

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Prohexadione-Ca Uygulamalarının Domateste Bitki Büyümesi Besin Element Alımı ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

Özlem ALTUNTAŞ

İnönü Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Malatya, Türkiye
e-posta: ozaltuntas01@gmail.com

Özet: Bu çalışma, Pro-Ca uygulamalarının domateste bitki büyümesi, besin element alımı ve meyvelerde kalite kriterlerine etkisinin saptanması için yapılmıştır. Denemede, Prohexadione Kalsiyum (Pro-Ca)'un uygulama dozları; 5 mg/l, 15 mg/l, 30 mg/l, 45 mg/l olarak belirlenmiş ve Pro-Ca uygulanmayan kontrol meyveleri ile karşılaştırma yapılmıştır. Pro-Ca uygulamalarının her farklı dozu, 1 litre suda eritilerek, yapraklara püskürtülmek suretiyle gerekli bitkilere 3 farklı dönemde (çiçeklenmeden önce, çiçeklenme ve meyve dönemi ve hasat dönemi) uygulanmıştır. Bitkilerde gövde uzunluğu, kök boğazı çapı, kök uzunluğu, taze ve kuru yeşil aksam ağırlığı, meyvelerde ise ağırlık, meyve boyu, meyve çapı, SÇKM ve meyve eti sertliği parametreleri ölçümlenmiştir. Ayrıca meyvelerde, şeker ve organik asit analizleri yapılmıştır. Pro-Ca uygulama dozlarının besin element alımı üzerine etkilerini saptamak için yapraklardaki besin element içeriklerine bakılmıştır. Elde edilen verilerle yapılan istatistiksel analizler sonucunda, tüm Pro-Ca dozlarının bitki gelişimi ve meyve kalitesi üzerine olumlu etkiler yaptığı belirlenmiştir. Bitki büyüme parametreleri incelendiğinde, farklı parametrelerde farklı dozlara ait meyvelerden yüksek değer elde edilse de 15 mg/l dozunun ön plana çıktığı belirlenmiştir. Yapılan tüm ölçüm ve analiz sonuçlarına göre, domates yetiştiriciliğinde Pro-Ca kullanımının meyve kalitesini olumlu etkilediği saptanmıştır. Yüksek dozların bazı parametrelerde iyi sonuç vermesine karşın pratikte tavsiye edilecek Pro-Ca dozunun 15 mg/l olduğunu söylemek mümkündür.

Anahtar kelimeler: Besin element alımı, Bitki büyümesi, Domates, Meyve kalitesi, Prohexadione-Ca

The Effects of Prohexadione-Ca Treatments on Plant Growth, Nutrient Elements Uptake and Fruit Quality in Tomato

Abstract: This study was carried out in order to determine the effects of Prohexadione-Ca treatments on quality parameters of tomato fruits. In the study, the Pro-Ca dosages were identified as 5 mg l⁻¹, 15 mg l⁻¹, 30 mg l⁻¹, 45 mg l⁻¹ and treated plants were compared with non-treated plants. Every different Pro-Ca dosages were applied to the leaves thereby atomising after dissolving in 1 liter water at 3 different periods (pre-blooming, blooming and fruit period, and harvest period). The parameters of, stem length, stem diameter, root length, fresh and dry vegetative weight, fruit weight, fruit length, fruit diameter and brix were measured. Besides, the analysis of sugars and organic acids were done in fruits. In order to determine the effects of Pro-Ca treatments dosages on nutrient element uptake, nutrient elements content of leaves were investigated. As a result of statistical analysis that have been done with the obtained datas after the analysis, all dosages of Pro-Ca have good impacts on plant growth and fruit quality. Even though different dosages of Pro-Ca have different effects on different plant growth parameters, the dosage of 15 mg l⁻¹ comes the forefront in terms of plant growth parameters. According to the all measurements and analyze results it can be obtained that Pro-Ca utilisation have good impacts in tomato growing. Despite higher dosages show better results in some parameters, in practice, it is possible to say that the dosage of 15 mg l⁻¹ would be recommended.

Key words: Nutrient uptake, Plant growth, Tomato, Fruit quality, Prohexadione-Ca

Giriş

Domates (*Solanum lycopersicum*), dünyada üretimi, tüketimi ve ticareti en yoğun yapılan ürünlerinin başında gelir. İnsan beslenmesindeki vazgeçilmez ürünlerden olması ve gıda sanayinde çok farklı

şekillerde kullanım alanlarına sahip olması (dondurulmuş, konserve, salça, ketçap, turşu vb.) nedeniyle Türkiye için de büyük önem arz etmektedir (Keskin ve Gül 2004; Günay 2005). Ayrıca, içerdiği likopen ve fenolik bileşiklerden dolayı insan beslenmesi açısından da oldukça önemlidir. Williams ve ark. 1999'a göre, Amerika'daki kanser vakalarının %50'si ve kanser vakalarından ölümlerin %35'i yetersiz ve kötü beslenme ile ilgilidir. Birçok sebze türünde kaliteyi artırma çalışmaları ülkemizde ve dünyada farklı uygulamalar içererek yapılmaktadır. Bu etkinliğin sağlanmasında doğal ve yapay bitki büyüme düzenleyicilerinin rolü büyük önem kazanmaktadır. Bitkiler düzenli olarak büyüyüp gelişebilmek için hücreler arası iletişime ihtiyaç duyarlar. Bitkilerde bu durumu oluşturan temel araç, bilgiyi kimyasal bir ileti olarak hücreden hücreye taşıyan bitki büyüme düzenleyicileridir (Özen ve Onay 1999).

Bitki bünyesinde gerçekleşen fizyolojik faaliyetlerin çoğunluğu stimülatör ve inhibitör grublarında yer alan hormonların kontrolü altındadır. Pro-Ca aslında stimülatör görevi yapan bir gibberellik asit inhibitörüdür. Prohexadione-Ca, bitki ve insan sağlığını tehdit etmeyen, yeni nesil bir bitki büyüme düzenleyicisidir. 2-oxoglutarate enziminin yapısal bir kopyası olarak gövdenin boyuna uzamasını inhibe ederek, GA biyosentezinde önemli rol oynayan dioksijenaz enziminin sentezini engeller (Rademacher 2000). Birleşik Devletler'de Apogee, Avrupa'da ise Regalis ticari ismiyle tescil edilen Prohexadione-Ca, özellikle elmalarda sürgün gelişim kuvvetini azaltmak için kullanılmaktadır (Illias ve Rajapakse 2005). Bitkilerde yapraklarda ve sürgünlerde sentezlenen ve hücreler arası uzamayı uyararak vegetatif gelişmeyi artıran GA sentezini azaltan bu kimyasal, söz konusu özelliği ile bitkilerde fizyolojik dengeyi kontrol altında tutar. Bitkilerin normalden daha uzun boylu olması bitki kalitesinde bir azalmaya, pazarlamada ve bitkilerin bir yerden bir yere taşınmasında problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Modern meyve yetiştiriciliği yapılan ülkelerde bodur bahçelerde vegetatif büyümeyi sınırlamak amacıyla çeşitli bazı kimyasallar uygulanmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan Daminozid (Alar), Cloromequat ve Paclobutrazol çok etkili kimyasallar olmasına karşılık, zamanla bunların ağaç bünyesinde uzun süre kaldığı, bitkilere toksik etki yaptığı ve çevre açısından olumsuz etkilere sahip olduğu ortaya çıkmış ve bazı ülkelerde kullanımları yasaklanmıştır (Anonim 2004). Pro-Ca'nın etkisi kısa süreli olup (4-5 hafta) ağaçlara zarar vermemekte ve doğada parçalanması kolay ve hızlı olduğundan çevre dostu bir kimyasal olduğu kabul edilmektedir (Rademacher, 2000; Çağlar ve Ağca, 2009). Bu kimyasal, sürgün gelişimini engelleyerek vegetatif büyüme ve generatif gelişme arasında dengeyi sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Gibberellik asit yapraklarda ve sürgünlerde sentezlenmekte, hücreler arası uzamayı uyararak vegetatif gelişmeyi uyarılmaktadır. Pro-Ca gibberellik asit sentezini veya taşınımını engelleyerek vegetatif büyümeyi kontrol altına almaktadır (Evans ve ark. 1997). Ayrıca bitkinin büyümesi ve gelişmesi için mutlak gerekli besin elementlerinden kalsiyumun eksikliğinde, büyüme yerleri çoğunlukla öldüğünden bitkilerde yeni sürgünler meydana gelmemekte ve bitkinin kök sistemi de zarar görmektedir (Kacar 1984). Bu bağlamda mineral besin maddelerinin yararı, fitohormonların sentezini ve hareketini kontrol edebilmesi nedeniyle bitkideki içsel hormonların miktarını etkileyebilmektedir (Mercier ve ark. 1997). Kalsiyum kolaylıkla apoplastlara girebilen, hücre duvarında değişebilir formlarda ve plazma membranının dış yüzeyinde bulunabilen bir bitki besin maddesidir.

İçsel hormonlarla Ca arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır. Oksin bitki dokularına taşınan kalsiyum miktarını arttırmaktadır. Bu nedenle oksin düzeyinin azalması bitki dokularına kalsiyum taşınmasını engeller ve kalsiyum noksanlığı belirtileri görülür. Oksin seviyesinin azalması hücre duvarında proton salınmasını artırır ve hücre duvarının bozulmasına neden olur (Öktüren ve Sönmez, 2009). Hücre duvarında meydana gelen bu dejenerasyon çiçek burnu çürüklüğüne davetiye çıkarmaktadır. Bunun sebebi de, meyvenin uç kısmında oluşan yerel kalsiyum (Ca) noksanlığıdır. Bu element, aktif hücre bölünmesi sırasında, Ca pektat şeklinde hücre duvarlarının ve Ca fosfat şeklinde hücre zarının yapımında gerekli olup, karbonhidrat ve amino asitlerin bitkideki naklinde ve yeni köklerin gelişmesinde de görev alır (Freitas ve ark. 2012).

Örtüaltı ve açıkta yapılan sebze yetiştiriciliğinde kullanılmak üzere üretilen sebze fidelerinde genellikle uygulanan büyümeyi geciktirici maddelerin oluşturduğu sorunlar dikkate alınarak fidelerde boyolanmanın kısa süreli kontrolü için Pro-Ca'un kullanılabilirliğinin, en uygun Pro-Ca konsantrasyonunun ve uygulama yönteminin belirlenmesi amacıyla ülkemizde çalışmalar yapılmakla beraber, bu çalışmalar sebze türlerinde Pro-Ca'un verim ve kalite üzerine etkilerini açıklamakta yetersiz kalmaktadır (Ergün 2007; Metin 2009; Ramirez ve ark. 2009). Yapılan bu çalışmada, üç farklı dönemde;

(genç bitki dönemi, çiçeklenme ve yeşil meyve dönemi, hasat başlangıç dönemi) domateslere uygulanan Pro-Ca'un domatesin bitki büyümesi ve besin madde alımına etkilerinin yanında kaliteyi etkileyen mutlak besin elementi kalsiyumun domates meyvesinin fiziksel özellikleri ve kalitesine etkileri de araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada bitki materyali olarak, Hazera 5656 F₁ domates çeşidi kullanılmıştır. Pro-Ca kaynağı olarak ise BASF firmasına ait piyasada ticari olarak Velonta ismiyle anılan bir ürün kullanılmıştır.

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 uygulama ve 5 tekerrürlü olacak şekilde tertip edilmiştir. Domates fideleri arazideki yerlerine 26 Mayıs 2014 tarihinde dikilmiştir.

Denemede, 4 farklı Pro-Ca dozu kullanılmıştır. Bunlar sırasıyla, 5 mg, 15 mg, 30 mg, 45 mg olmak üzere hesaplanmış ve 1 lt suda eritildikten sonra yapraklara püskürtülmüştür. Pro-Ca uygulanmayan bitki parseli de (kontrol) dahil olmak üzere toplam 5 uygulama denemede yer almış, Pro-Ca uygulamaları 3 farklı dönemde her bir parselde uygun olan dozda yapraklara püskürtülmek suretiyle uygulanmıştır. Bu dönemler;

Genç Bitki Dönemi : 28 Mayıs 2014 tarihinde çiçeklenme başlamadan yapılan uygulama.

Çiçeklenme ve Meyve Dönemi : 9 Temmuz 2014 tarihinde domates bitkileri üzerinde hem çiçek hem de küçük meyvelerin olduğu dönemde yapılan uygulama.

Hasat Dönemi Başlangıcı : 1 Ekim 2014 tarihinde domateste 2. hasat yapıldıktan sonra yapılan uygulama.

Bitki Büyüme Parametreleri

Her tekerrürden örnek olarak 3 bitki seçilmiş ve etiketlenmiştir. 20.07.2014 tarihinde (dikimden 55 gün sonra) bitkiler sökülerek ölçümleri alınmış, tekerrür ortalamaları belirlenmiştir.

Bitkinin Gövde Uzunluğu (cm) : Bitkilerin kök boğazından başlayarak (toprak hizasından) en üst sürgün ucuna kadar metre ile ölçülmüştür.

Bitkinin Kök Boğazı Çapı (mm) : Bitkilerin kök ile gövdenin toprak hizasındaki ekvatorial bölgesinin çapı ± 0.1 mm duyarlılıktaki dijital bir kumpasla ölçülmüştür.

Bitkinin Kök Uzunluğu (cm) : Sökülen bitkiler, kök boğazından kesilerek toprak altı aksamı ile toprak üstü aksamı birbirinden ayrılmış daha sonra kökler, temizlenip yıkadıktan sonra toprak hizasından başlayıp kökün en uç kısmına kadar metre ile ölçümü yapılmıştır.

Bitkinin Taze ve Kuru Yeşil Aksam (gövde+yapraklar) Ağırlığı (g) : Sökülen domates bitkilerinde, kesilerek ayrılan toprak üstü aksamı (gövde+yapraklar) teker teker ± 5 g duyarlılıktaki elektronik bir terazi ile tartılarak taze ağırlık değerleri alınmış, daha sonra örnekler 48 saat süreyle etüvde 65 °C de kurutularak ± 1 g duyarlılıktaki elektronik bir terazi ile tartılmış ve kuru ağırlık değerleri belirlenmiştir.

Meyve Pomolojik Analizleri

19.08.2014 tarihinde her tekerrürden hasat edilen meyvelerden rastgele 10 adet meyve alınarak örnekleme yapılmış ve aşağıdaki pomolojik analizler yapılmıştır.

Meyve ağırlığı (g) : ± 5 g duyarlılıktaki elektronik bir terazi ile tartılıp ortalamaları alınmıştır.

Meyve boyu (mm) : Meyvelerin çiçek çukuru ile sap çukuru arasındaki mesafe $\pm 0,1$ mm duyarlılıktaki dijital bir kompas ile ölçülüp ortalamaları alınmıştır.

Meyve çapı (mm) : Meyvelerin ekvatorial bölgenin çapı ± 0.1 mm duyarlılıktaki dijital bir kumpasla ölçülüp ortalamaları alınmıştır.

SÇKM (%) : Meyve suyunda suda çözünebilir kuru madde içeriği el refraktometresi ile ölçülmüştür.

Meyve eti sertliği (kg/cm³) : Aynı meyvelerde ekvatorial bölgeden karşılıklı olarak dış kabuk zar şeklinde kesilir penetrometre ile başlık meyve etine girinceye kadar basınç uygulanarak meyve eti sertliği ölçülüp ortalaması alınmıştır.

Bitki Besin Element Analizleri

Denemedeki 5 farklı uygulamanın domatesta besin elementi alınmasına etkisinin tespit edilmesi için, bitkilerden 6 Ağustos 2014 tarihinde yaprak örnekleri alınmış ve yapraklardaki; potasyum (K), kalsiyum (Ca), fosfor (P), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn), çinko (Zn) içerikleri belirlenmiştir. Araziden alınan yapraklar % 0.1'lik deterjan ile yıkanıp durulandıktan sonra 3 kez saf su ile yıkanmış ve etüvde 48 saat 65°C'de kurutulmuştur. Kurutulan örnekler öğütülmüş, daha sonra 550°C'de 8 saat süreyle yakılmış, oluşan kül %3.3'lük (w/w) HCl asitte çözülerek süzümüştür. Daha sonra bu süzüklerden 2 ml alınarak üzerine 18 ml saf su eklenmiş ve seyreltik çözeltiler hazırlanmıştır. Atomik absorpsiyon spektrometrede K ve Ca okumaları emisyon modunda, Cu, Fe, Mn ve Zn okumaları ise absorpsiyon modunda okunmuştur. Domates yapraklarındaki fosfor analizleri ise yukarıda hazırlanan ekstrakt kullanılarak Barton yöntemine spektrofometre ile yapılmıştır.

Meyvelerde Organik Asit ve Şeker Analizleri

22 Eylül 2014 tarihlerinde her tekerrürden hasat edilen meyvelerden rastgele 10 adet meyve alınarak meyve suyu çıkarılmış ve şeker (glikoz, fruktoz, sakkaroz) ile organik asit (malik asit ve sitrik asit) analizleri yapılmıştır. Domates meyvelerinden elde edilen meyve suyu örneklerinde; glikoz, fruktoz ve sakkaroz miktarı; Miron ve Scahaffer (1991)'in geliştirmiş oldukları ekstraksiyon yöntemine göre HPLC (HP 1100 series) RID (Refractive Index) detektör ve Shim-Pack HRC NH2 (300X7.8mm, 5µ.) kolonu kullanılarak ve (%) olarak tayin edilmiştir. Domates meyve suyu örneklerinde organik asit (malik asit, sitrik asit) analizleri Bozan ve ark., (1997)'na göre HPLC tekniği ile (HP 1100 series) UV detektör ve HPX 87H (300x7.8 mm, 5µm) kolonu kullanılarak ölçülmüştür.

Bulgular ve Tartışma

Bitki Büyüme Parametreleri

20.07.2014 tarihinde, fidelerin arazideki yerlerine dikiminden sonra 55.günde yapılan ölçümlerin sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Farklı dozda Pro-Ca uygulanan domates bitkilerinde ölçülen bazı bitki büyüme parametreleri

Pro- Ca Uygulamaları	Bitki Boyu (cm)	Gövde Çapı (mm)	Kök Uzunluğu (cm)	Yeşil Aksam Taze Ağırlığı (g)	Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı (g)
Kontrol	57.11	19.37	40.67	1005	96 (% 9.55)
5	55.11	19.30	44.33	1145	101 (% 8.82)
15	61.89	20.01	48.00	1270	118 (% 9.29)
30	58.45	19.28	47.33	1800	169 (% 9.39)
45	58.89	18.61	48.50	1170	107 (% 9.15)

Bitki Boyu (cm) : Çizelge 1'de bitki boyu değerlerine baktığımızda, farklı dozlardaki Pro-Ca uygulamalarının bitki boyuna etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamakla birlikte en yüksek bitki boyu değeri 15 mg/L uygulamasından elde edilmiştir. Bunu sırasıyla, 45mg/l, 30mg/l, kontrol ve 5 mg/l uygulamaları izlemiştir.

Gövde Çapı (mm) : Ölçülen gövde çapı mg l⁻¹ değerleri arasında belirgin bir farklılık olmamakla birlikte en yüksek değer, 15 mg/l uygulamasına aittir (Çizelge 1)

Kök Uzunluğu (cm) : Çizelge 1’de kök uzunluğu değerleri karşılaştırıldığında, kontrol grubundaki bitkilerin kök uzunluğu değeri ile en yüksek değerleri alan 15 ve 45 mg/L uygulamalarında yaklaşık 8 cm lik bir fark saptanmıştır. İstatistiki bakımdan önemli olmasa bile Pro-Ca uygulamasının yarattığı bu fark küçümsenmeyecek değerdedir.

Yeşil Aksam Taze Ağırlığı (g) : Pro-Ca uygulamaları köklerin gelişimine paralel olarak bitkinin toprak üstü aksamının da daha iyi gelişmesini sağlamıştır. Uygulamaların yapıldığı bitkilerin yeşil aksam (gövde + yapraklar) ağırlık sonuçlarını incelediğimizde, kontrol bitkilerine göre daha fazla yeşil aksam oluşturduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı (g) : Çizelge 1’de sunulan yeşil aksam kuru ağırlık değerlerinin taze ağırlık değerleri ile benzer sonuçlar aldığı görülmektedir. En yüksek kuru ağırlık değeri 30 mg/l uygulamasından elde edilmiştir.

Daha önceki yapılan çalışmalarda, Pro- Ca uygulamalarının gibberellik asit sentezini ya da taşınımın engelleyerek ya da vejetatif gelişmeyi kontrol altına alarak, büyümeyi kısmen geriletmesi yönünde sonuçlanmıştır. Pro-Ca uygulamanın; Altıntaş (2013) domates fide boylarında kısalmaya neden olduğunu, Hamano ve ark. (2002) lahana sürgünlerinde gövde uzamasını baskıladığını, Black (2004) çilek üretiminde kol sayısını azalttığını ve kollarda kısalmaya neden olduğunu, Illias ve ark. (2007) bamyada bitki gelişimini olumsuz etkilediğini, Çakırbay ve Dursun (2014) domates fidelerinde gövde boyu ve çapını azalttığını, sadece kök uzunluğuna belirgin etkisinin olmadığını ve kontrol bitkilerine yakın değerler elde ettiklerini belirtmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada ise; gövde çapında uygulamalar ve kontrol bitkileri arasında belirgin farklılık bulunmamakla birlikte, 5 mg/l dozu dışında bitki boyunun bir kaç cm arttığı, kök uzunluğunda ise 8 cm ye varan bir fark meydana geldiği saptanmıştır. Konu ile ilgili yapılan çalışmaların birçoğunda fide aşaması veya genç dönemdeki vejetatif özelliklere ait sonuçların değerlendirildiği dikkat çekmektedir. Oysa yürütülen bu çalışmada gelişim kriterlerinin yanısıra generatif döneme ait meyve pomolojisi ve kalite özellikleride incelenmiştir. Bu durumda ilk vejetatif gelişme aşamasında büyümeyi engelleyici etkisi olan Pro-Ca’un bitkinin ileri aşamalarında bu etkisinin azaldığını söyleyebiliriz. Bitki vejetasyon periyodunun ortalarında büyümedeki geri kalmayı telafi ederek aradaki farkı kapatmıştır. Kuru ağırlık ise; Çakırbay ve Dursun (2014) çalışmalarında olduğu gibi verilen Pro-Ca dozlarının artmasına paralel olarak artmıştır.

Meyve Pomolojik Analiz Sonuçları

Çizelge 2. Farklı dozlarda Pro-Ca uygulamalarının 19.08.2014 tarihinde alınan domates meyvelerinin pomolojik özellikleri ve SÇKM değerleri üzerine etkisi

Pro- Ca Uygulamaları	Meyve Boyu (mm)	Mey Çapı (mm)	Meyve Ağırlığı (g)	Meyve Sertliği (g)	SÇKM (%)
Kontrol	63,68 b	72.67	224.50	4.075	2.53
5	67.85 a	75.69	228.83	4.158	2.68
15	69.49 a	76.51	232.08	4.300	2.99
30	68.34 a	75.00	232.74	4.661	2.70
45	67.74 a	77.05	246.00	4.075	2.84
LSD%5					2.53

Meyve Boyu : Çizelge 2 de görüldüğü üzere, meyvelerin boyları bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Buna göre en yüksek değer, Pro-Ca uygulamalarından elde edilmiş, kontrol meyveleri Pro-Ca uygulanan meyvelerden belirgin şekilde ayrılmıştır. En yüksek meyve boyu değeri ise 15 mg/ l uygulama dozundan alınmıştır.

Meyve Çapı : Meyve eni değerleri incelendiğinde, Pro-Ca uygulamalarının kontrole göre meyve enini arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Farklılıklar istatistiki düzeyde önemli bulunmamıştır. En yüksek meyve eni 45 mg/l ve 15 mg/l uygulanan bitkilerin meyvelerinden elde edilmiştir.

Meyve Ağırlığı : Çizelge 2’de meyve ağırlığı değerleri incelendiğinde, uygulama parsellerinden alınan meyvelerin ağırlığının kontrol parselinden alınan meyvelerden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Meyve Eti Sertliği : Örnek meyvelerde ölçülen meyve eti sertliği değerleri Çizelge 2’de sunulmuştur. Pro-Ca uygulamaları diğer özellikler gibi olumlu etkide bulunmuş, meyve eti sertliğini arttırmıştır. Farklılık istatistiki önemde bulunmamış olup, en yüksek değer, 30 mg/l uygulama parsellerindeki meyvelerde belirlenmiştir.

Suda Çözünbilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) : Parsellerden alınan örnek meyvelerde, kuru madde miktarlarına bakılmış, uygulamalar arasındaki farklılık istatistiksel önemde bulunmamıştır (Çizelge 2). Meyvelerde saptanan en yüksek kuru madde miktarı, 15 mg/l ve 45 mg/l uygulanan parsellerin meyvelerinde belirlenmiştir. Diğer uygulama dozları da kontrole göre meyvedeki kuru madde miktarını arttırmış, en düşük değer kontrol meyvelerinden alınmıştır.

Sebzelerde bu konuda yapılan daha önceki araştırmalar, genellikle fide aşaması ya da bitkinin genç dönemindeki parametreler ile yapılan çalışmalardır. Meyve kalitesi ile ilgili yumuşak çekirdekli meyvelerde Rademacher ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, Pro-Ca’un verim ve meyve kalitesinde bir miktar artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız araştırma sonuçlarına göre; Pro-Ca uygulamalarının domates meyvelerinin pomolojik özelliklerinde meyve boyu dışındaki diğer parametrelere istatistiksel önemde bir etkisi olmamıştır.

Bitki Besin Element Analiz Sonuçları

06.08.2014 tarihinde hasat dönemi başlamadan önce domates bitkilerinden alınan yaprak örneklerinde yapılan bitki besin elementi analiz sonuçları Çizelge 3’de sunulmuştur.

Çizelge 3. 06.08.2014 tarihinde uygulama parsellerinden alınan yaprak örneklerine ait bitki besin element analiz sonuçları

Pro- Ca Uygulamaları	P (%)	K (%)	Ca (%)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)
Kontrol	0.14	0.84	2.74	0.088	6.66	0.86 ab
5	0.12	0.79	2.85	0.083	4.79	0.83 ab
15	0.13	0.82	3.11	0.088	6.05	0.81 ab
30	0.12	0.74	3.48	0.076	6.67	0.91 a
45	0.12	0.73	3.14	0.078	7.43	0.76 b
LSD%5						0.12

Yapraklarda, fosfor miktarı en yüksek kontrol bitkilerinde bulunmuştur. Bunu 15 mg/l izlemiş diğer 3 uygulama dozunda belirlenen miktar aynı bulunmuştur. Potasyum miktarı bakımından en yüksek miktar kontrol ve 15 mg/l uygulamasında belirlenmiştir. Bu iki uygulamayı 5, 30 ve 45mg/l olan uygulamalar takip etmiştir. Kalsiyum değerleri incelendiğinde; Pro-Ca uygulaması yapraklardaki kalsiyum içeriğini arttırmış en düşük değer kontrol bitkilerinin yapraklarında belirlenmiştir. En yüksek değerden düşüğe göre sıralama; 30, 45, 15, 5 mg/l ve kontrol şeklindedir. Yapraklardaki bakır içeriğine baktığımızda uygulamalar arasında belirgin bir fark görülmemiş olup, kontrol ve 15 mg/l uygulanan bitkilerde en yüksek bakır miktarı saptanmıştır. Yaprak analiz sonuçlarına göre en yüksek demir elementi içeriği, en yüksek Pro-Ca dozu olan 45 mg/l uygulamasında belirlenmiştir. Mangan içeriği bakımından ise, uygulamalar arasında istatistiksel önemde farklılık bulunmuş, en yüksek mangan 30 mg/l uygulamasında, en düşük mangan içeriği ise 45 mg/l olan uygulamasında belirlenmiş diğer uygulamalar ise ara grupta yer almıştır. Tüm besin elementleri bir arada değerlendirildiğinde; Pro-Ca uygulamaları domatesteki makro element olan fosfor ve potasyum ile mikro elementlerden bakırın alımını kısmen azaltmıştır. Mikro elementlerden demir ve mangan alımını ise bir miktar arttırmıştır.

Çakırbay ve Dursun (2014) domates yapraklarında bitki besin elementi içeriğine Pro-Ca uygulamalarının etkilerini araştırdıkları bir çalışmada uygulamanın; P ve K oranını azalttığını buna karşılık, Ca, Cu, Fe ve Mn oranını arttırdığını ve Zn oranında belirgin bir değişikliğe neden olmadığını saptamışlardır. Yaptığımız çalışmada, Pro-Ca uygulamaları domates bitkilerinin yapraklarında; P ve K düzeyini azaltmış, buna karşılık, Ca, Fe ve Mn oranını arttırmış, Cu değerlerinde ise belirgin bir değişikliğe neden olmamıştır. Bu sonuçlar önceki çalışma ile uyum içerisindedir.

Meyvelerde Organik Asit ve Şeker Analiz Sonuçları

22 Eylül 2014 tarihinde alınan domates meyve suyunda yapılan organik asit ve şekerlere ait sonuçlar Çizelge 4'de sunulmuştur.

Çizelge 4. Pro-Ca uygulamalarına ait domates meyve suyunda belirlenen organik şeker ve asit miktarları

Pro- Ca Uygulamaları	Glikoz (%)	Fruktoz (%)	Sakkaroz (%)	Sitrik Asit (%)	Malik Asit (%)
Kontrol	1.124 c	1.999 c	0.157 a	1.06	0.17
5	0.708 e	1.303 e	0.026 c	0.85	0.29
15	1.549 a	2.515 a	0.065 b	0.80	0.18
30	1.265 b	2.116 b	0.073 b	0.78	0.18
45	1.069 d	1.939 d	0.067 b	0.76	0.14
LSD%5	0.35	0.09	0.043	0.12	

Sonuçlar değerlendirildiğinde; Pro-Ca uygulamalarının şeker bakımından fark oluşturduğu ve bu farkın da istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir. Şeker içeriklerinde; glikoz ve fruktoz bakımından en yüksek değer 15 mg/l dozuna ait olduğu bunu sırasıyla, 30 mg/l, kontrol, 45 mg/l ve 5 mg/l izlediği görülmektedir. Sakkaroz miktarı ise; en yüksek kontrol meyvelerinde en düşük de 5 mg /l Pro-Ca dozunda saptanmış, diğer uygulamalar aynı ara grupta yer almışlardır. Organik asit içerikleri bakımından sonuçları incelediğimizde; sitrik asit içeriği en yüksek kontrol meyvelerinde belirlenmiş, sonrasında Pro-Ca uygulama dozu yükseldikçe sitrik asit oranı düşmüş, en düşük değer 45 mg/l uygulamasında bulunmuştur. Malik asit içeriğinde ise, en yüksek değer 5 mg/l uygulamasından alınırken; bunu sırasıyla, aynı değerle 15 mg/l ile 30 mg/l uygulamaları ve ardından kontrol ve 45 mg/l takip etmiştir.

Daha önceki çalışmalar ile karşılaştırma yaptığımızda; Ramirez ve ark. (2009) elmalarda yaptıkları çalışmada Pro-Ca uygulamalarının meyvelerde antioksidan ve enzim içeriğini arttırdığını saptamışlardır. Illias ve ark. (2007) bamyada yaptıkları çalışmada, fruktoz ve glikoz miktarını azalttığı, sakkaroz miktarını ise belirgin düzeyde olmayacak şekilde arttırdığını belirtmişlerdir. Domates meyvelerinin şeker içeriği sonuçlarına göre, Pro-Ca uygulamalarının glikoz miktarını 5 mg/l dozunda azalttığı diğer dozlarda ise arttırdığı; fruktoz oranı; 15 mg/l ve 30 mg/l dozlarının arttırdığı 5 mg/l ve 45 mg/l dozlarının ise azalttığı; sakkaroz oranını ise; tüm Pro-Ca uygulamalarının azalttığını belirlenmiştir. Organik asit sonuçlarına göre; Pro-Ca uygulamalarının sitrik asit içeriğini azalttığı, malik asit içeriğini düşük düzeyde arttırdığı saptanmıştır. Grossmann ve ark. (1994) Pro-Ca uygulanan bitkilerde toplam şeker oranının amilaz enzim aktivitesinin azalmasına bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir. Malundo ve ark. (1995) yaptıkları çalışmada, toplam şeker ve organik asit oranındaki artışın domateste tat ve aromayı arttırdığını belirtmişlerdir.

Sonuç

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde; Pro-Ca uygulamalarının büyümeyi durdurma ya da geriletme etkisinin domates bitkisinde vejetasyon süresinin ileri dönemlerinde etkili olmadığını, bitkinin büyüme farkını kapattığını söylemek mümkündür. Pro-Ca'un yapraklarda besin element miktarlarında ve kuru madde birikiminde meydana getirdiği farklılığın meyvelerdeki kalite özelliklerine olumlu yansıdığı belirlenmiştir. Bu anlamda, dozlar arasında 15 mg/l konsantrasyonunun bu olumlu katkılar için yeterli olabileceği saptanmıştır.

Kaynaklar

- Altintas S (2013). Effects of prohexadione-calcium with three rates of phosphorus and chlormequat chloride on vegetative and generative growth of tomato. *African Journal of Biotechnology*, 10(75), 17142-17151.
- Anonim (2004). Pesticides. Department Of Food And Agriculture. [Http://www.Pcs.Agriculture.Gov.Ie/Docs/Pesticides%202004%20book.Pdf](http://www.Pcs.Agriculture.Gov.Ie/Docs/Pesticides%202004%20book.Pdf).
- Black B.L. (2004). Prohexadione-calcium Decreases Fall Runners and Advances Branch Crowns of Chandler Strawberry in a Cold-climate Annual Production System. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129(4), 479-485.

- Bozan B, Tunalier Z, Koşar M, Altıntaş A, Başer K.H.C. (1997). "Comparison of ascorbic and citric acid contents in 'Emphasis Type'", Proc. 11. Symp. Plant Origin. Crude Drugs, Ankara, 258 s.
- Çağlar S, Ağca Z (2009). Pro-Ca (Prohexadione-Calcium) uygulamasının mondial gala/m.9 elma ağaçlarının gelişimi ve bazı meyve özellikleri üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi. 2 (2):101-106, Issn: 1308-3945.
- Çakırbay İ.F, Dursun A (2014). Prohexadione-Ca Uygulamalarının Domateste Fide Kalitesi Üzerine Etkileri, 10. Sebze Tarımı Sempozyumu – Tekirdağ
- Ergun N, Çağlar G, Özbay N, Ergun M (2007). Hıyar fide kalitesi ve bitki gelişim üzerine prohexadione-calcium uygulamalarına etkileri. Bahçe. 36 (1-2): 49 – 59.
- Evans RR, Evans RE, Rademacher W (1997). Prohexadione-Calcium for suppression of vegetative growth in eastern, apples. Acta Horticulturae. 451:663-666.
- Freitas ST, Jiang CZ, Mitcham EJ (2012). Mechanisms involved in calcium deficiency development in tomato fruit in response to gibberellins. Plant Growth Regul. 31:221–234 Doi 10.1007/S00344-011-9233-9
- Grossmann K, König-Kranz S, Kwiatkowski J (1994). Phytohormonal changes in intact shoots of wheat and oilseed rape treated with the acylcyclohexanedione growth retardant prohexadione calcium. *Physiologia Plantarum*, 90(1), 139-143.
- Günay A (2005). Sebze yetiştiriciliği Cilt I. İzmir.
- 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 & biotechnology, 77(2), 220-225.
- Illias FI, Rajapakse N (2005). Prohexadione-calcium affects growth and flowering of petunia and impatiens grown under photoselective films. Sci. Hort. 106(2): 190-202.
- Illias I, Ouzounidou G, Giannakoula A, Papadopoulou P (2007). Effects of gibberellic acid and prohexadione-calcium on growth, chlorophyll fluorescence and quality of okra plant. *Biologia Plantarum*, 51(3), 575-578.
- Kacar B (1984). Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. Ankara.
- Keskin G, Gül U (2004). Tarımsal Araştırma Enstitüsü T.E.A.E Yayını, Bakış Dergisi 5. Sayı, 13. Nüsha. <http://www.aeri.org.tr/bakis4-5/Domates.pdf>
- Malundo, T. M. M., Shewfelt, R. L., & Scott, J. W. (1995). Flavor quality of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by sugar and acid levels. *Postharvest Biology and Technology*, 6(1), 103-110.
- Mercier H, Kerbauy GB, Sotta B, Miginiac E (1997). Effects of no-nh and urea 3, 4 nutrition on endogenous levels of iaa and four cytokinins in two epiphytic bromeliads. *Plant, Cell And Environment*. 20, 387-392.
- Metin R (2009). Prohexadione-Calcium uygulamalarının biberde (*capsicum annum* l.) fide kalitesi, bitki gelişimi ve verimi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş.
- Miron D, Schaffer A.A (1991). Sucrose phosphate synthase, sucrose synthase, and invertase activities in developing fruit of *Lycopersicon esculentum* Mill. and the sucrose accumulating *Lycopersicon hirsutum* Humb. and Bonpl. *Plant Physiology*, 95(2), 623-627.
- Öktüren Asri F, Sönmez S (2009). Antalya Yöresinde Topraksız Kültür Sistemiyle Yetiştirilen Domates Bitkilerinin Beslenme Durumunun ve Sulama Suyu Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2), 191-200.
- Özen H.Ç. Onay A (1999). Bitki büyüme ve gelişme fiziolojisi. Diyarbakır
- Rademacher W (2000). Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51: 501-531
- Rademacher W, Van Saarloss K, Garuz Porte J.A, Riera Forcades F, Senechal Y, Andreotti C, Spinelli, F, Sabatini E, Costa G (2004). Impact of Prohexadione-Ca the vegetative and reproductive performance of apple and pear trees, *European Journal of Horticultural Science*, 69 (6):221-228.
- Ramirez H, Leza-Hernández PC, Benavides A, Amado-Ramírez C, Martínez-Osorio A, Rivera-Cruz CE. (2009) Prohexadione-Ca modifies content of gibberellins and vitamin C, antioxidant capacity and enzymatic activity in apple, *Shs Acta Horticulturae* 884: XI International Symposium On Plant Bioregulators in Fruit Production. Bologna/Italy
- Williams G. M, Williams C.L, Weisburger J.H (1999). Diet and cancer prevention: the fiber first diet. *Toxicological Sciences*. 52(suppl 1), 72-8