

Topraksız Kültür Çilek Yetiştiriciliğinde Kalsiyum Klorür ve Lysophosphatidylethanolamine Uygulamalarının Meyve Verim ve Kalitesine Etkisi

Duygu CAYMAZ^{1*}, Kazım GÜNDÜZ², Sedat SERÇE³, Emine ÖZDEMİR⁴

¹Ziraat Yüksek Mühendisi, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0002-4046-3144

²Prof. Dr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Malatya; ORCID: 0000-0002-6473-5909

³Prof. Dr., Niğde Ömer Halisdemir Üni., Tarım Bil. ve Tek. Fak., Tarımsal Genetik Müh. Böl., Niğde; ORCID: 0000-0003-4584-2028

⁴Prof. Dr., Emekli Öğretim Üyesi; ORCID: 0009-0001-5356-2723

Geliş Tarihi / Received: 15.03.2023

Kabul Tarihi / Accepted: 06.08.2023

ÖZ

Ülkemizde ve Dünya’da topraksız kültürde çilek yetiştiriciliği yaygınlaşmaktadır. Topraksız kültürde bitki besin elementleri uygulamalarının optimizasyonu büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada yetiştirme ortamı olarak kokopit kullanılan iki katlı topraksız kültür yetiştirme sisteminde ‘Fortuna’ ve ‘Festival’ çeşitleri kullanılarak bitkilere, hasattan 15 gün önce yapraktan kalsiyum (Ca), Lysophosphatidylethanolamine (LPE) ve Ca + LPE uygulanmaya başlanmış ve yetiştiricilik döneminin sonuna kadar 15 gün aralıklarla devam edilmiştir. ‘Fortuna’ çeşidinde ilk ürünler Ocak ayının ikinci haftasında alınırken, ‘Festival’ çeşidinde ise, ilk ürünler şubat ayının üçüncü haftasında alınmıştır. Erken ürün eldeğinde uygulamalar arasında Ca + LPE daha iyi sonuç vermiştir. Bitki başına ve birim alana verim bakımından ‘Fortuna’ çeşidi ‘Festival’ çeşidine göre daha verimli bulunmakla birlikte, ‘Festival’ çeşidinde etkili olmuş en yüksek verim değeri LPE uygulamasından alınmıştır. En yüksek titre edilebilir asit içeriği her iki çeşitte de Ca + LPE uygulamalarından alınmıştır. Meyve eti sertliği yönünden Ca uygulamaları olumlu etkide bulunmuştur. LPE uygulamasında kontrole göre renklenmede biraz artış görülmüştür. Sonuçlar, erkenci çilek yetiştiriciliğinde bazı çeşitlerde Ca ve LPE uygulamalarının meyve kalitesini artırmak için kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çilek, topraksız kültür, LPE, CaCl₂, meyve kalitesi

Effects of Calcium Chloride and Lysophosphatidylethanolamine Applications on the Yield and Quality of Strawberries Grown in Soilless Culture

ABSTRACT

Strawberry culture in soilless culture is getting more popular in Turkey and the World. The optimization of the plant nutrient application is critical in this system. ‘Fortuna’ and ‘Festival’ strawberry cultivars were used in the two-story production system using the cocopeat as growing media where the plants were treated with calcium (Ca), Lysophosphatidylethanolamine (LPE), Ca + LPE 15 days before harvest. The first fruits were harvested in the second week of January for ‘Fortuna’ while ‘Festival’ as the first fruits were harvested in the third week of February. Among the treatments, Ca + LPE resulted in favorable results for earliness. While ‘Fortuna’ was found the higher yield than ‘Festival’ for yield per plant or yield per area the highest yield was recovered from LPE treatment for ‘Festival’. The highest acidity was recovered from Ca + LPE treatment for neither of the cultivars. For fruit firmness, Ca treatments increased the fruit firmness. LPE had some effect on color formation when compared to control. The results suggest that Ca and LPE treatments may be used to enhance fruit quality characteristics for early strawberry production.

Keywords: Strawberry, soilless culture, LPE, CaCl₂, fruit quality

GİRİŞ

Çilek (*Fragaria × ananassa*) Dünya’da en yaygın yetiştiriciliği yapılan üzümü meyvedir. Dünya’da 3.896,65 da alanda 9.175.384 ton [11] çilek yetiştiriciliği yapılmaktadır. 186.760 da alanda 669.195 ton üretim yapılan Türkiye [11] yetiştiricilik

alanı olarak dünyada beşinci; üretim miktarı olarak üçüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizde çilek üretimi yoğun olarak Akdeniz ve Ege Bölgelerinde açıkta ya da örtü altında yapılmaktadır. Son yıllarda Akdeniz bölgesinde Mersin (Silifke) ve Antalya illerinde örtü altında topraksız kültürde de çilek yetiştiriciliği yapılmaya başlanmıştır. Bu yörelerde

*Sorumlu yazar / Corresponding author: ddemir.duygu1@gmail.com

topraksız kültürde çilek yetiştiriciliği çoğunlukla plastik serada soğuklama ihtiyacını karşılamış taze fideler ile yapılmaktadır [46].

Önemli bir çilek üreticisi olan ülkemiz, dış satım potansiyeli de bulunmasına rağmen, üretilen çileğin ancak yaklaşık %10'unu ihraç edebilmektedir. Dış satımının artırılabilmesi için meyve eti sertliği ile tat ve aromanın istenilen düzeyde olması gereklidir. Meyve eti sertliği yola dayanım ve raf ömrü bakımından önem taşımaktadır. Çilek meyvesinde bu özelliklerin genotip, yetiştirme koşulları, bitki besleme, derim zamanı, derim öncesi ve derim sonrası yapılan uygulamalardan (Ca gibi) etkilendiği bilinmektedir [34, 19, 28]. Ca içerikli gübre uygulamalarının meyve eti sertliğini artırdığı, raf ömrünü uzattığı ve *Botrytis cinerea* kaynaklı çürüklüğün azaltılmasına yardımcı olduğu bilinmektedir [5, 14, 43, 39, 45, 23, 36].

Kalsiyum uygulamaları dışında doğal bir büyüme düzenleyicisi olan Lysophosphatidylethanolamine (LPE) uygulamaları da önemlidir. LPE, canlı hücrelerinde membranının sağlamlığı ile esnekliğini artırmakta, yaşlanmaya ve membranın parçalanmasına etki eden fosfolipaz D enziminin sentezini azaltmakta, yapraklarda solunumu azaltmakta, etilen sentezini azaltarak raf ömrünü uzatmaktadır. Ayrıca, erkencilik sağlama, meyve eti sertliğinde artış, meyve ve sebzelerde renklenme artışı, bazı meyve ve sebzelerde kuru madde ile buna bağlı olarak şeker içeriğinde artış, erken dönemde meyve iriliğinde artış, muhafaza süresi ve süs bitkilerinde vazo ömründe artış sağladığı belirlenmiştir [20, 31, 8, 1, 32, 4].

Bu çalışmada, Ca ve LPE'nin, topraksız kültürde yetiştirilen çileklerde, meyve kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait araştırma ve uygulama arazisi ile bölüm laboratuvarlarında yürütülmüştür. Deneme cam serada, topraksız kültürde iki katlı yetiştiricilik sisteminde yürütülmüştür. Denemede katı ortam olarak hindistan cevizi liflerinden elde edilen kokopit kullanılmıştır. Ekim ayının üçüncü haftasında yapılan dikimlerde 'Festival' ve 'Fortuna' çeşitlerinin tüplü taze fideleri kullanılmıştır.

Uygulamalar, ilk derimden 15 gün önce başlayarak, yetiştiricilik döneminin sonuna kadar 15 gün aralıklarla yapraktan yapılmıştır. Uygulama dozları ve uygulama kombinasyonları; 1) Kontrol (sadece su püskürtülmüştür), 2) 400 mL/100 L Ca, 3)

100 mL/100 L LPE, 4) 400 mL/100 L Ca + 100 mL/100 L LPE olarak belirlenmiştir. Denemede kalsiyum kaynağı olarak CaCl₂ kullanılmıştır. LPE içeriği ise %20 organik madde, %1 fosforpenta oksit, %1 suda çözünür potasyum oksit, %0,8 N'dir.

Topraksız kültürde kullanılan bitki besin çözeltileri Cantliffe ve ark. [2]'na göre hazırlanmıştır. Besin çözeltisinin pH değeri 6,0 ve EC değeri ise dönemlere göre değişmekle birlikte 1,5-1,8 mS/cm⁻¹ arasında tutulmuştur.

Denemede ilk derim tarihi, bitki başına toplam verimler, toplam verimler (g/bitki, kg/m²), aylık verimler (g/bitki), meyve ağırlığı, meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asit, pH parametreleri incelenmiştir. Ayrıca meyve dış rengi ölçümleri renk ölçüm cihazı (Minolta CR 300, Osoka, Japan) ile yapılmış 'L', 'a', 'b', 'Chroma' (C), ve 'Hue' (h°) değerleri incelenmiştir [25, 37, 15].

Deneme başlangıcında (uygulamalar yapılmadan önce) ve deneme sonunda olmak üzere iki kez yaprakta mineral element analizleri yapılmıştır. Yaprak örnekleri her parselden 40-50 adet olmak üzere alınmıştır [30, 9]. Yaprak analiz sonuçları Morard [26] ve Castro ve ark. [3] tarafından bildirilen referans değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Denemeler her çeşit için üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde her bir uygulama için 26 bitki yer almıştır. Denemeler, tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi SAS programı (SAS, 2005) kullanılarak analiz edilmiştir. Çoklu karşılaştırmalar %5 önem seviyesinde LSD testine göre yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

İlk Derim Tarihi

Topraksız kültür yetiştiricilik sisteminde 'Fortuna' ve 'Festival' çeşitlerinde uygulamalara göre ilk derim tarihleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Uygulamalara göre ilk derim tarihleri

Çeşitler	Uygulamalar	İlk Derim Tarihleri
'Fortuna'	Kontrol	18 Ocak
	Ca	17 Ocak
	LPE	20 Ocak
	Ca + LPE	15 Ocak
'Festival'	Kontrol	20 Şubat
	Ca	19 Şubat
	LPE	23 Şubat
	Ca + LPE	26 Şubat

'Fortuna' çeşidi için ilk derim en erken 15 Ocakta Ca + LPE, uygulamasında gerçekleşmiştir. 'Festival'

çeşidinde ise ilk derim en erken 19 Şubat'ta Ca uygulamasında yapılmıştır. Uygulamalar arasında ilk derim tarihleri bakımından Fortuna çeşidinde 5, Festival çeşidinde ise 7 günlük fark meydana gelmiştir.

'Fortuna' çeşidi Festivale göre erkenci olup ilk ürünler Ocak ayında alınmıştır. Uygulamalar arasında erkencilik bakımından en iyi sonuç Ca + LPE uygulamasından elde edilmiştir. LPE uygulamalarının çileklerde erkencilik üzerine etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak bazı meyve ve sebze türlerinde yapılan çalışmalarda LPE'nin olgunluğu hızlandırdığı belirlenmiştir [13, 31, 16].

Toplam Verimler (g/bitki, kg/m²)

'Fortuna' çilek çeşidinde bitki başına verim üzerine uygulamalar etkili olmazken, 'Festival' çeşidinde önemli olmuş ve bitki başına en yüksek verim 120,06 g ile LPE uygulamasından alınmıştır. En düşük verim ise 109,16 g ile kontrol uygulamasından alınmıştır (Çizelge 2). Alana toplam verimler değerlendirildiğinde verimlerin 'Fortuna' çeşidinde 7,44 kg (LPE) ile 8,45 kg (Ca), 'Festival' çeşidinde ise 4,68 kg (LPE) ile 4,26 kg (kontrol) arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 2).

LPE uygulamalarının çileklerde verim üzerine etkisi konusunda yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle sonuçlar bazı meyve ve sebze türlerinde yapılan çalışmalar ile karşılaştırılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda LPE uygulamalarının üzümde, turna yemişi ve yeşilbiberde verimi arttırdığı belirtilmiştir [16, 31].

Çizelge 2. Uygulamaların toplam verim üzerine etkisi (g/bitki, kg/m²)

Çeşitler	Uygulamalar	Bitki başına toplam verim (g/bitki)	Bitki başına alana verim (kg/m ²)
'Fortuna'	Kontrol	202,48	7,90
	Ca	229,39	8,45
	LPE	190,83	7,44
	Ca + LPE	209,74	8,19
	LSD (%5)	Ö.D.	Ö.D.
'Festival'	Kontrol	109,16 b	4,26 b
	Ca	116,42 ab	4,50 ab
	LPE	120,06 a	4,68 a
	Ca + LPE	113,17 ab	4,41 ab
	LSD (%5)	10,47	0,40

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

Çalışmada 'Fortuna' çeşidinden daha yüksek verim alınmıştır. 'Fortuna' çeşidinde verim üzerinde uygulamalar önemli farklılıklar oluşturmamakla birlikte Ca uygulamasında kontrole göre verimlerde bir miktar artış görülmüştür. Bu konuda yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar bulunmuştur. Nitekim bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda Ca

uygulamalarının verimi artırdığını [29, 39] belirtirken, bazı araştırmacılar ise Ca uygulamalarının verim üzerinde etkili olmadığını belirtmişlerdir [22].

Aylık Verimler (g/bitki)

Çizelge 3'de görülebileceği gibi 'Fortuna' çilek çeşidinde ilk ürünler Ocak ayında alınmış ve derimler Nisan ortasına kadar devam etmiştir. 'Festival' çilek çeşidinde ilk ürünler Şubat ayında alınmış ve derimler Nisan ortasına kadar devam etmiştir.

'Fortuna' çilek çeşidinde Ocak ve Nisan aylarına ait verimler üzerine uygulamalar etkide bulunurken, 'Festival' çeşidinde sadece Mart ayı veriminde farklılık bulunmuştur. Bu bakımdan uygulama etkileri tutarlı olmamıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Uygulamaların aylık verim üzerine etkisi (g/bitki)

Çeşitler	Uygulamalar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan
'Fortuna'	Kontrol	4,53 ab	42,90	138,57	16,48 b
	Ca	4,82 ab	44,60	154,89	25,08 a
	LPE	2,95 b	40,36	130,33	17,19 b
	Ca + LPE	5,59 a	42,37	150,77	11,01 b
	LSD (%5)	2,45	Ö.D.	Ö.D.	6,44
'Festival'	Kontrol	-	10,15	70,88 b	28,13
	Ca	-	11,91	74,64 ab	28,87
	LPE	-	10,99	78,77 a	30,30
	Ca + LPE	-	9,25	70,16 b	33,76
	LSD (%5)	-	Ö.D.	6,92	Ö.D.

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

Meyve Ağırlığı (g)

'Fortuna' çilek çeşidinde Ocak ayında tüm uygulamalardan iri meyveler elde edilmiştir. Daha sonraki aylarda meyve iriliği azalmıştır. Uygulamalar meyve ağırlığını istatistiksel olarak etkilememiş, bununla birlikte Ocak ve Nisan aylarında Ca + LPE, Şubat ve Mart aylarında LPE uygulaması meyve ağırlığı üzerine nispeten olumlu etki yapmıştır. 'Festival' çilek çeşidinde ise, Mart ayında Ca uygulaması, Nisan ayında Ca + LPE uygulaması en iri meyvelerin alınmasını sağlamıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Uygulamaların aylara göre meyve ağırlığı üzerine etkisi (g)

Çeşitler	Uygulamalar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan
'Fortuna'	Kontrol	23,88	15,10	15,21	10,14
	Ca	30,57	14,53	13,05	10,52
	LPE	31,26	16,00	16,34	9,78
	Ca + LPE	32,87	14,46	14,55	10,87
	LSD (%5)	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
'Festival'	Kontrol	-	15,06	13,60 b	11,34 ab
	Ca	-	13,86	14,93 a	10,81 b
	LPE	-	14,90	13,76 b	11,57 ab
	Ca + LPE	-	14,45	13,46 b	11,82 a
	LSD (%5)	-	Ö.D.	0,85	0,96

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

Meyve Eti Sertliği (kg-kuvvet)

'Fortuna' çilek çeşidinde sadece mart ayında, 'Festival' çeşidinde ise, şubat ve mart aylarında uygulamaların meyve eti sertliği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 'Festival' çeşidinde en yüksek değer şubat ayında Ca ile Ca + LPE uygulamasından (sırasıyla 0,89 kg-kuvvet ile 0,92 kg-kuvvet) alınmıştır. Her iki çeşitte de en yüksek meyve eti sertlik değeri Mart ayında Ca uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Uygulamaların meyve eti sertlik değerleri üzerine etkisi (kg-kuvvet)

Çeşitler	Uygulamalar	Şubat	Mart
'Fortuna'	Kontrol	1,00	0,98 b
	Ca	1,10	1,05 a
	LPE	1,07	1,02 ab
	Ca + LPE	0,93	0,87 c
	LSD (%5)	Ö.D.	0,04
'Festival'	Kontrol	0,73 b	0,76 b
	Ca	0,89 a	0,86 a
	LPE	0,81 ab	0,76 b
	Ca + LPE	0,92 a	0,73 b
	LSD (%5)	0,12	0,07

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

'Fortuna' ve 'Festival' çeşitlerinde Ca uygulamaları meyve eti sertliğini arttırmıştır. Nitekim birçok araştırmacı yaptıkları çalışmalarda Ca uygulamalarının çileklerde meyve eti sertliğini artırdığını [14, 27, 40, 29, 41, 44, 10, 39, 47, 35, 45, 23] belirtmişlerdir. Cheour ve ark. [5] ise Ca uygulamalarının meyve eti yumuşak çeşitlerde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Suda Çözünabilir Kuru Madde (SÇKM) (%), Titre Edilebilir Asit (TEA) (%) ve pH

Çizelge 6'da görülebileceği gibi şubat ve mart aylarında uygulamaların 'Fortuna' çeşidinde SÇKM içerikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 'Festival' çeşidinde sadece mart ayında SÇKM bakımından uygulamalar arasında istatistiksel farklılık meydana gelmiş ve en yüksek SÇKM değeri Ca + LPE uygulamasından (%5,32), en düşük değer ise kontrol ve LPE uygulamalarından elde edilmiştir. Her iki çeşitte de meyvelerin SÇKM içerikleri şubat ayında mart ayına göre daha yüksek olmuştur.

Meyve suyu TEA içeriği üzerine uygulamaların etkisi, iki çeşitte de şubat ayında istatistiksel olarak önemli bulunmuş, en yüksek değerler Ca + LPE, en düşük değerler ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Mart ayında 'Fortuna' çeşidinde en yüksek TEA değerleri (%0,58) kontrol ve Ca + LPE uygulamalarından elde edilmiştir. Aynı ayda

'Festival' çeşidinde uygulamalar arasında farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 6).

pH üzerine uygulamaların etkisi sadece 'Fortuna' çeşidinde ve mart ayında önemli olarak saptanmıştır, en yüksek pH değerleri Ca ile LPE uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Uygulamaların SÇKM (%), TEA (%), pH üzerine etkisi

Çeşitler	Uygulamalar	Şubat			Mart		
		SÇKM	TEA	pH	SÇKM	TEA	pH
'Fortuna'	Kontrol	6,5	0,45 c	3,75	5,23	0,58 a	3,70 ab
	Ca	6,67	0,53 ab	3,75	4,93	0,51 b	3,73 a
	LPE	7,05	0,49 cb	3,72	4,97	0,49 b	3,76 a
	Ca + LPE	7,17	0,57 a	3,68	5,27	0,58 a	3,66 b
	LSD (%5)	Ö.D.	0,05	Ö.D.	Ö.D.	0,05	0,07
'Festival'	Kontrol	6,00	0,52 c	3,58	4,87 b	0,50	3,67
	Ca	6,55	0,60 ab	3,64	4,82 b	0,53	3,63
	LPE	6,40	0,55 cb	3,63	5,12 ab	0,51	3,65
	Ca + LPE	6,50	0,62 a	3,66	5,32 a	0,51	3,70
	LSD (%5)	Ö.D.	0,06	Ö.D.	0,44	Ö.D.	Ö.D.

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

'Fortuna' çeşidinde SÇKM içerikleri üzerine uygulamalar etkili bulunmamıştır. Birçok araştırmacı tarafından da [24, 28, 44, 7] benzer sonuçlar elde edilmiş olmakla birlikte, Rozbiany ve Taha [36] Alboin çeşidinde Ca uygulamasının SÇKM üzerine etkili olduğunu açıklamışlardır. 'Festival' çeşidinde ise, Ca + LPE uygulaması mart ayında etkili olup meyvelerin SÇKM içeriğinde artış sağlamakla birlikte derim boyunca süreklilik görülmemiştir. LPE uygulamasının bazı meyve ve sebze türlerinde SÇKM içeriklerini artırdığını belirleyen araştırmalar [18, 17, 33, 4] olduğu gibi, etkili olmadığını [43] belirten araştırmada bulunmaktadır. SÇKM ve askorbik asit, 'Alboin' çeşidi için 500 ppm Ca düzeyinde önemli ölçüde yükselmiştir; ayrıca, 'Festival' çeşidi için asitlik yüzdesi ve şeker yüzdesi (500 ppm) Ca düzeyinde önemli ölçüde yükselmiştir [36].

'Fortuna' çeşidinde Ca uygulamaları TEA içeriğini tutarlı olarak arttırmıştır. 'Festival' çeşidinde bazı uygulamalar önemli farklılıklar oluşturmakla birlikte, derim boyunca sürekli bir etki saptanmamıştır. Genel olarak, Ca uygulamalarında kontrole göre TEA içeriğinde bir miktar artış görülmüştür. Bu konuda bazı araştırmacılar Ca uygulamalarının asit içeriği üzerine etkili olmadığını [24, 42, 36] belirtirken, bazı araştırmacılar Ca uygulamalarının TEA içeriğini artırdığını [10, 39, 21] belirtmişlerdir.

Meyve Dış Rengi

Şubat ve Mart aylarında, 'Fortuna' çilek çeşidinde en parlak meyveler Ca + LPE uygulamasından alınmıştır. 'a' değeri açısından mart ayında Ca + LPE (41,09) uygulamasından, renk açısı değerleri ('h°

küçük değerler koyu renkli) yönünden şubat ayında LPE uygulamasından ('h°' = 28,95) en iyi sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 7). Şubat ayında, 'L' değeri üzerinde uygulamalar istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluşturmuştur. Meyve dış rengi bakımından en parlak meyveler Ca + LPE uygulamasından (L = 36,98) alınmıştır. 'Fortuna' çilek çeşidinde, LPE uygulamasının meyvenin renklenmesinde artış sağladığı görülmüştür. Bazı meyve ve sebze türlerinde LPE ile yapılan çalışmalarda da renklenmede artış sağlandığı belirtilmektedir [12, 31, 8, 43].

Çizelge 7. 'Fortuna' çilek çeşidinde şubat ve mart aylarında uygulamaların meyve rengi üzerine etkisi

Aylar	Uygulamalar	'L'	'a'	'b'	'C'	'H°'
Şubat	Kontrol	35,03 b	40,61	23,21	46,81	29,51 ab
	Ca	35,53 ab	41,53	23,52	47,74	29,26 ab
	LPE	34,76 b	40,74	22,95	46,82	28,95 b
	Ca + LPE	36,98 a	41,09	25,04	43,29	31,09 a
	LSD (%5)	1,66	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	1,83
Mart	Kontrol	35,03 ab	37,78 b	22,01	43,88	29,80
	Ca	34,22 bc	40,07 a	23,01	48,89	29,48
	LPE	32,86 c	40,15 a	22,05	45,99	28,41
	Ca + LPE	36,45 a	39,72 a	23,71	45,97	30,44
	LSD (%5)	1,62	1,92	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

'Festival' çeşidinde şubat ayında, 'a' değeri bakımından en yüksek değer LPE (37,34), en düşük değer Ca uygulamasından (35,08) alınmıştır. 'b' değeri bakımından en yüksek değer kontrolden (29,25) alınırken, en düşük değer yine Ca uygulamasından (26,83) alınmıştır. En yüksek renk yoğunluk değeri kontrol ('C' = 47,03) ve LPE uygulamasından ('C' = 47,02) alınmıştır. Mart ayında, 'a', 'b' ve 'C' değerleri bakımından uygulamalar arasında en yüksek değerler Ca + LPE uygulamasından alınırken, en düşük değerler ise LPE uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. 'Festival' çilek çeşidinde şubat ve mart aylarında uygulamaların meyve rengi üzerine etkisi

Aylar	Uygulamalar	'L'	'a'	'b'	'C'	'h°'
Şubat	Kontrol	41,01 a	37,13 ab	29,25 a	47,03 a	38,03
	Ca	39,31 ab	35,08 b	26,83 b	44,38 b	37,47
	LPE	40,30 ab	37,34 a	28,41 ab	47,02 a	37,14
	Ca + LPE	39,10 b	36,40 ab	27,63 ab	45,78 ab	37,07
	LSD (%5)	1,73	2,05	2,42	2,35	Ö.D.
Mart	Kontrol	36,30	34,46 ab	20,83 ab	40,59 ab	30,74
	Ca	38,68	34,44 ab	20,18 ab	40,11 ab	30,15
	LPE	38,01	34,18 b	19,63 b	39,51 b	29,72
	Ca + LPE	39,21	35,40 a	21,37 a	41,46 a	30,87
	LSD (%5)	Ö.D.	0,97	1,59	1,59	Ö.D.

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

Yaprak Besin Maddesi İçerikleri

Çilek çeşitlerinde yaprak analizleri, uygulamalar yapılmadan (hasat öncesi) ve uygulamalar yapıldıktan sonra (hasat sonunda) olmak üzere iki kez yapılmıştır. Her iki çeşitte uygulamalar yapılmadan önceki yaprak analiz sonuçları değerlendirildiğinde N, P, Cu düzeylerinin yüksek olduğu, 'Fortuna' çeşidinde Ca, K, Mn ve Mg düzeylerinin düşük, Fe ve Na düzeylerinin ise yeterli olduğu görülmektedir. 'Festival' çeşidinde ise, Ca, K, Fe, Mn, Mg ve Na düzeylerinin düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 9).

Çizelge 9. 'Fortuna' ve 'Festival' çilek çeşitlerinin hasat öncesi yaprak besin maddesi içerikleri

Çeşitler	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Na (ppm)
Fortuna	5,34	0,56	0,67	0,39	0,13	51	11	31,6	296
Festival	5,42	0,71	0,73	0,41	0,12	46	9	36,4	287
Optimum değer	2	0,16-0,20	1	0,94	0,15	50-200	7	50	300

Uygulamalar yapıldıktan sonra ise, tüm uygulamalarda 'Fortuna' N, P, Cu ve Mn düzeylerinin yüksek, Ca, K ve Mg düzeylerinin düşük, Fe ve Na düzeylerinin de yeterli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). 'Festival' çeşidinde ise, tüm uygulamalarda yaprak N, P, Cu ve Na düzeyleri yüksek, Ca, K ve Mg düzeyleri düşük bulunurken, Fe düzeyi yeterli bulunmuştur (Çizelge 11).

Çizelge 10. 'Fortuna' çilek çeşidinde Ca ve LPE uygulamalarının hasat sonrası yaprak analiz değerleri üzerine etkisi

Uygulama	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Na (ppm)
Kontrol	4,99	0,35	0,57	0,57	0,13	61	12,25	63,1	314
Ca	4,95	0,35	0,57	0,58	0,13	65	13,50	53,0	296
LPE	5,08	0,36	0,62	0,52	0,13	64	11,50	55,3	263
Ca + LPE	4,74	0,34	0,56	0,50	0,13	63	12,00	53,2	294
LSD (%5)	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Optimum değer	2	0,16-0,20	1	0,94	0,15	50-200	7	50	300

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

Çizelge 11. 'Festival' çilek çeşidinde uygulamaların hasat sonrası yaprak analiz değerleri üzerine etkisi

Uygulama	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Na (ppm)
Kontrol	4,99	0,34	0,39	0,42	0,12	71	9	52,0	359
Ca	4,61	0,33	0,36	0,42	0,12	95	11	49,2	305
LPE	4,94	0,35	0,40	0,46	0,13	91	10	52,6	347
Ca + LPE	5,17	0,36	0,39	0,43	0,12	83	11	56,6	357
LSD (%5)	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Optimum seviye	2	0,16-0,20	1	0,94	0,15	50-200	7	50	300

ÖD: Önemli değil, P değerleri: ÖD:>0,05

Her iki çilek çeşidinde de yaprak analiz sonuçları değerlendirildiğinde yapraktaki besin elementlerinin

içerikleri üzerinde Ca ve LPE uygulamalarının etkisi önemli bulunmamıştır. Bu konuda Sarıdaş ve ark. [38], Ca uygulamalarının yapraklardaki bitki besin elementleri üzerinde (Ca, K, Mg) etkili olmadığını belirtirken, diğer bazı araştırmacılar [5, 44, 39], Ca uygulamalarının yapraklardaki Ca içeriğini arttırdığını belirtmişlerdir. Bu konuda farklı sonuçlar alınması kullanılan Ca dozlarının farklı olmasından kaynaklanabilir.

SONUÇ

Bu çalışma, topraksız kültür ortamında iki katlı yetiştiricilik sistemi kullanılarak cam sera içerisinde yürütülmüştür. 'Fortuna' ve 'Festival' çilek çeşitlerinde Ca ve LPE uygulamalarının erkencilik, verim, meyve kalite özellikleri ile yaprakların bitki besin elementi içerikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Ca + LPE uygulaması erkencilik açısından diğer uygulamalara göre daha iyi sonuç vermiştir. Verim açısından 'Fortuna' çeşidi 'Festival' çeşidine göre daha verimli bulunmuştur. 'Fortuna' çeşidinde verim açısında Ca uygulamasında kontrole göre biraz artış görülmüştür. 'Festival' çeşidinde ise LPE uygulamasından daha iyi sonuç alınmıştır. Denemede meyve kalite özellikleri değerlendirildiğinde hem 'Fortuna' hem de 'Festival' çeşidinde Ca uygulamalarının meyve eti sertliğini arttırdığı belirlenmiştir. Denemede 'Fortuna' çeşidi erkenci ve toplam verimi yüksek, iri meyveli ve meyve eti çok sert olarak belirlenmiştir. Meyve dış rengi üzerinde LPE uygulamasında kontrole göre renklenmede biraz artış görülmekle birlikte derim boyunca sürekli bir etki saptanmamıştır. Bundan sonraki çalışmalarda LPE uygulamalarının özellikle kış aylarında örtü altında renklenme sorunu olan çeşitlerde kullanılarak uygulama zamanı, uygulama dozu ve uygulama sıklığı konusunda daha detaylı çalışmaların yapılması gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Amaro, A.L.I.F., 2012. Modulation of aroma volatiles and phytochemical quality of fresh-cut melon (*Cucumis melo* L.) by oxygen levels, 1-Methylcyclopropene and Lysophosphatidylethanolamine (Doctoral Theses). Universidade Católica Portuguesa Escola Superior de Biotecnologia, Portugal, pp:28-55.
2. Cantliffe, D.J., Castellanos, J.Z., Paranjpe, A.V., 2007. Yield and quality of greenhouse-grown strawberries as affected by nitrogen level in coir and pine bark media. Proc. Fla. State. Hort. Soc., 120:157-161.
3. Castro, G., Rodriguez, D., Hoyos, M., 2005. Marginal mineral nutrition of strawberry (*Fragaria × ananassa*) plants grown hydroponically. Acta Hort., pp:697.
4. Çeler, A.G., Gündüz, K., Serçe, S., 2019. Çilekte Lysophosphatidylethanolamine (LPE) uygulamalarının derim sonrası muhafazasında pomolojik ve fitokimyasal özellikler üzerindeki etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24(3):188-197.
5. Cheour, F., Willemot, C., Arul, J., Desjardins, Y., Makhlof, J., Charest, P.M., Gosselin, A., 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. J. Amer. Soc. Hort., 115(5):789-792.
6. Cheour, F., Willemot, C., Arul, J., Makhlof, J., Desjardins, Y., 1991. Postharvest response of two strawberry cultivars to foliar application of CaCl₂. HortScience, 26(9):186-1188.
7. Correia, P.J., Pestana, M., Martinez, F., Ribeiro, E., Gama, F., Saavedra, T., Palencia, P., 2011. Relationship between strawberry fruit quality attributes and crop load. Sci. Hort., 130:398-403.
8. Cowan, A.K., 2009. Plant growth promotion by 18:0-Lysophosphatidylethanolamine involves senescence delay. Plant Signal Behav., 4(4):324-327.
9. Daugaard, H., 2007. Leaf analysis in strawberries: Effects of cultivars, plant age and sampling time on nutrient levels. J. Plant Nutr., 30:549-556.
10. Dunn, J.L., Able, A.J., 2006. Pre-harvest calcium effects on sensory quality and calcium mobility in strawberry fruit. Acta Hort., 708:307-312.
11. FAOSTAT, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations of Statically Data, (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/qcl>).
12. Farag, K.M., Palta, J.P., 1991. Enhancing ripening and keeping quality of apple and "Cranberry" fruits using Lsophatidylethanolamine, a natural lipid. HortScience, 26:6683.
13. Farag, K.M., Palta, J.P., 2003. Use of natural lipids to accelerate ripening and enhance storage life of Tomato fruit with and without etaphon. HortTechnology, 3(1):62-65.
14. Garcia, M.J., Herrare, S., Morilla, A., 1996. Effect of postharvest in calcium chloride on strawberry. J. Agric. Food Chem., 44(1):30-33.
15. Gündüz, K., Özdemir, E., 2003. Amik ovasında yüksek tünel ve açıkta yetiştirilen çileklerde renklenmenin objektif yöntemle belirlenmesi. Türkiye 5. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-7 Eylül 2007, Erzurum, 1:120-122.

16. Hong, J.H., Chung, G.H., 2006. Effect of application of Lsophatidylethanolamine on marketable yield and storability in pepper (*Capsicum annum* L.). Hort. Environ. Biotechnol., 47:55-58.
17. Hong, J.H., Hwang, S.K., Chung, G.H., Cowan, A.K., 2007. Influence of Lsophatidylethanolamine application on fruit quality of Thompson Seedless grapes. J. Appl. Hort., 9(2):112-114.
18. Huil, Z., Yinghua, L., Binbin, C., Haiying, Y., 2006. Effect of phospholipase D inhibitor treatment on postharvest quality of strawberry fruits. Post. Biol. Tech., 62(3):288-294.
19. Kader, A.A., 1991. The strawberry into the 21. Century. In: A. Dale, J.J. Luby (Eds.): Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry. Timber Press, Portland, Oregon, USA, pp:145-152.
20. Kaur, N., Palta, J.P., 1997. Postharvest dip in a natural lipid, Lysophosphatidylethanolamine, may prolong vase life of Snapdragon flowers. HortScience, 32:888-890.
21. Kazemi, M., 2013. Foliar application of salicylic acid and calcium on yield, yield component and chemical properties of strawberry. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci., 11:19-23.
22. Lanauskas, J., Uselis, N., Valiuskaite, A., Viskelis, P., 2006. Effect of foliar and soil applied fertilizers on strawberry healthiness, yield and berry quality. Agronomi Research, 4:247-250.
23. Langer, S.E., Marina, M., Burgos, J.L., Martinez, G.A., Civello P.M., Villarreal, N., 2019. Calcium chloride treatment modifies cell wall metabolism and activates defense responses in strawberry fruit (*Fragaria × ananassa* Duch.). J. Sci. Food Agric., 99(8).
24. Makus, D.J., Morris, J.R., 1989. Influence of soil and foliar applied calcium on strawberry fruit nutrients and post-harvest quality. Acta Hort., 265:443-448.
25. McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience, 27:1254-1255.
26. Morard, P., 1987. Strawberry. In: P. Martin-Prevel, J.J. Gagnard, P. Gautier (Eds.): Plant analysis as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops. Lavoisier Abonnements, New York, USA, pp:688-695.
27. Naphun, W., Kawada, K., Matsui, T., Yoshida, Y., Kusunuki, M., 1997. Effect of calcium spray on the quality of Nyoho strawberry grown by peat-bag substrate bench culture. Kasetart J. (Nat. Sci.), 32:9-14.
28. Naphun, W., Kazuhide, K., Toşhiyuki, M., 1999. Effect of pre-harvest calcium application on postharvest quality of Nyoho strawberries. Food Preser. Sci., 25(2):63-68.
29. Oktay, M., Çakıcı, H., Özeke, E., Çavuşgil, V., Ülker, A., 1998. Effect of different calcium nitrate rates on yield and some quality characteristics of strawberry plants. Hort. Abst., 10358.
30. Özdemir, E., 1992. Kumul alanlarda çilek yetiştiriciliğinde erkencilik, verim ve kalite üzerine solarizasyon, fide materyali, yetiştirme ortamı ve yüksek plastik tünellerin etkileri (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, s:292.
31. Özgen, M., Farag, K., Özgen, S., Palta, J.P., 2004. Lysophosphatidylethanolamine accelerates color development and promotes shelf life of cranberries. Hort. Sci., 40(1):127-130.
32. Özgen, M., Serçe, S., 2012. "LPE", yeni bir doğal bitki büyüme düzenleyici. Hasad, 316:74-75.
33. Özgen, M., Serçe, S., Akça, Y., Hong, J.H., 2015. Lysophosphatidylethanolamine (LPE) improves fruit size, color, quality and phytochemical contents of sweet cherry c.v. '0900 Ziraat'. Korean J. Hort. Sci. Tech., 33(2):196-201.
34. Plochanski, W., 1989. Strawberries-quality of fruits, their storage life and suitability for processing. Part V. Variability and classification of strawberry cultivars in respect to some chemical components. Fruit Sci. Rpts, 3:109-124.
35. Qureshi, K.M., Chughtai, S., Qureshi, U.S., Abbasi, N.A., 2013. Impact of exogenous of salt and growth regulators on growth and yield of strawberry. Pak. J. Bot., 45(4):1179-1185.
36. Rozbiany, P.M.K., Taha, S.M., 2020. Influence of calcium foliar application to increase growth and yield of two strawberry cultivars (*Fragaria × ananassa* Duch.). Zanco J. Pure Appl. Sci., 2218-0230.
37. Sacks, E., Shaw, D.V., 1994. Optimum allocation of objective color measurement for evaluating fresh strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 119(2):330-334.
38. Sarıdaş, M.A., Paydaş Kargı, S., Kafkas, E., 2012. Farklı dozlarda kalsiyum nitrat uygulamalarının bazı çilek çeşitlerinin yapraklarındaki besin elementleri üzerine etkileri. IV. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, s:483-490.
39. Singh, R., Sharma, R.R., Tyagi, S.K., 2007. Pre-harvest foliar application calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). Sci. Hort., 112(2):215-220.
40. Smolarz, K., Sas, L., Markowski, J., 1997. Effect of 'Wuxal Kombi' and 'Wuxal Calcium'

- fertilizers on the quality of strawberry fruits. Acta Hort., 439(2):743-746.
41. Suutarinen, J., Honkapaa, K., Autio, K., Morkkila, M., 2002. The effect of CaCl₂ and PME pre-freezing treatment in a vacuum on the structure of strawberries. Acta Hort., 567:783-785.
42. Toivonen, P.M.A., Stan, S., 2001. Effect of pre-harvest CaCl₂ sprays on the postharvest quality of Rainier and Totem strawberries. Acta Hort., pp:564.
43. Wan Zaliha, W.S., Sing, Z., 2013. Lysophosphatidylethanolamine improves fruit colour and accumulation of anthocyanin in "Cripps Pink" apples. Acta Hort., pp:227-232.
44. Wojcik, P., Lewandowski, M., 2003. Effect of calcium and boron sprays on yield and quality of "Elsanta" strawberry. J. Plant Nutr., 26:671-682.
45. Yanar, Y., Belgüzar, S., Gerçekçioğlu, R., 2013. Çilekte hasat öncesi kalsiyum klorit uygulamasının kurşuni küf (*Botrytis cinerea*) gelişimi üzerine etkisi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 6(1):46-49.
46. Yeşiloğlu, C., 2012. Topraksız ortamda çilek yetiştiriciliği. 4. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 3-5 Ekim 2012, Antalya, s:20-21.
47. Yılmaz, H., 2007. Çileklerde besin elementlerinin faydaları ve eksikliklerinde ortaya çıkan belirtileri-1 (N, P, K, Ca, Mg, S). [www.üzümsü.com (Erişim Tarihi: 04.12.2014)].