

Prohexadione-calcium uygulanmış hıyar fidelerine dikim öncesi gibberellik asit uygulamalarının bitki gelişimi üzerine etkileri*

Hüseyin HAYAT¹, Hakan BAŞAK²

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Kırşehir.

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir

*Bu çalışma, Hüseyin HAYAT'ın hazırladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Alınış tarihi: 15 Mart 2021, Kabul tarihi: 6 Ağustos 2021

Sorumlu yazar: Hakan BAŞAK, e-posta: hbasak@ahievran.edu.tr

Öz

Amaç: Bu çalışma, hıyar fidelerine boy kontrolünü sağlamak amacıyla uygulanan prohexadione-calcium'un (Pro-Ca) durdurucu etkisinin, gibberellik asit (GA₃) uygulamalarıyla ne şekilde etkileneceğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Hıyar fidelerine ilk gerçek yapraklarının görüldüğü aşamada yaprakтан spray şeklinde Pro-Ca'nın dört dozu (0, 50, 100 ve 200 ppm) ve dikimden hemen önce ise GA₃'ün üç dozu (0, 50 ve 100 ppm) yaprakтан spray şeklinde 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.

Araştırma Bulguları: Araştırmada, fide döneminde 50 ve 100 ppm Pro-Ca uygulamalarının fidelerde boy kontrolünü sağlamada, fide kalitesini koruyarak etkili olduğu saptanmıştır. Pro-Ca uygulanan fidelere dikim öncesi yapılan GA₃ 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 GA₃ uygulaması, verimde bir azalmaya sebep olmadan, incelenen morfolojik, pomolojik ve yaprak pigment parametreleri üzerinde olumlu etkiler sağlamıştır.

Sonuç: Pro-Ca'nın sebep olduğu büyümeyi engelleyici etkinin giderilmesinde GA₃

uygulamasının etkili olduğu belirlenmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda, değişik sebze türlerinde Pro-Ca ve GA₃'ün farklı uygulama yöntemleri ve dozlarının etkisi araştırılması önerilmektedir. Dolayısı ile ileride yapılacak bu konudaki çalışmalara da araştırmamız temel oluşturabilecektir.

Anahtar kelimeler: Hıyar, prohexadione-calcium, gibberellik asit, verim, bitki gelişimi

Effects of pre-planting gibberellic acid applications on plant growth on cucumber seedlings treated with prohexadione-calcium

Abstract

Objective: 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.

Materials and Methods: 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.

Results: To conclude, 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.

Conclusion: It has been determined that GA₃ application is effective in eliminating the growth inhibitory effect caused by Pro-Ca. In future studies, it is recommended to investigate the effects of different application methods and doses of Pro-Ca and GA₃ on different vegetable species. Therefore, our research will be the basis for future studies on this subject.

Keywords: Cucumber, prohexadione-calcium, gibberellic acid, yield, plant growth

Giriş

Ülkemizde %87'si açık alanda, %13'ü örtüaltında yapılan sebze üretiminde (Tüzel ve ark., 2015) hazır fide kullanımı örtüaltı yetiştiriciliğinin neredeyse tamamında tercih edilirken, açık alan yetiştiriciliğinde de talep son yıllarda hızla artmaktadır. Fide Üreticileri Alt Birliği verilerine göre 2020 Ekim ayı sonu itibarıyla birliğe üye 163 adet işletme bulunmaktadır (Anonim, 2021). Hazır fide sektörünün 2018 yılı verilerine göre üretilen 91.428.112 adet karpuz fidesinin %65'i aşılı karpuz fidesidir (Demir ve ark., 2020).

Üreticiler hazır fidelerde; boğum aralarının kısa, yaprak renginin koyu yeşil, torftaki kök sarılımasının tamamlanmış, kalın ve kuvvetli gövdeye sahip, kök ve gövde de kuru madde içeriğinin yüksek olması gibi kalite özelliklerini aramaktadırlar (Akdemir, 2018). Fide işletmelerinin birim alandan daha fazla yararlanmak istemesi, üretim maliyetlerini azaltıp, taşımayı kolaylaştırmak için mümkün olduğunca küçük hacimli viyoller kullanması fideleri ışık rekabetine sokarak boyca uzamayı dolayısıyla fidelerde cılızlaşmayı meydana getirmektedir. Özellikle ülkemizde örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde ekim alanı ve üretim miktarı bakımından ikinci sırada yer alan hıyarın fide üretiminde aşırı

boylanma önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitkilerde büyüme kontrolünün sağlanması için; çevre koşullarının 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, abscisic 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, fide işletmeleri tarafından fidelerde boy kontrolünü sağlamak amacıyla da kullanılmaktadır. Kimyasal uygulama sonuçlarının kesin ve etkili olması, kültürel, fiziksel ve mekanik yöntemlere göre kullanımının daha pratik olması fide işletmelerinin tercih etme sebeplerindedir. Bu kimyasallar içerisinde paclobutrazol (PBZ); daha fazla kullanılmasına rağmen son yıllarda etki süresinin daha kısa olduğu, doğada parçalanmasının kolay ve hızlı olması özellikleriyle çevre dostu olarak kabul edilen Pro-Ca'nın kullanımı da hızla artmaktadır. 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 sera veya arazi koşullarında da dikim sonrası devam edebilmektedir.

Bu çalışma ile hıyar fidelerinde aşırı boylanmanın engellenmesi amacıyla uygulanan Pro-Ca'nın durdurucu etkisinin, dikim öncesinde gibberellik asit (GA₃) uygulamasıyla ne şekilde etkileneceğinin ve en uygun GA₃ dozunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede fide işletmelerinin boy kontrolünü sağlamak amacıyla kullandıkları Pro-Ca'nın, dikim sonrasında durdurucu etkisi ortadan kaldırılabilir, erkencilik sağlanabilecek ve verim kayıplarının önüne geçilebilecektir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Deneme Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait otomasyon

sistemli, gotik tip polikarbon topraksız tarım serasında yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak sırk Asef F₁ (Enza Zaden) hıyar çeşidi kullanılmıştır. Denemede Pro-Ca kaynağı olarak 'Velonta' ticari isimli (%10 Pro-Ca, BASF, Germany) ilaç ile gibberellik asit kaynağı olarak ise tablette 1 g gibberellik asit içeren Megafill (Doğal Kimya, Antalya) kullanılmıştır.

Yöntem

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. Fideler dikim büyüklüğüne gelinceye kadar rutin bakım işlemleri Vural ve ark. (2000), göre yapılmıştır. Viyollerdeki hıyar fidelerinin ilk gerçek yapraklarının görülmeye başladığı 02.06.2019 tarihinde yapraktan spreylenmiş Pro-Ca'nın dört dozu (0, 50, 100 ve 200 ppm) uygulanmıştır. Her bir Pro-Ca dozu viyol başına 50 ml düşecek şekilde

uygulanmıştır. Kontrol bitkilerinin yapraklarına aynı miktarda saf su püskürtülmüştür.

Dikim büyüklüğüne gelen hıyar fidelerine dikimden önce 0, 50 ve 100 ppm dozlarında GA₃ yapraktan spreylenmiş viyol başına 100 ml olacak şekilde uygulanmıştır. Kontrol bitkilerinin yapraklarına ise viyol başına 100 ml olacak şekilde saf su spreylenmiştir. GA₃ uygulamaları yapılmış fideler 13.06.2019 tarihinde 4 metre uzunluğundaki gutterler üzerine yerleştirilen kokopit slablarına (100x20x16 cm) her slabta üç bitki olacak şekilde dikilmiştir. Deneme sürecince Hoagland besin reçetesinden modifiye edilerek hazırlanan solüsyon bitkilerin gelişme dönemlerine göre revize edilerek uygulanmıştır. Besin çözeltilerinin içerdiği element konsantrasyonları Çizelge 1'de verilmiştir. Besin solüsyonu uygulama zaman aralığı ve uygulama süresi drenaj miktarları göz önüne alınarak belirlenmiştir. Ortamdaki tuz birikimini engellemek için uygulanan besin çözeltisinin yaklaşık %25'i drene olacak şekilde besin solüsyonu uygulaması yapılmıştır (Gül, 2008).

Çizelge 1. Besin solüsyonunun içerdiği element ve miktarlar (mg/l)

Element	N	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	B	Cu	Zn	Mo
Doz	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

Ölçüm ve Analizler

Fide Döneminde İncelenen Parametreler

Pro-Ca uygulaması yapılmış hıyar fideleri şaşkırtma büyüklüğüne geldiğinde; fide boy uzunlukları (cm), gövde çapları (mm), gövde-kök yaş ve kuru ağırlıkları (g) belirlenmiştir.

Dikim Sonrası ve Deneme Sonunda Yapılan Morfolojik Ölçümler

Topraksız tarım tekniği ile kokopit ortamında yetiştirilen hıyar bitkilerinin boy uzunlukları (cm) ve gövde çapları (mm) dikimden sonra 15, 30 ve 93. günlerde olmak üzere üç farklı tarihte ölçülmüştür. Bitkilerde boğum arası uzunlukları (cm) ise dikimden sonra 15 ve 93. günlerde olmak üzere iki defa ölçülmüştür. Deneme sonunda hıyar bitkileri kök boğazından kesilerek bitkilerin gövde kısımları tartılıp gövde yaş ağırlıkları (g) ve aynı örnekler 65°C'ye ayarlanmış etüvde kurutulduktan sonra gövde kuru ağırlıkları (g) belirlenmiştir.

Pomolojik Ölçümler ve Analizler

Hasat edilen meyveler içerisinden rastgele seçilen 20 adet meyvede sap kısmından çiçek burnuna kadar

olan mesafe cetvel ile ölçülerek meyve boyu (cm) ve meyvelerin orta kısmından kumpas ile ölçülerek meyve çapları (mm) belirlenmiştir. Hasat edilen meyveler içerisinden 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 (N) belirlenmiştir. Ayrıca meyve sıkacağı ile suyu çıkarılan hıyar meyvelerinin dijital refraktometre (HANNA HI 96801) ile SÇKM değerleri % olarak ve pH değerleri digital pH metre (pH Testr 1) kullanılarak ölçülmüştür.

Yaprak Pigment Düzeylerinin Belirlenmesi

Denemenin sonlandırılmasından 15 gün önce (30.08.2019) 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. Santrifüj işlemi sonunda elde edilen süpernatantlara ait absorbanslar UV-Vis

spektrofotometrede 470 nm, 663 nm, 652 nm ve 645 nm dalga boyunlarında belirlenmiş ve pigment miktarları Lichtenthaler (1983)'e göre hesaplanmıştır.

Verim Miktarının Belirlenmesi

Deneme süresince toplam 59 kez hasat yapılmış olup, hasat dönemi boyunca her bir bitkiden pazarlanabilir meyveler ayrı ayrı hasat edilip tartıldıktan sonra kayıt altına alınarak bitki başına toplam verim (g/bitki) belirlenmiştir.

İstatistiksel Analizler

Deneme 4x3 faktöriyel deneme deseninde, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 bitki olacak şekilde kurulmuş ve elde edilen verilerin analizi SPSS'in (SPSS for Windows v20.00) GLM (General Linear Models) prosedürüne göre yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında DUNCAN çoklu karşılaştırmalar testi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Fide Dönemi Pro-Ca Uygulamalarının Etkileri

Pro-Ca uygulamalarının dikim büyüklüğüne gelmiş fidelerde incelenen morfolojik parametreler üzerine etkileri Çizelge 2'de verilmiştir. Fide boyu ve çap değerleri Pro-Ca'nın artan dozlarının etkisiyle kontrol bitkilerine kıyasla azalırken, kök kuru ağırlığında ise Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle önemli düzeyde artmıştır. Artan Pro-Ca dozlarının etkisiyle fide boy ve çap değerlerinde azalma tespit edilse de fide çap/boy oranı Pro-Ca uygulamasının etkisiyle kontrol bitkilerine kıyasla artmıştır. Kontrol uygulamasına göre Pro-Ca uygulanmış fideler sahip oldukları kısa boya göre daha kalın gövde sahip

olduklarından fide gücünde artış belirlenmiştir. Pro-Ca uygulamalarının gövde yaş ve kuru ağırlıkları ile kök yaş ağırlıkları üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. En düşük fide boyu kontrol uygulamasına göre %36.8 azalma ile 6.33 cm olarak 200 ppm Pro-Ca uygulanmış fidelerde belirlenirken, en düşük gövde çapı ise 200 ppm Pro-Ca uygulanmış fidelerde kontrole kıyasla %26.2 oranında azalma ile 3.78 mm olarak tespit edilmiştir.

Pro-Ca uygulamasının vegetatif büyümeyi sınırlandırdığı ve gövde uzamasını baskıladığı bilinmektedir (Hamano ve ark., 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 (Özbaydur ve Özcan, 1990). Metin (2009), biberde Pro-Ca'nın (25 ppm) fide boyunu %25-31 oranında azalttığını; Özbay ve Ergün (2015), patlıcanda Pro-Ca (50, 100 ve 150 ppm) uygulamasının fide boyunu %27, %32 ve %38 oranında azalttığını; Aktaş (2017), domatesde Pro-Ca uygulamasının kontrole göre fide boyunu %15.2 oranında azalttığını bildirmişlerdir. 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.

Çizelge 2. Pro-Ca uygulamalarının fide; boy (cm), çap (mm), çap/boy (%), gövde yaş ve kuru ağırlığı (g) ile kök yaş ve kuru ağırlıkları (g) üzerine etkisi

Uygulamalar	Boy	Çap	Çap/Boy	Gövde Yaş	Gövde Kuru	Kök Yaş	Kök Kuru
Pro-Ca 0	10.02a*	5.12a	51.54c	2.910	0.352	1.759	0.075c
Pro- Ca 50	9.02b	4.92ab	54.72bc	3.066	0.389	2.093	0.091a
Pro-Ca 100	6.81c	4.54b	66.71a	2.439	0.349	2.045	0.086ab
Pro-Ca 200	6.33c	3.78c	60.23b	2.284	0.336	1.771	0.078bc
Ortalama	8.05	4.59	58.30	2.675	0.357	1.917	0.083
S. Hata	0.262	0.109	1.409	0.157	0.012	0.071	0.002
P	0.000	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 $p \leq 0.01$).

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) ve hıyar fidelerinde (Başak,

2020) gövde çapının azaldığı bildirilmektedir. Kontrol bitkilerine kıyasla 100 ve 200 ppm Pro-Ca dozlarında 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 köke kıyasla gövde üzerinde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun Pro-Ca'nın bitki içindeki taşınmasının aşağıdan yukarı yöne doğru olmasından kaynaklandığı ön görülmektedir (Evans ve ark., 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.

Dikim Sonrası Pro-Ca ve GA₃ Uygulamalarının Etkileri

Hıyar bitkilerinde Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının bitki boyu üzerine etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. 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 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 ark. (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.

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.

Çizelge 3. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının bitki boyu (cm) üzerine etkisi

Pro-Ca	GA ₃	Boy-1*	Boy-2**	Boy-3***
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

* Dikimden 15 gün sonra, ** Dikimden 30 gün sonra ve *** Deneme sonu (93. gün) bitki boy ölçümleri

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

Bulgularımızı destekler nitelikte Pro-Ca'nın GA₃ inhibitörü olarak etkisinin dikim sonrasında da değişen oranlarda devam ettiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Hamano ve ark., 2002; Aktaş, 2017). Bulgularımızda 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 yapılıp tekrarlanmamasından dolayı etkinliğini kısa sürede yitirmesinden kaynaklanmış olabilir.

Uygulamaların interaksiyonlarının etkisi ise dikimden sonraki 15. günde $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunurken, denemenin 30. günü ve deneme sonunda etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir. Bu durum Pro-Ca uygulamalarının etkisinin deneme sonuna doğru bir miktar azalsa da devam ettiği, ancak GA_3 uygulamalarının etkisinin deneme sonunda ortadan kalktığı şeklinde yorumlanmıştır.

Pro-Ca ve GA_3 uygulamalarının fide dikiminden itibaren 15., 30. günlerde ve deneme sonunda yapılan bitki gövde çapı üzerine etkisinin bitki boyu üzerine etkisine kıyasla daha düşük düzeyde olduğu

belirlenmiştir (Çizelge 4). Gövde çapı üzerine Pro-Ca x GA_3 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 GA_3 interaksiyonu önemli bulunmamıştır. Bulgularımızı destekler nitelikte, Uçan (2019), domates bitkilerine 5 farklı zamanda uyguladıkları paclobutrazolün 50. gün gövde çapı ölçümleri hariç deneme sonuna kadar yapılan ölçümlerde gövde çapının arttırdığını bildirmiştir.

Çizelge 4. Pro-Ca ve GA_3 uygulamalarının bitki gövde çapı (mm) üzerine etkisi

Pro-Ca	GA_3	Çap-1 ^x	Çap-2 ^{xx}	Çap-3 ^{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
Pro-Ca	0.026	0.000	0.002	
GA_3	0.771	0.027	0.968	
Pro-Ca* GA_3	0.037	0.040	0.756	

* Dikimden 15 gün sonra, ^{xx} Dikimden 30 gün sonra ve ^{xxx} Deneme sonu (93. gün) gövde çapı ölçümleri

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

Boğum arası uzunlukları üzerine Pro-Ca uygulamalarının tek başına etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 5). Bulgularımızı destekler nitelikte Ergun ve ark. (2007), hıyar bitkilerinde 50. ve 75. günlerde yaptıkları ölçümlerde Pro-Ca uygulamalarının boğum arası uzunluklarına etkisini istatistiksel olarak önemsiz belirlemiştir. Hıyar bitkilerinde GA_3 uygulamalarının bitki boğum arası uzunlukları üzerine etkisi incelendiğinde dikimden 15 gün sonra yapılan ölçümlerde fark istatistiksel olarak önemli belirlenmemişken, deneme sonunda yapılan ölçümlerde kontrol bitkilerine kıyasla boğum arası uzunlukları arttırmıştır. Bulgularımızı destekler nitelikte; Atlar (2006), uniconazole uygulanmış hercai menekşe bitkilerine 3 hafta sonra 10 ve 25 ppm GA_3 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 ark., 2007).

Deneme sonunda 200 ppm Pro-Ca dozunda boğum arası uzunluğunda kontrole kıyasla belirlenen azalma 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.

Bulgularımızda 200 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 50 ppm GA_3 uygulamasında en düşük gövde yaş ağırlığı 748.71 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Bu durum özellikle 200 ppm Pro-Ca dozunun büyüme üzerindeki baskılayıcı etkisinin azaltılmasında, 50 ppm GA_3 uygulamasının etkisinin yetersiz kaldığı, ancak 100 ppm GA_3

uygulanmasının etkili olduğu şeklinde yorumlanmıştır. 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 Pro-Ca uygulanmamış bitkiler için 50 ppm GA₃ dozunun gövde yaş ağırlığı üzerinde ideal uygulama dozu olduğunu göstermesi bakımından önemli bulunmuştur.

Çizelge 5. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının boğum arası uzunluğu (cm) üzerine etkisi

Pro-Ca	GA ₃	Boğum Arası-1 ^x	Boğum Arası-2 ^{**}
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
GA ₃		0.011	0.788
Pro-Ca*GA ₃		0.249	0.078

^x Dikimden 15 gün sonra ve ^{**} Deneme sonu (93. Gün) boğum arası uzunluk ölçümleri

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

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 belirlenmiştir. En düşük gövde kuru ağırlığı ise Pro-Ca 50 + GA₃ 0 ppm uygulamasında 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 etkisinin, GA₃'ün düşük dozlarının ortadan kaldıramamasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Özellikle 50 ve 100 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilere yapılan 50 ppm GA₃

uygulanmasının, gövde kuru ağırlıklarında sebep olduğu artışın 200 ppm Pro-Ca uygulamasında belirlenmiş olması bu öngörümüzü desteklemektedir.

Pro-Ca ve GA₃ Uygulamalarının Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi

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 (Çizelge 7). Bulgularımızı destekler nitelikte Altuntaş (2016), domateste 30 ppm Pro-Ca uygulamasının meyve eti sertliğini arttırdığını bildirmiştir.

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 ve GA₃'ün bir arada ve yüksek dozlarda uygulandığı durumlarda, bunların tek başlarına yapılan uygulamalarının aksine, meyve eti sertliğinde azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir. Bulgularımızla uyumlu olarak; Meland ve ark. (2014), kirazda; 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. 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).

Çizelge 6. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının gövde yaş-kuru ağırlıkları (g) üzerine etkileri

Pro-Ca	GA ₃	Gövde Yaş	Gövde Kuru
0	0	849.88a-d*	207.55ab
	50	934.69a	219.15a
	100	864.00a-d	208.35ab
50	0	759.53cd	164.06d
	50	847.31a-d	197.78abc
	100	796.54bcd	187.96bcd
100	0	823.84a-d	179.69cd
	50	879.45abc	206.84ab
	100	830.64a-d	190.29bc
200	0	915.70ab	219.25a
	50	748.71d	176.75cd
	100	860.97a-d	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 $p \leq 0.01$).

SÇKM miktarı 50 ppm Pro-Ca uygulamasında 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 artırdığını bildirmiştir. Yüksek Pro-Ca dozlarında SÇKM değerinde belirlediğimiz azalma Çağlar ve Ağca (2009), tarafından elmada da belirlenmiştir. SÇKM miktarı üzerine GA₃ uygulamalarının önemli bir etkisi belirlenmemiştir. Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle azalan SÇKM miktarlarını GA₃ uygulamaları değiştirememiştir. Bulgularımızı destekler nitelikte, Levent (2020), kiraz bitkisinde GA₃ uygulamalarının herhangi bir etki yaratmadığını saptamışlardır. 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.

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. 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 Levent (2020), kirazda uyguladıkları GA₃'in pH değeri üzerine etkisi olmadığını bildirmiştir. Hıyar meyvelerinin pH değeri üzerine, Pro-Ca uygulamalarının ve Pro-Ca x GA₃ interaksiyonunun P<0.05 önem düzeyinde etkide bulunduğu belirlenirken, GA₃ uygulamalarının 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. Bulgularımızı destekler nitelikte Tomaş (2016), incirde; Altuntaş (2016), domateste Pro-Ca uygulamasının; Bektaş (2019), hünnapta GA₃ uygulamalarının meyve iriliğine etkisi olmadığını bildirmiştir.

Çizelge 7. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının meyve eti sertliği (N), SÇKM (%), pH, meyve boy (cm) ve çapı (mm) üzerine etkileri

Pro-Ca	GA ₃	M. Eti Sertliği	SÇKM	pH	M. Boyu	M. Çapı
0	0	51.81b-e*	4.27ab	5.80a	16.98	30.28
	50	54.19a-d	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	53.52a-e	4.03bc	5.70ab	18.20	32.27
100	0	51.42cde	3.57cd	5.60bcd	17.24	28.90
	50	54.13a-e	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 $p \leq 0.01$).

Pro-Ca ve GA₃ Uygulamalarının Yaprak Pigment Düzeyi Üzerine Etkisi

Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle kontrol bitkilerine kıyasla klorofil a içeriğinde önemli düzeyde artış belirlenirken; Pro-Ca dozlarındaki artışın klorofil-a içeriğinde azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 8). Klorofil-b içeriği 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 değerlendirildiğinde, Pro-Ca 50 + GA₃ 0 ppm uygulamasının klorofil ve karotenoid içerikleri üzerine tüm uygulamalar içerisinde en olumlu etkiyi gösterdiği ve en yüksek değerlerin bu uygulamada olduğu belirlenmiştir. Pro-Ca'nın yaprak klorofil miktarını arttırmasında daralan yaprak alanından dolayı birim alana düşen klorofil miktarının artmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Bulgularımızı destekler nitelikte Weaver (1972), süs bitkilerinde büyüme engelleyicilerin yaprakların klorofil içeriğini arttırarak yeşil rengini daha da arttırdığını bildirmiştir. Özbay ve Ergün (2015), patlıcan bitkisinde 100 ve 150 ppm Pro-Ca dozlarının; Kang ve ark. (2010), 200 ve 400 ppm

Pro-Ca uygulamalarının Çin lahanasında yaprak pigment düzeylerini arttırdığını bildirmişlerdir.

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 ark., 2006). Bulgularımızı destekler nitelikte; Erdemli (2015), ayçiçeği bitkisine artan dozda GA₃ uygulamalarının klorofil içeriğini azalttığı bildirilmiştir. Tsiakaras ve ark. (2014), ise marulda artan azot dozlarının klorofil içeriğini arttırmasına rağmen, GA₃ uygulaması yapıldığında klorofil içeriğinin azaldığı 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 ve GA₃ Uygulamalarının Verim Üzerine Etkisi

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 (Şekil 1). Bulgularımızı destekler nitelikte; Metin

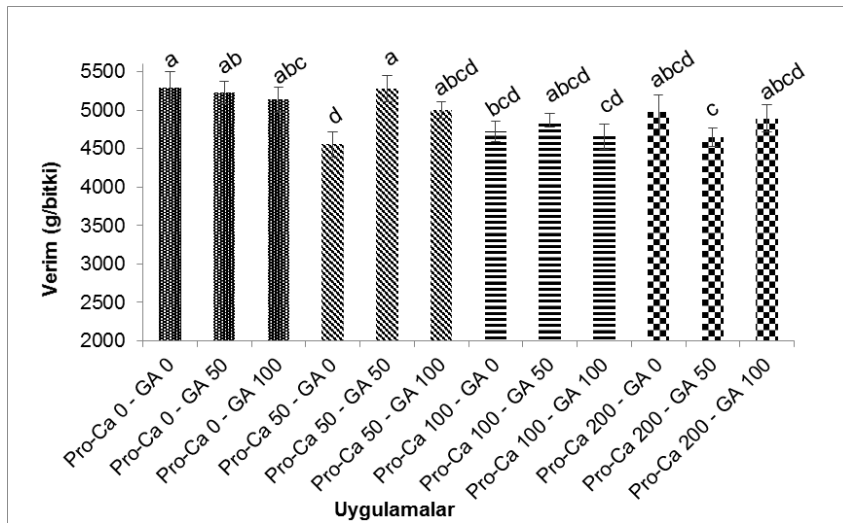
(2009), biberde; Özbay ve Ergun (2015), patlıcanda Pro-Ca uygulamalarının bitki başına verimi azalttığını bildirmiştir. Her ne kadar bulgularımızda Pro-Ca uygulamalarının etkisiyle verimde bir miktar düşüş belirlense de Pro-Ca uygulamalarının stres koşullarındaki bitkilerde verim ve kaliteyi arttırdığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır. Pro-Ca uygulamalarının; Kang ve ark. (2010), soğuk stresine maruz kalan lahana bitkisinde verim ve kaliteyi arttırdığını; Albrecht ve ark. (2004), elmada çiçek ve yapraklarda antioksidan savunma sistemini aktif hale getirerek soğuk zararını azalttığını; Spinelli ve ark. (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 sürecinde bitkilerin karşılaşılabilecekleri stres koşullarına karşı Pro-Ca uygulamasının sağlayacağı direnç avantajı oluşturabilir. GA₃ dozlarının artışıyla kontrol bitkilerine kıyasla verimde bir miktar azalma meydana gelse de, bu azalma istatistiksel olarak önemli belirlenmemiştir. Bulgularımızı destekler nitelikte Yıldız (2011), GA₃ uygulamalarının asmaalarda sofralık yaş üzümde; Levent (2020), kirazda verim üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Bitki başına verimde özellikle 50 ppm GA₃ uygulamasının, 50 ve 100 ppm Pro-Ca uygulanmış bitkilerde verimi arttırıcı etki göstermiş olması önemli bulunmuştur.

Çizelge 8. 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 $p < 0.01$).



Şekil 1. Pro-Ca ve GA₃ uygulamalarının bitki başına verim (g/bitki) üzerine etkisi

Sonuç

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.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların katkı beyanı

HH: Araştırma için gerekli materyallerin temini, denemelerin kurulması ve yürütülmesi, verilerin elde edilmesi ve değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezinin yazılması aşamalarına katkıda bulunmuştur

HB: Araştırmanın planlanması, araştırma için gerekli materyallerin temini, denemelerin kurulması ve yürütülmesi, verilerin elde edilmesi ve değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezinin yazılması, Tezin makaleye dönüştürülmesi aşamalarına katkıda bulunmuştur.

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, 103 s.
- 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, 68 s.
- Albrecht, E., Schmitz-Eiberger, M., Brauckmann, M., Rademacher, W., & Noga, G. (2004). Use of prohexadione-calcium, vitamin E, and glycerine for the reduction of frost injury in apple (*Malus domestica*) flowers and leaves, *European Journal of Horticultural Science*, 69 (2), 59-65.
- Altuntaş, Ö. (2016). Prohexadione-calcium uygulamalarının domatesten bitki büyümesi besin element alımı ve meyve kalitesi üzerine etkileri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(1), 98-105.

- Anonim (2021). 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: 20.02.2021].
- Arnon, D.J. (1949). Cooper enzymes in isolated chloroplast: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*, *Plant Physiology, American Society of Plant Biologists*, 24, 1-15.
- Atlar, S. (2006). Bazı mevsimlik çiçeklerde boylanmanın kontrolü üzerine uniconazole ve gibberellik asit uygulamalarının etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 68 s.
- 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.
- Bektaş, E. (2019). Hünnap meyvesinin (*Ziziphus jujuba mill.*) çatlaması üzerine farklı uygulamaların etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, 47 s.
- Boztok, S. (2002). Süs bitkilerinde büyüme düzenleyicilerin kullanım alanları. 2. Ulusal süs bitkileri kongresi. Antalya Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya. *Tübitak Yayınları*, 361-368.
- Çağlar, S., & 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.
- Demir, K., & Başak, H. (2008). Sebze fidelerinde büyüme kontrolü sağlayan uygulamalar. *Türkiye III. Tohumculuk Kongresi*, Kapadokya. 207-210.
- Demir, K., Başak, H., Çakırer, G., & Başkent, A. (2020). Fideli sektörünün mevcut durumu ve gelecek öngörüler. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, 13-17 Ocak, 429 - 433.
- Erdemli, H. (2015). Ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*)'de gibberellik asit dozlarının verim ve abiyotik stres koşullarında çimlenme üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 82 s.
- Ergun, N., Çağlar G., Özbay N. & Ergun M. (2007). Hıyar fide kalitesi ve bitki gelişimi üzerine prohexadione-calcium uygulamalarının etkileri. *Bahçe*, 36 (1), 49-60.
- Evans, R. R., Evans, R.E., & Rademacher, W. (1997). Prohexadione-calcium for suppression of vegetative growth in eastern apples, *Acta Horticulturae*, 451, 663-666.

- Gül, A. (2008). Topraksız Tarım. *Hasat Yayıncılık*, İstanbul, 144 s.
- Hamano, M., Yamato, Y., Yamazaki, H. & 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.
- Kacar, B., Katkat, A.V., & Öztürk, Ş. (2006). Bitki fizyolojisi, *Nobel yayınları*, 2. Baskı, Ankara, 563 s.
- Kang, S. M., Kim, J. T., Hamayun, M., Hwang, I.C., Khan, A. L., Kim, Y. H., & 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.
- Kim, H.Y., Lee, I.J., Hamayun, M., Won, J.G., Hwang, I.C., & 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.
- 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, 62 s.
- Lichtenthaler, H., & Wellburn, A.R. (1983). Determination of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf extracts in different solvents, *Biochemical Society Transaction*, 603, 591- 593.
- 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, 42 s.
- Özbay, N., & Ergun, N. (2015). Prohexadione calcium on the growth and quality of eggplant seedlings. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50 (10), 932-938.
- Özbay, N., & 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, 446-453.
- Özbaydur, İ., & Özcan, N. (1990). Süs bitkileri yetiştiriciliğinde bitki regülatörlerinin kullanımı. Diploma tezi, Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, s23.
- 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. *The European Journal of Plant Pathology*, 112, 133-142.
- 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, 67 s.
- Tsiakaras, G., Petropoulos, S.P., & 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, 685-684.
- Uçan, U. (2019). Domates fidelerinde paclobutrazol etkilerini azaltmada salisilik asit ve gibberellik asit kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, 95 s.
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, Ş. (2000). Kültür sebzeleri, Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir, s. 480.
- Weaver, R.J. (1972). Plant growth substances in agriculture, W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- 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, 75 s.
- 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, 78 s.