulaması hem gövde yaş hem de gövde kuru ağırlıklarını azaltmıştır. Ancak 50 ve 100 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilerde GA₃ uygulaması gövde yaş ve kuru ağırlıklarını arttırmıştır.

Meyve boyu ve çapı üzerine uygulamaların önemli bir etkisi belirlenmezken, meyve eti sertliği ve SÇKM değerleri GA₃ uygulaması ile artmış, pH ise azalmıştır. Pro-Ca uygulamaları meyve eti sertliğini arttırırken, SÇKM ve pH değerlerini azaltmıştır.

En yüksek yaprak pigment miktarı sadece 50 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilerde belirlenirken, klorofil b içeriği yüksek Pro-Ca uygulamalarından olumsuz etkilenmiştir. Pro-Ca ve GA₃'ün birlikte uygulanması yaprak pigment içeriklerinde düşük Pro-Ca (50 ppm) dozunda azalmaya, yüksek Pro-Ca (100 ve 200 ppm) dozlarında artışa sebep olmuştur.

Bitki başına verim kontrol bitkilerine kıyasla, gerek Pro-Ca gerekse de GA₃ uygulamalarının etkisiyle azalma gösterse de, Pro-Ca ve GA₃'ün birlikte uygulandığı bitkilerde özellikle 50 ppm GA₃ uygulamasında bir miktar artış belirlenmiştir.

Sonuç olarak; fide aşamasında uygulanan Pro-Ca'nın dikim sonrası bitkiler üzerinde oluşturabileceği büyümeyi baskılayıcı etkiyi gidermede, GA₃ uygulamalarının etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle 50 ve 100 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 50 ppm GA₃ uygulaması verim başta olmak üzere, incelenen parametrelerin çoğunda olumlu etkiler sağlamıştır. İleride yapılacak çalışmalarda, değişik sebze türlerinde de Pro-Ca ve GA₃'ün farklı uygulama yöntemlerinin ve dozlarının denenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akdemir, S. 2018, *Marul (Lactuca sativa L.) fide kalitesi ve bitki gelişimi üzerine paclobutrazol ve prohexadione-calcium uygulamalarının etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir.
- Aktaş, Z., 2017, *Melis F₁ domates çeşidine Pro-Ca ve farklı gübre uygulamalarının fide gelişimi ve kalitesine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Akter, N., Islam, MR., Karim, MA., Hossain, T., 2014, Alleviation of drought stress in maize by exogenous application of gibberellic acid and cytokinin, *J Crop Sci Biotechnol* ,17: 41–48.
- Albrecht, E., Schmitz-Eiberger, M., Brauckmann, M., Rademacher, W. Ve Noga, G., 2004, Use of Prohexadione-Calcium, Vitamin E, and Glycerine for the Reduction of Frost Injury in Apple (*Malus domestica*) Flowers and Leaves, *Europ. J. Hort. Sci.*, 69 (2). S. 59–65.
- Alım, E., ve Uzun, H.İ., 2017, Siyah mersin bitkisinde (*Myrtus communis* L.) gibberellik asit (GA₃) uygulamalarının meyve kalitesi ve çekirdeksizlik üzerine etkileri, *Derim Dergisi*, 34(2):113-121.
- Altuntaş, Ö., 2016, Prohexadione-calcium uygulamalarının domateste bitki büyümesi besin element alımı ve meyve kalitesi üzerine etkileri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(1), 98-105.
- Anonim, 2020, *FİDEBİRLİK Fide üreticileri alt birliği yıllara ve illere göre üye sayısı*, <http://www.fidebirlik.org.tr/uyelik/fidebirlikin-yillara-ve-illere-gore-uye-sayisi/> [Erişim Tarihi: 20.12.2020].
- Arnon, D.J., 1949, Cooper enzymes in isolated chloroplast: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*, *Plant Physiology, American Society of Plant Biologists* v.24, p. 1-15.
- Aslantaş, R.; Güleriyüz, M., 2003, Çilekte CaO uygulamalarının meyve kalitesi ve raf ömrü üzerine etkilerinin belirlenmesi, *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 23-25 Ekim, Ordu, s.283-287.
- Aslantaş, R., 2012, *Büyümeyi düzenleyici maddelerin bahçe bitkilerinde kullanımı ve önemi*, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü (Ders Notu), Erzurum.
- Atay, A.N., 2013, *Bazı bitki büyüme düzenleyicilerinin golden delicious elmasında çiçeklenme düzensizliği, verim ve vegetatif gelişime etkileri*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Atlar, S., 2006, *Bazı mevsimlik çiçeklerde boylanmanın kontrolü üzerine uniconazole ve gibberellik asit uygulamalarının etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

- Balkıç, R., Gübbük, H., Altınkaya, L., 2019, Gibberellik asit (GA₃) uygulamasının ‘Washington Navel’ portakalında derim öncesi meyve dökümü ve meyve kalitesi üzerine etkileri, *Bahçe*, 48(2): 73–78.
- Baninasab, B., 2009, Amelioration of chilling stress by paclobutrazol in watermelon seedlings. *Scientia horticulturae*, 121(2), 144-148.
- Başak, H., 2020, Prohexadione-calcium uygulama yöntemlerinin hıyar (*Cucumis sativus* L.) fidelerinin gelişimi ve yaprak pigmentasyonu üzerine etkileri, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* Cilt 36, Sayı 2.
- Bazzocchi, R., ve Giorgioni, M.E., 2003, Effects of prohexadione-ca, uniconazole and paclobutrazol on ornamental kale growth and performance under high temperatures, *Acta Horticulturae* 614 (2):499-505.
- Bektaş, E., 2019, *Hünnap meyvesinin (Ziziphus jujuba mill.) çatlaması üzerine farklı uygulamaların etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Boztok, S., 2002, Süs bitkilerinde büyüme düzenleyicilerin kullanım alanları. 2. Ulusal süs bitkileri kongresi, Antalya Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, *Tübitak Yayınları*, s.361-368.
- BÜGEM, 2019, *Yıllara göre sebze üretim miktarları*, [http://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla ve Bahçe Bitkileri](http://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tarla%20ve%20Bahce%20Bitkileri), [Erişim Tarihi: 10.11.2020].
- Cai, Y., Shao, L., Li, X., Liu, G., ve Chen, S., 2016, Gibberellin stimulates regrowth after defoliation of sheeppass (*Leymus chinensis*) by regulating expression of fructan-related genes, *Journal of plant research*, 129(5), 935-944.
- Cline, J. A., ve Trought, M., 2007, Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of Bing and Sam sweet cherries, *Canadian journal of plant science*, 87(3), 545-550.
- Çağlar, S., ve Ağca, Z. 2009, Pro-Ca uygulamasının Mondial Gala/ M.9 elma ağaçlarının gelişimi ve bazı meyve özellikleri üzerine etkisi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 2, (2):101-106.
- Çakırbay, İ.F., ve Dursun, A., 2014, Prohexadione-calcium uygulamalarının domates (*Lycopersicon esculentum* L.) fide kalitesi üzerine etkileri, *10. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 2-4 Eylül, Tekirdağ.
- Çopur, H. ve Sarı, N., 2011, Sera hıyar fidesi üretiminde paclobutrazol ve bakır sülfat uygulamalarının fide büyümesi üzerine etkileri, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 1-12.
- Çürük, P., Tolga, İ., Koçak, M., Tütüncü, M., Tagipur, E., Şimşek, Ö., Mendi Y. ve Özgüven, A.I., 2012, Gibberellik asit (GA₃) uygulamalarının *Iris germanica* (Süsen)’da gelişme ve çiçeklenme üzerine etkileri, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 21-26.
- Dash, A., 2013, *Effect of growth regulating substances on the vegetative growth & flowering of gerbera*, Department of Floriculture & Landscaping College of

Agriculture Orissa University Of Agriculture And Technology Bhubaneswar-751003, Odisha 2015.

- Davies, T.D. ve Curry, E.A., 1991, Chemical regulation of vegetative growth. crit. rev. *Plant Sci.*, 10:151-188.
- Demir, K., Çakırer, G., Özkök, A., 2014, Ülkemizde sebze fidesi üretiminin durumu, sorunları ve çözüm önerileri, *Tarım Gündem*, 22-24.
- Demir, K., ve Başak, H., 2008, Sebze fidelerinde büyüme kontrolü sağlayan uygulamalar, *Türkiye III. Tohumculuk Kongresi*, Kapadokya, pp. 207-210.
- Erdemli, H., 2015, *Ayçiçeği (Helianthus annuus L.)’de giberellik asit dozlarının verim ve abiyotik stres koşullarında çimlenme üzerine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ergin, N., 2014, *Farklı giberellik asit dozları ve uygulama zamanlarının nohutta (Cicer arietinum L.) verim ve verim öğeleri üzerine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ergun, N., 2007, *Prohexadione-calcium uygulamalarının hıyarda fide kalitesi ve bitki gelişimi üzerine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ergun, N., Çağlar G., Özbay N. ve Ergun M., 2007, Hıyar fide kalitesi ve bitki gelişimi üzerine prohexadione-calcium uygulamalarının etkileri. *Bahçe*, 36 (1) , 49-60.
- Eriş A., ve Barut, E., 1992, *Gemlik zeytin çeşitinde bilezik alma, seyreltme ve büyümeyi düzenleyici kimyasal maddelerin verim, kalite ve periyodisiteye etkileri üzerine bir araştırma*, Yayınlanmamış doktora tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Evans, R. R., Evans, R.E. and Rademocher, W.1997, Prohexadionecalcium for suppression of vegetative growth in eastern apples, *Acta Horticulturae* 451: 663-666.
- Evans, J.R., Evans, R.R. Regusci, C.L. ve Rademacher, W. 1999, Mode of action, metabolism and uptake of bas 125 w, prohexadione calcium, *Horticult. Sci.* 34, 1200-1201.
- FAO, 2019, *Food And Agriculture Organization 2019 years vegetable data*, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL> [Erişim Tarihi: 20.11.2020].
- Geene, D.W., 1999, Tree growth management and fruit quality of apple trees treated with prohexadione-calcium (BAS 125). *HortScience*, 34(7): 1209–1212.
- Giannakoula, A., Ilias, I. 2007, *Işığa ve proheksadion-kalsiyumdan etkilenen domates yapraklarının klorofil floresan ve fotosistem II aktivitesi*, WSEAS Uluslararası Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konferansı Arcachon Kitabı, Arcachon: Dünya Bilim ve Mühendislik Akademisi ve Cemiyeti, s.49-56.
- Glenn, D.M., Miller, S.S., 2005, Effects of apogee on growth and whole-canopy photosynthesis in spur 'delicious' apple trees, *HortScience*, 40(2): 397–400.

- Guak, S., Beulah, M. ve Looney N.E. 2004, Controlling growth of super-spindle 'gala'/m9 apple trees with Prohexadione-Calcium, NAA and Ethephon, *Acta Horticulturae*, 653: 139-144.
- Gül, A., 2008, *Topraksız Tarım*, Hasat yayıncılık, ISBN 978-975-8377-66-4.
- Günay, A., 1993, Özel Sebze Yetiştiriciliği, *Ankara Üniv. Zir. Fak. Cilt V*: 49-57.
- Hamano, M., Yamato, Y., Yamazaki, H. ve Miura, H., 2002, Endogenous gibberellins and their effects on flowering and stem elongation in cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata), *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 77 (2):220-225.
- Harman, Y., ve Sen, F., 2016, The effect of different concentrations of pre-harvest gibberellic acid on the quality and durability of 'Obilnaja' and 'Black Star' plum varieties, *Food Science and Technology*, 36(2), 362-368.
- Hekimci, B., 2014, İncir (*Ficus carica* cv. 'Bursa Siyahı') fidanlarında farklı uygulamaların bodurlaştırma üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Hoagland, D.R., Arnon, D.J., 1950, Government publication, *State or province government publication*, The water-culture method for growing plants without soil, California agricultural experiment station, 347 (2) 32s.
- Ilias, I., Ouzounidou, G., Giannakoula, A., ve Papadopoulou, P., 2007, Effects of gibberellic acid and prohexadione-calcium on growth, chlorophyll fluorescence and quality of okra plant. *Biologia Plantarum*, 51(3), 575.
- Kacar, B., Katkat, A.V. ve Öztürk, Ş., 2006, Bitki fizyolojisi, *Nobel yayınları*, 2. Baskı, Ankara, 563s.
- Kamiya, Y., Kobayashi, M., Fujioka, S., Yamane, H., Nakayama, I. ve Sakurai, A., 1991, Effects of a plant growth regulator, prohexadione calcium (BX-112), on the elongation of rice shoots caused by exogenously applied gibberellins and helminthosporol, *Plant and cell physiology part II*, 32(8), 1205-1210.
- Kang, S. M., Kim, J. T., Hamayun, M., Hwang, I.C., Khan, A. L., Kim, Y. H., ve Lee, I. J., 2010, Influence of prohexadione-calcium on growth and gibberellins content of Chinese cabbage grown in alpine region of South Korea. *Scientia Horticulturae*, 125(2), 88-92.
- Kaptan, M.A. 2006, *Topraksız kültür ortamında yapılan hıyar yetiştiriciliğinde farklı azot dozlarının verim ve bazı kalite unsurları üzerine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Karaca, N.U., 2017, *Pro-Ca (Prohexadione-Calcium) uygulamasının çöğür ve MM 106 üzerine aşılı starkırmson delicious elma çeşidinde ağaç gelişimi ve meyve özellikleri üzerine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

- Kassem, H.A., Al-Obeed, R.S., Ahmed, M.A., ve Omar, A.K.H., 2011, Productivity, fruit quality and profitability of jujube trees improvement by preharvest application of ago-chemicals, *Middle-East J. Sci. Res.* 9, 628-637.
- Kaya, Y., Zengin, M., Yılmaz, F.G., Gezgin, S., 2018, Gibberellik asit ve çinko uygulamalarının marulun verim ve verim unsurlarına etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32(3), 373-380.
- Kim, H.Y., Lee, I.J., Hamayun, M., Won, J.G., Hwang, I.C ve Kim, K.U., 2007, Effect of prohexadione calcium on growth components and endogenous gibberellins contents of rice (*Oryza sativa* L.), *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193 (6), 445-451.
- Kim, H.M., Lee, H.R., Kang, J.H., ve Hwang, S.J., 2019, Prohexadione-calcium application during vegetative growth affects growth of mother plants, runners, and runner plants of maehyang strawberry, *Agonomy*, 9(3), 155.
- Koçkar, E., 2019, *Prohexadione-calcium uygulamalarıyla biberde fide döneminde kuraklık stresine karşı toleransın artırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl.
- Korkmaz, K., Akgün, M., Kırılı, A., Özcan, M.M., Dede, Ö., Kara, Ş.M., 2020, Gibberellik asit ve salisilik asit uygulamalarının tuz stresi altında yetiştirilen kolzanın (*Brassica napus* L.) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(4): 873-881.
- Kösedağ, O., Özgür, M., 2013, *Tüplü salata (Lactuca Sativa L.) fidesi yetiştiriciliğinde büyümeyi düzenleyici madde uygulamalarının etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Levent, Y., 2020, *Dalbastı kirazında hasat öncesi GA₃ ve kalsiyum uygulamalarının bazı meyve kalite özelliklerine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Lichtenthaler, H., Wellburn, A.R., 1983, Determination of toplam carotenoids and chlorophyll a and b of leaf extracts in different solvents, *Biochemical Society Transaction*, 603: 591- 593.
- Lordan, J., Vilardell, P., Torres, E., Alegre, S., Asin, L., 2019, Use of pruning, paclobutrazol and Prohexadione-Ca combination strategies to control growth and improve productivity on pear trees, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 17 (2), 10.
- Mary, J.S. ve Merina, J.A., 2012, Effects of gibberellic acid on seedling growth, chlorophyll content and carbohydrate metabolism in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) genotypes under saline stress, *Research Journal of Chemical Sciences*, 2(7): 72-74.
- Marzouk, H.A., ve Kassem, H.A. 2011, Improving yield, quality, and shelf life of Thompson seedless grapevine by preharvest foliar applications, *Scientia Horticulturae*, 130(2), 425-430

- Medjdoub, R., Val, J., Blanco, A., 2004, Prohexadione-Ca inhibits vegetative growth of 'Smoother Golden Delicious' apple trees, *Scientia Horticulturae*, 101(3): 243–253.
- Meland, M., Kaiser, C., & Christensen, J. M. 2014, Physical and chemical methods to avoid fruit cracking in cherry, *AgroLife Scientific Journal*, 3(1), 177-183.
- Metin, R., 2009, *Prohexadione-Calcium uygulamalarının biberde (Capsicum annuum L.) fide kalitesi, bitki gelişimi ve verimi üzerine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Mutlu, G., Kırbağ, S., Üstüner, T., 2015, Elazığ ili örtüaltı hıyar yetiştiriciliğinde görülen fungal hastalıkların belirlenmesi, *Bitki Koruma Bülteni*, 55(4): 341-360 ISSN 0406-3597.
- Nakayama, M., Yamane, H., Murofushi, N., Takahashi, N., Mander, L.N. ve Seto, H., 1991, Gibberellin biosynthetic pathway and the physiologically active gibberellin in the shoot of *Cucumis sativus* L., *Journal of Plant Growth Regulation*, 10(1-4), 115.
- Nowak, J. ve Czapla, J., 1988, Testing possibilities of applying growth regulators in agricultural production. II. The effect of applying GA₃, IAA, kinetin and phenylacetic acid on growth and development of sunflower, *Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis*, 46: 3-13.
- Özbay, N. ve Ergun, N., 2015, Prohexadione calcium on the growth and quality of eggplant seedlings, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(10), 932-938.
- Özbay, N. ve Metin, R., 2016, *Prohexadione-calcium affects vegetative growth and yield of pepper*, Book of proceeding, In: Kovacevic D., Chapter 1, Bosnia and Herzegovina faculty of agriculture, University of East Sarajevo, ISBN 978-99976-632-7-6, 446-453.
- Özbaydur, İ. ve Özcan, N. 1990, *Süs bitkileri yetiştiriciliğinde bitki regülatörlerinin kullanımı*, Diploma tezi, Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, s23.
- Panolo, M.S., Nakayama, F., Morandi, E., 1992, Retardant substances effects on tomato growth, *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 27 (4):561-573.
- Patidar, J., 2015, *Effect of NAA and GA₃ on growth, quality and yield of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.)* Ph.D Thesis, Rajmata Vijayaraje Scindia Krishi Vishwa Vidyalaya, Gwalior (M.P.)
- Patil G.G., Alm, V., Moe, R., Junttilla, O., 2003, Interaction between phytochrome b and gibberellins in thermoperiodic responses of cucumber, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128 (5): 642-647.
- Pehlivan, M., Bozhüyük, M.R., Doğru, B., Özden, E., Aslantaş, R., 2012, Giberalik Asit (GA₃) Uygulamalarının 0900-Ziraat Kiraz Çeşidinin Bazı Meyve Özelliklerine Etkileri, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 43 (1): 7-11,

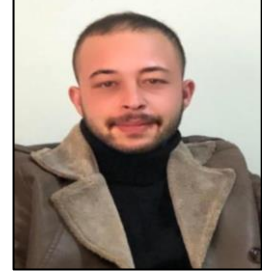
- Rademacher, W., 2000, Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways, *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51: 501-531.
- Ramezani, S.; Shekafandeh, A., 2009, Roles of gibberellic acid and zinc sulphate in increasing size and weight of olive fruit, *African J. of Biotechnology*, 8(24):6791-6794.
- Rehman, M., Singh, Z., ve Khurshid, T., 2018, Pre-harvest spray application of prohexadione-calcium and paclobutrazol improves rind colour and regulates fruit quality in M7 Navel oranges, *Scientia horticulturae*, 234, 87-94.
- Rodriguez, H.M., Manjarrez, R.M.P., Adalberto, B.M., Lopez, A.S., Valentin, R.L., Davila, J.H., 2003, Effects of prohexadione-ca on gibberellins and cytokinins levels in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), *XVIII Congeso de la Sociedad Mexicana de Agricultura*, Chihuahua, Meksika.
- Saleem, M., Fahad, S., Adnan, M., Ali, M., Rana, M., Kamran, M., Ali, Q., Hashem, I., Bhandari, P., Ali, M., Hussain, R., 2020, Foliar application of gibberellic acid endorsed phytoextraction of copper and alleviates oxidative stress in jute (*Corchorus capsularis* L.) plant grown in highly copper-contaminated soil of China, *Environmental Science and Pollution Research*, page: 37121–37133.
- Sebastian, B., Alberto, A.C., Emilio, A.F., Jose, A.F., 2002, Growth, development and color response of potted *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan to paclobutrazol treatment, *Scientia Horticulturae*, 1767:1-7.
- Sevgican, A., 1999, *Örtüaltı Sebzeçiliği* Ege Üniversitesi, No:528, Ziraat Fak. Yayınları Cilt 1, s. 228-229.
- Shah, S.H., 2007, Effects of salt stress on mustard as affected by gibberellic acid application, *Gen. Appl. Plant. Physiol.*, 33(1-2): 97-106.
- Smit, M., Meintjes, J.J., Jacobs, G., Stassen, P.J.C., Theron, K.I., 2005, Shoot growth control of pear trees (*Pyrus communis* L.) with prohexadione-calcium, *Scientia Horticulturae*, 106: 515–529.
- Spinelli, F., Speakman, J.B., Rademacher, W., Halbwirth, H., Stich, K., Costa, G., 2005, Luteoforol, a flavan 4-ol, is induced in pome fruits by prohexadione-calcium and shows phytoalexin-like properties against *Erwinia amylovora* and other plant pathogens, *Eur J Plant Pathol*, 112:133–142.
- Şanlı, A., ve Cirit, Y., 2020, Tohumluk Patates (*Solanum tuberosum* L.) üretiminin optimizasyonu: dikim öncesi gibberellik asit uygulamaları ile dikim sıklığının etkileri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, Cilt 30, Sayı 1.
- Şeniz, V., 1998, *Sebzeçilikte fide yetiştiriciliği ve sorunları*, Yalova TAV Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yayın No:35.
- Thakur, K., Sharma, N., Sharma, D.P. ve Shylla, B., 2019, Effect of different growth regulators on tree growth and leaf area of apricot (*Prunus armeniaca* L.) CV New castle, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(1), 2471-2474.

- Tomaş, M., 2016, *Bursa siyahı incir (Ficus carica L.) ağaçlarında farklı bodurlaştırma uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Tsegaw, T., Hammes, S., Robbertse, J., 2005, Paclobutrazol-induced leaf, stem, and root anatomical modifications in potato, *Scientia HortScience*, 40(5), 1343-1346.
- Tsiakaras, G., Petropoulos, S.P. ve Khah, E.M., 2014, Effect of GA₃ and nitrogen on yield and marketability of lettuce (*Lettuca sativa* L.), *Australian Journal of Crop Sciences*, 8(1): 127-132.
- Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H.Y., Öztekin, G.B., Engindeniz, S., Boyacı, H.F., 2015, *Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Değişimler ve Yeni Arayışlar*, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, In: TMMOB (e.d.), Bölüm No:6, Özdoğan Matbaa Yayın Ltd. Şti, Ankara, ISBN978-605-01-0675-6 978-605-01-0674-9, 685-684.
- Uçan, U., 2019, *Domates fidelerinde paclobutrazol etkilerini azaltmada salisilik asit ve giberellik asit kullanımı*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Uğur, A., ve Eser, B., 2000, *Domates fidelerinde büyümenin kontrolü*, III. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiri Kitabı, Süleyman Demirel Üniversitesi Basım Evi, Isparta, s.61-63.
- Uğur, A., ve Kavak, S., 2007, The effects of PP 333 and CCC on seed germination and seedling height control of tomato, *In III Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes*, 729, 205-208.
- Ullah, R., Sajid, M., Nabi, G., Ahmad, H., Rab, A., Khan, F.A. ve Khan, A., 2014, Gibberellic acid (GA₃), an influential growth regulator for physiological disorder control and protracting the harvesting season of sweet orange, *Journal of Experimental Agriculture International*, 1355-1366.
- Upreti, K.K., Reddy, Y.T.N., Prasad, S.S., Bindu, G.V., Jayaram, H.L. ve Rajan, S., 2013, Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. Totapuri, *Scientia Horticulturae*, 150, 414-418.
- Uslu, A., Özgür, M., 2002, *Hıyar fidesi yetiştiriciliğinde boylanmanın kontrolü üzerine bazı büyümeyi düzenleyici maddelerin etkisi*, VI. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, s.49-56.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, Ş., 2000, *Kültür Sebzeleri*, Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir, s. 480.
- Wahid, A., Noreen, A., Basra, S. M., Gelani, S. ve Farooq, M., 2008, Priming-induced metabolic changes in sunflower (*Helianthus annuus*) achenes improve germination and seedling growth, *Botanical Studies*, 49(2), 343-350.
- Wang, Y., Zhang, G., Chen, Y., Gao, J., Sun, Y., Sun, M., Chen, J., 2019, Exogenous application of gibberellic acid and ascorbic acid improved tolerance of okra seedlings to NaCl stress *Acta Physiologiae Plantarum*, volume 41, p: 93.

- Weaver, R.J. ve McCune, S.B., 1959, Response of certain varieties of vitis vinifera to gibberellin, *Hilgardia*, 28: 297–350.
- Weaver, R.J., 1972, *Plant growth substances in agriculture*, W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Yanmaz, R., Duman, Ş., Yaralı, F., Demir, K., Sarıkamış, G., Sarı, N., Balkaya, A., Kaymak, H.Ç., Akan, S., Özalp, R., 2015, Sebze üretiminde değişimler ve yeni arayışlar, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi*, In: TMMOB-TZMO (e.d.), Bölüm No:6, Özdoğan Matbaa Yayın Ltd. Şti, Ankara, ISBN-978-605-01-0675-6 978-605-01-0674-9, 1: 579-605.
- Yelboğa, K., 2014, Tarımın büyüyen gücü: Fide sektörü, *Bahçe Haber Dergisi*, 3(2):13-16.
- Yermanos, D.M. ve Knowles, P.F., 1960, Effects of gibberellic acid treatment on safflower, *Agonomy Journal*, 52(10): 596-598.
- Yıldırım, C., 2019, *Gibberellik asit (GA₃) uygulamalarının farklı tuz yoğunluklarında sorgum bitkisinin (Sorghum bicolor (L.) moench) çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri*, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya
- Yıldız, S., 2011, *Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinde gibberellik asit (GA₃) ve gübre kombinasyonlarının verim ve ürün kalitesi üzerine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Yildirim, A. N., ve 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.
- Zang, Y., Chun. I., Zhang L., Hong. S., Zheng. W., Xu. K., 2016, Effect of gibberellic acid application on plant growth attributes, return bloom, and fruit quality of rabbiteye blueberry, *Scientia Horticulturae*. Pages: 13-18.
- Zhang, C. Ve Whiting, M.D., 2011, Improving ‘Bing’ sweet cherry fruit quality with plant growth regulators, *Scientia Horticulturae*, 127(3), 341-346.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Hüseyin HAYAT
Doğum Yeri	Kırşehir
Doğum Tarihi	1995
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
E-Posta Adresi	huseyinhayat1995@gmail.com



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Bahçe Bitkileri
Mezuniyet Yılı	2017

Yüksek Lisans Bilgileri	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı
Mezuniyet Tarihi	2020

Makale ve Bildiriler	
<i>Uluslararası ve Ulusal Konferans ve Sempozyumlar</i>	
1. <u>Hayat, H.</u> , Kıymaz, S. (2015). İklim Değişikliğinin Sulak Alanlara Etkisi, 6. Ulusal Çevre ve Ekoloji Öğrenci Kongesi, 25-26 Nisan, Ankara, Bildiri	
2. <u>Hayat H.</u> , Başak, H. (2020). Kırşehir İlinde Jeotermal Enerjinin Seracılıkta Kullanım Potansiyeli, 10. Ulusal Tarım ve Öğrenci Kongesi, 19-20 Aralık, Diyarbakır, Bildiri.	