

## Hasat Öncesi Putresin Uygulamalarının Angeleno Eriğinin Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri

Seda SEVİNÇ ÜZÜMCÜ<sup>1</sup> Fatma KOYUNCU<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Eğirdir İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Eğirdir, Isparta, Türkiye

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

\* fatmaoker@gmail.com (Sorumlu yazar)

### Özet

Bu araştırma Angeleno erik çeşidinin bazı pomolojik ve fizyolojik özellikleri üzerine hasat öncesi putresin uygulamalarının etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla, *Prunus cerasifera* anacına aşıli tam verim çağındaki ağaçlara PUT uygulamaları hasat zamanından 28 gün önce tek seferde (10mM PUT) ve toplam doz ikiye bölünerek 14 gün ara ile iki tekrarlamalı (5mM+5mM PUT) uygulama şeklinde gerçekleştirilmiştir. Genel olarak PUT uygulamaları meyve boyutları ve ağırlığı üzerine istatistik olarak anlamlı etkilere sahip olmuştur. 10 mM PUT uygulaması kontrole göre %5.5'lik bir meyve eni artışı sağlamıştır. Uygulama yapılmış Angeleno meyvelerinde yaklaşık %9 (10 mM PUT) oranında ağırlık artışı görülmüştür. Meyve eti sertliği üzerine tüm uygulamaların etkili olduğu ve sertliğin kontrole göre yaklaşık %8 (PUT 10 mM) oranında arttığı belirlenmiştir. Putresinin meyve olgunlaşmasını geciktirici etkisine paralel olarak meyve renklenmesi de gecikmiştir. Çalışmamızda PUT uygulaması meyvelerin hem etilen üretim hızını hem de solunum hızını azaltmıştır. PUT uygulamaları askorbik asit miktarı üzerine olan etkiler arasındaki farklar genel olarak istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Poliamin, PUT, Pomoloji, *Prunus salicina* L.

## Effects of Pre-harvest Putrescine Applications on Angeleno Plum some Quality Parameters

### Abstract

This research was conducted to determine the consequence of pre-harvest applications of putrescine on some pomological and physiological characteristics of the Angeleno plum. For this purpose, PUT was applied to full-bearing trees grafted on *Prunus cerasifera* rootstock as a single application (10 mM PUT) 28 days before harvest and as a repeated application (5mM + 5mM PUT) which was divided into two parts with an interval of 14 days. Generally, there were statistically significant effects on fruit weight and dimensions. The 10 mM PUT application resulted in a %5.5 increase in the fruit width compared to the control. PUT applications increased fruit weight by about % 9 (PUT 10 mM). It was found that dose of PUT 10 mM was the most effective treatment on fruit flesh firmness and resulted in a about %8 increase. Fruit colouring was delayed in parallel with the delaying effect of PUT applications on fruit ripening. In our study, applying PUT reduced both the rate of ethylene production and the rate of respiration of the fruit. The differences between the result of PUT treatments on ascorbic acid content was generally found to be statistically insignificant.

**Keywords:** Poliamine, PUT, Pomology, *Prunus salicina* L.

### Giriş

Japon erikleri (*Prunus salicina* L.), Rosaceae familyasına ait oldukça önemli bir meyvedir. Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika dahil olmak üzere dünya çapında yaygın olarak yetiştirilmekte (Du vd., 2024) olan eriklerin anavatan toprakları arasında Anadolu da yer almaktadır (Bilgi ve Seferoğlu, 2005). Farklı ekolojik koşullara uyum sağlayabilen çok sayıda yenebilir türü olan erikler, dünyada değişik coğrafyalarda ekonomik olarak yetiştirilmektedir. Erikler içerdikleri vitamin, mineral ve biyoaktif bileşikler sebebiyle taze tüketimde aranan meyvelerdir. Zengin besin değeri bakımından hastalıkları önlemede ve sağlıklı yaşamı sürdürmede önemli rol oynar (Kim vd., 2003; Balık, 2005; Manganiş vd., 2008). Taze olarak tüketilen diğer meyvelerde olduğu gibi eriklerin pazarlanabilirliklerini ve tüketici cazibesini oluşturan başlıca kalite parametreleri;

renk, irilik, kuru madde içeriği, asitlik ve meyve eti sertliği olarak öne çıkmaktadır (Crisosto ve Kader, 2000; Bal ve Çelik, 2008).

Yetiştiricilik açısından ise birim alandan elde edilen verim dışında ürünün kalitesi de oldukça önemlidir. Birinci sınıf kalitede meyve üretimi genetik faktörlerin yanında birçok kültürel uygulamadan (sulama, gübreleme, seyreltme ve budama gibi) etkilenir. Bu amaçla üreticiler rutin bakım işleri yanında, elde edecekleri üründe ekstra kalite meyve oranını artırmaya yönelik uygulamalara yönelmişlerdir. Son yıllarda meyve kalitesini artırmaya yönelik olarak derim öncesi veya derim sonrası yapılan kimyasal uygulamalarının çevre dostu ve insan sağlığına zararsız hatta faydalı sekonder metabolitleri artırıcı etkilere sahip olanlardan seçilmesi büyük önem arz etmektedir. Hasattan önce uygulanan bazı bitki büyüme düzenleyici maddeler eriklerde

hasat zamanını geciktirmiş ve kalite özelliklerini iyileştirmiştir (Khan vd., 2008; Khan ve Singh. 2010).

Poliaminler (PA), tüm canlı hücrelerde bulunan (Yang vd., 2024) bitki büyümesi ve gelişiminin modulatorleri olarak bildirilen organik maddelerdir (Onursal vd., 2013). Amino asit türevleri olan PA'ların kadaverin, putresin (PUT), spermidin ve spermin olmak üzere dört ayrı tipi vardır (Eti, 2006; Kireççi, 2006; Cao vd., 2022). Poliaminlerin hücre bölünmesi ve farklılaşması, protein sentezi, DNA replikasyonu, embriyogenezis, köklenme, çiçeklenmenin başlaması, çiçek gelişimi, polen tüpünün büyümesi, bitkinin abiyotik strese tepkisi ve hücrenin hayatta kalması gibi önemli hücresel süreçlerde etkili oldukları pek çok araştırma ile bildirilmiştir (Alcázar vd., 2020; Şahin ve Ögeç, 2022; Yang vd., 2024). Ayrıca PA uygulamalarının, hücre duvarı parçalanmasından sorumlu enzimlerin aktivitesini engelleyerek meyve yumuşamasını azalttığı (Sing vd., 2019), etilen biyosentezini etkilediği (Sing vd., 2022) ve birçok metabolik süreçlerde de rol oynadığı yürütülen çalışmalarla ortaya konulmuştur. Farklı bahçe ürünlerinde (mango, elma, nektarin, kayısı, şeftali, kiraz ve armut) yapılan çalışmalarda, ekzojen PUT uygulamasının meyve eti sertliğini koruduğu, etilen üretimini baskıladığı, olgunlaşmayı geciktirdiği ve birçok fiziksel ve kimyasal kalite özelliğini etkilediği, dolayısıyla meyve kalitesinin korunmasında önemli etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Khan vd., 2007; Khan ve Singh, 2010; Ali vd., 2010; Wannabussapawich ve Seraypheep, 2018; Shaaban vd., 2020). Bu çalışma, hasat öncesi farklı putresin (PUT) uygulamalarının Angeleno Japon eriği çeşidinde meyve kalite parametreleri üzerine olan etkisini araştırmak amacıyla planlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

*Prunus cerasifera* L. anacına aşılı 9 yaşlı Angeleno eriği çalışmamızda materyal olarak kullanılmıştır. Meyveler Isparta ili Çünür Mahallesi'nde bulunan, 4mX4m dikim mesafesine sahip; budama, gübreleme, sulama gibi kültürel işlemlerin düzenli yapıldığı kapama erik bahçesinden temin edilmiştir. PUT uygulamaları, sağlıklı ağaçlara sırt pompası ile püskürtülerek ve solüsyonun tüm ağacı tamamen kaplaması sağlanacak şekilde yapılmıştır. Tween 20 (%1) yayıcı yapıştırıcı olarak bütün çözeltilere eklenmiştir. Araştırma 5 tekerrürlü ve her tekerrürde 1 ağaç olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre planlanmıştır. Ağaçlara PUT uygulamaları tek seferde ve toplam doz ikiye bölünerek iki hafta ara ile tekrarlamalı uygulama şeklinde gerçekleştirilmiştir. Tek doz olarak 10mM PUT

öngörülen hasat zamanından 28 gün önce uygulanmıştır. Bölünmüş doz olarak 5 mM+5 mM PUT uygulaması ise hasat zamanından 28 gün önce (5 mM) ve 14 gün önce (5 mM) ikili uygulama şeklinde yapılmıştır. Kontrol grubu ağaçlara %1'lik Tween 20 içeren su püskürtülmüştür. Optimum derim tarihinde derilen meyve örnekleri Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Derim Sonu Fizyolojisi Laboratuvarına getirilerek aşağıda belirtilen pomolojik ve fizyolojik bazı analizler yapılmıştır.

### Meyve ağırlığı ve meyve boyutları

Meyve ağırlığı, 0.01 g hassasiyette elektronik terazi (CPA 16001S, Sartorius, Göttingen, Almanya) ile, meyvelerin eni ve boyu ise 0.01 mm hassasiyetli dijital kumpas ile belirlenmiştir.

### Meyve eti sertliği

Meyve eti sertliği ölçümleri, meyvenin iki tarafından ince bir kabuk tabakası çıkarıldıktan sonra 8 mm çapındaki uç ile Lloyd Instruments LF Plus marka tekstür cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sertlik ölçümlerinde elde edilen maksimum güç newton (N) biriminden verilmiştir.

### Suda çözünabilir kuru madde miktarı (SÇKM) ve titre edilebilir asitlik (TA)

SÇKM meyve suyunda dijital refraktometre (Atago Pocket PAL-1) ile okunmuş ve yüzde (%) değer şeklinde verilmiştir. Seyreltilmiş meyve suyunun (10 ml) 0.1 N NaOH ile pH 8.1'e kadar titrasyonu yoluyla bir WTW Inolab Ph-Level 2 kullanılarak belirlenen TA malik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

### Meyve kabuk rengi

Renk ölçümlerinde Minolta kalibrasyon plakası ile kalibre edilmiş Minolta CR-300 model renk cihazı kullanılmıştır. Ölçümler meyvelerin her iki meyve yavaşından yapılmış ve meyve kabuk rengi CIE L\*, a\*, b\* cinsinden belirlenmiştir.

### Solunum hızı ve etilen üretimi

Etilen üretimi ( $\mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) ve solunum hızı ( $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{s}^{-1}$ ) ölçümleri için 1 kg meyve 4L hacmindeki sızdırmaz cam kavanozlarda oda sıcaklığında ( $20 \pm 1^\circ \text{C}$ ) yaklaşık 2-3 saat boyunca bekletilmiştir. Bekletme sonrası gaz sızdırmaz enjektör ile kavanozlardan gaz örneği alınmış ve Agilent GC-6890N marka gaz kromatografisine enjekte edilmiştir. Erbaş ve Koyuncu (2016) tarafından kullanılan protokole göre etilen üretim miktarı ve solunum hızı tek bir gaz örneğinde ölçülmüştür.

### Askorbik asit tayini

L-Askorbik asit (C vitamini) miktarı Hışıl (1997) ve Özkan'ın (2007) daha önce bildirdikleri yöntem

esas alınarak T80 UV/VIS spektrofotometre kullanılarak belirlenmiş ve mg 100 ml<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir.

### İstatistiksel analizler

Tesadüf blokları deneme desenine göre 5 tekerrürlü ve her tekerrürde 1 ağaç olacak şekilde planlanan araştırmada elde edilen veriler ile varyans analizi yapılmış (ANOVA, JMP7) ve ortalamalar LSD testi ile ayrılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

PUT uygulamalarının Angeleno meyvelerinin fiziksel özellikleri üzerine olan etkilerinin sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. PUT uygulamalarının meyve eni, meyve boyu ve meyve ağırlığı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). En düşük meyve eni (54.65 mm) kontrol meyvelerinden elde edilirken, en yüksek meyve eni (57.66 mm) 10 mM PUT ile uygulama yapılan meyvelerden elde edilmiştir. Bu uygulama meyve eninde kontrole göre %5.5 oranında artış sağlamıştır. Meyve boyu üzerine bölünmüş doz olarak 5mM+5 mM PUT uygulamasının diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu ve meyve boyunu %4.3 oranında artırdığı gözlenmiştir. Genel olarak PUT uygulamasının meyve ağırlığını artırdığı belirlenmiştir. Meyve ağırlık değeri 93.79g (kontrol)-102.09gr (10 mM PUT) arasında değişmiştir (Çizelge 1). Uygulama yapılmış meyvelerde yaklaşık %4 (5+5 mM PUT) - %9 (10 mM PUT) oranında ağırlık artışı görülmüştür. Meyve fiziksel özellikleri bakımından değerlendirildiğinde PUT uygulamalarının meyve boyutları ve ağırlığı üzerine istatistiksel olarak önemli etkileri olduğu görülmektedir. Çalışmamıza benzer şekilde Ali vd. (2010), Canino kayısı çeşidinde putresin ve sipermin uygulamışlar ve elde edilen verilere göre poliamin uygulamasının meyve ağırlığı üzerine olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir. Yine Asadi vd. (2013) ve Alebidi vd. (2023), PUT uygulamasının meyve çapını, uzunluğunu ve ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir.

PUT uygulamalarının Angeleno erik çeşidinin meyve eti sertliğine olan etkileri istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ve sonuçlar Çizelge 2'de sunulmuştur. PUT uygulanmış meyvelerde en yüksek meyve eti sertliği değeri (33.72 N) 10 mM PUT'un tek uygulamasından elde edilirken, en düşük değer (31.30 N) ise kontrol meyvelerinden elde edilmiştir. Her iki PUT uygulamasına ait meyveler, kontrol meyvelerinden önemli ölçüde daha sert olmuş ve 10 mM PUT, kontrole göre meyve eti sertliğini yaklaşık %8 oranında artırmıştır. PUT uygulamaları meyve eti sertliğini artırarak meyvenin yumuşamasını geciktirmede

de etkili olmuştur. PUT'un etkiyi pektin metilesteraz (PME) ve poli-galakturonaz (PG) enzimlerinin aktivitesini azaltılmasında ve böylece hücre duvarının daha az bozulması yolağında yer alarak gerçekleştirdiği düşünülmektedir (Singh vd., 2022).

**Çizelge 1.** PUT uygulamalarının meyve boyutları ve meyve ağırlığı üzerine etkileri

**Table 1.** Effects of PUT treatments on fruit dimensions and fruit weight of Angeleno plums

| Uygulamalar  | Meyve eni (mm) | Meyve boyu (mm) | Meyve ağırlığı (g) |
|--------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Kontrol      | 54.65 b        | 50.67 b         | 93.79 b            |
| PUT (10 mM)  | 57.66 a        | 51.06 b         | 102.09 a           |
| PUT (5+5 mM) | 55.79 b        | 52.85 a         | 97.45 ab           |

\* Aynı sütundaki farklı harfli ortalamalar arasındaki fark önemlidir (LSD test) ( $P < 0.05$ ).

\* The difference between means with different letters in the same column is significant (LSD test) ( $P < 0.05$ ).

Torrigiani vd. (2004) bulgularımızla paralel olarak PUT uygulamalarının meyvenin sertliğini korumada etkili olduğunu ve özellikle 5mM ve 10 mM PUT dozlarının meyvenin yumuşamasını önemli ölçüde geciktirdiğini belirlemişlerdir. Yine yürütülen çalışmalarda erik (Khan ve Singh, 2010; Archana vd., 2019), armut (Hosseini vd., 2017; Singh vd. 2019) ve mango (Ali vd., 2017; Hans vd., 2025) gibi türlerde de PUT uygulamasıyla meyve et sertliğinin korunduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

**Çizelge 2.** PUT uygulamalarının Angeleno erik çeşidinde sertlik, SÇKM, ve TA üzerine etkileri

**Table 2.** Effects of PUT treatments on fruit flesh firmness, SCC and TA of Angeleno plums

| Uygulamalar  | Meyve eti sertliği (N) | SÇKM (%) | TA (%)             |
|--------------|------------------------|----------|--------------------|
| Kontrol      | 31.30 b                | 14.29 b  | 1.37 <sup>ÖD</sup> |
| PUT (10 mM)  | 33.72 a                | 15.14 a  | 1.30               |
| PUT (5+5 mM) | 32.08 ab               | 14.76 a  | 1.26               |

\* Aynı sütundaki farklı harfli ortalamalar arasındaki fark önemlidir (LSD test) ( $P < 0.05$ ). ÖD: Önemli değildir (LSD test) ( $P < 0.05$ ).

\* The difference between means with different letters in the same column is significant (LSD test) ( $P < 0.05$ ). ÖD: Not significant (LSD test) ( $P < 0.05$ ).

Çalışmada tüm uygulamalar kontrol ile karşılaştırıldığında SÇKM içeriğinin artırma yönünde olumlu etki gösterdiği ve uygulamalar arası farkların istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). En yüksek SÇKM değeri (%15.14) 10 mM PUT ile muamele edilen meyvelerden elde edilmiştir. Bulgularımıza paralel, kayısı (Ali vd. 2010) ve erikte (Khan ve Singh, 2010) yapılan çalışmalarda SÇKM miktarının PUT uygulamasıyla arttığı bildirilmiştir. Meyvelerde TA ve SÇKM

olgunlaşmayı gösteren pomolojik karakterlerdir. Meyve olgunlaştıkça SÇKM değeri artarken tersine TA ise azalmaktadır. En düşük TA (%1.26) tekrarlamalı uygulama meyvelerinden elde edilmiş ancak TA değerleri bakımından PUT uygulamaları arasındaki farklar istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Yapılan uygulamalarının meyve kabuk rengi parametrelerinden L\* ve a\* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken, b\* değeri üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 3). En yüksek L\*(31.26), ve a\*(9.49) değerleri kontrol meyvelerinden elde edilmiştir. En düşük L\* (29.86) ve a\* (8.52) değerleri ise 5+5 mM PUT dozundan elde edilmiştir. L\* değeri kabuktaki parlaklığı belirtirken a\* değeri ise kırmızı renklenmeyi göstermektedir. PUT uygulamasının kırmızı üst rengin oluşumunu geciktirerek meyve olgunlaşmasını da geciktirdiği düşünülmektedir.

**Çizelge 3.** PUT uygulamaların Angeleno erik çeşidinin meyve kabuk üzerine etkisi

**Table 3.** Effects of PUT on skin color of Angeleno plums

| Uygulamalar  | L*      | a*     | b*                 |
|--------------|---------|--------|--------------------|
| Kontrol      | 31.26 a | 9.49 a | 0.06 <sup>ÖD</sup> |
| PUT (10 mM)  | 30.99 a | 7.16 b | -0.51              |
| PUT (5+5 mM) | 29.86 b | 8.52 a | 0.23               |

\* Aynı sütundaki farklı harfli ortalamalar arasındaki fark önemlidir (LSD test) ( $P<0.05$ ). ÖD: Önemli değildir (LSD test) ( $P<0.05$ ).

**Çizelge 4.** Uygulamaların Angeleno erik çeşidinin solunum hızı ve etilen üretimi üzerine olan etkisi

**Table 4.** Effects of PUT on respiration rate, ethylene production and ascorbic acid value of Angeleno plums

| Uygulamalar  | Solunum hızı<br>(mL CO <sub>2</sub> kg.h <sup>-1</sup> ) | Etilen<br>üretimi<br>( $\mu$ L kg.h <sup>-1</sup> ) | Askorbik<br>asit (%) |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|
| Kontrol      | 0.066 a                                                  | 0.073 a                                             | 14.91 <sup>ÖD</sup>  |
| PUT (10 mM)  | 0.003 b                                                  | 0.052 ab                                            | 18.16                |
| PUT (5+5 mM) | 0.003 b                                                  | 0.035 b                                             | 17.47                |

\* Aynı sütundaki farklı harfli ortalamalar arasındaki fark önemlidir (LSD test) ( $P<0.05$ ). ÖD: Önemli değildir (LSD test) ( $P<0.05$ ).

\* The difference between means with different letters in the same column is significant (LSD test) ( $P<0.05$ ). ÖD: Not significant (LSD test) ( $P<0.05$ ).

Çalışmamızda, eriklerde tüketici albenisi ve kalite göstergesi bakımından oldukça önemli olan meyve kabuk rengi üzerine PUT uygulamasının olumlu etkilerde bulunduğu ve renklenmeyi geciktirdiği belirlenmiştir. Sonuçlarımıza paralel olarak putresin uygulamasının Japon eriklerinde meyve kalitesi ve olgunlaşmasına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, PUT uygulamasının meyve renklenmesindeki değişimi geciktirdiğini

saptanmıştır (Khan ve Singh, 2010). Yine poliamin uygulamasının mango meyvesinde renk gelişimini geciktirdiğini Vaka vd. (2020) tarafından bildirilmiştir.

PUT'un solunum hızı ve etilen üretimi üzerine etkileri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 4). Kontrol grubu meyvelerin solunum değeri (0.066 mL CO<sub>2</sub> kg.h<sup>-1</sup>) en yüksek iken, her iki PUT uygulaması meyvelerinin solunum hızı (0.003 mL CO<sub>2</sub> kg.h<sup>-1</sup>) en düşük değer olarak elde edilmiştir. En düşük etilen üretimi (0.035  $\mu$ L kg.h<sup>-1</sup>) tekrarlamalı uygulama ile elde edilirken, en yüksek değer (0.073  $\mu$ L kg.h<sup>-1</sup>) uygulama yapılmamış meyvelerden elde edilmiştir (Çizelge 4). Olgunlaşmaya paralel meyvede artan metabolik aktivite solunum hızında artışa yol açmaktadır. Olgunluğu teşvik eden etilen üretiminin baskılanması ile solunum yavaşlar dolayısıyla olgunlaşma da yavaşlar (Türk vd., 2017). Çalışmamızda PUT uygulaması meyvelerin hem etilen üretim hızını hemde solunum hızını azaltmıştır. PUT uygulanmış meyvelerdeki daha düşük etilen üretiminin düşük metabolik aktiviteden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir (Singh vd., 2022). Poliaminler ile etilen üretimi birbirleriyle ilişkilidir, çünkü S-AdoMET (SAM) ortak öncülleridir. Bu yolla PA'lar etilen ile rakebete girer ve meyve olgunlaşma süreci üzerine etkili olurlar (Vaka vd., 2020). Hem hasattan önce hem de sonra uygulanan PUT'un Angeleno erik çeşidinde etilen üretimini azalttığı önceki çalışmada bildirilmiştir (Khan vd., 2007). PA'ların solunum hızı ve etilen üretimi üzerindeki baskılayıcı etkisinden dolayı derim sonrası meyve çürümesini de geciktirdiği yönünde sonuçlar bulunmaktadır (Torrighiani vd., 2004). Çeşitli PA'lar arasında PUT etilen için rekabet ettiğinden, etilen üretimini azaltarak meyvede solunumu azalttığı bildirilmiştir (Singh vd., 2022). Bulgularımıza benzer şekilde Erbaş ve Koyuncu (2019) ve Archana vd. (2019) PUT uygulamasının solunum hızını ve etilen üretimini azaltma etkilerinin daha belirgin olduğunu bildirmişlerdir.

PUT ile muamele edilen meyvelerde askorbik asit miktarının (%18.16, PUT10 mM) kontrol meyvelerine (%14.91) göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ancak askorbik asit miktarı bakımından uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4). Japon eriklerinde yürütülen önceki bir araştırmada ise PUT uygulamasının Askorbik asit içeriğini azalttığını bildirilmiştir (Khan ve Singh, 2010). Askorbik asit içeriği ile ilgili oluşan bu farklılıkların askorbat oksidaz enziminin aktivitesini etkileyen diğer faktörler ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, derim öncesi PUT uygulaması, Angeleno Japon erik çeşidi meyvelerinde, etilen

üretimini ve solunum hızını azalttığı; meyve boyutları, ağırlık, sertlik ve SÇKM gibi çok önemli kalite parametrelerini artırdığı belirlenmiştir. Bununla beraber azalan endojen etilen üretimi nedeniyle olgunlaşma süreci de gecikmiştir. Bu verilerden hareketle, eriklerde meyve kalitesini artırmak ve olgunluğu geciktirmek bakımından PUT uygulamalarının önerilebileceği düşünülmektedir.

#### Kaynaklar

Alcázar R, Bueno M, Tiburcio AF, 2020. Polyamines: Small amines with large effects on plant abiotic stress tolerance. *Cells* 9(11): 2373. <https://doi.org/10.3390/cells9112373>

Alebidi A, Abdel-Sattar M, Mostafa LY, Hamad AS, Rihaan HZ, 2023. Synergistic effects of applying potassium nitrate spray with putrescine on productivity and fruit quality of mango trees cv. Ewais. *Agronomy* 13(11): 2717. <https://doi.org/10.3390/agronomy13112717>

Ali E, Sarwry S, Hassan H, 2010. Improving canino apricot trees productivity by foliar spraying with polyamines. *Journal of Applied Sciences Research* 6(9): 1359-1365.

Ali MS, Elhamahmy MA, El-Shiekh AF, 2017. Mango trees productivity and quality as affected by boron and putrescine. *Scientia Horti* 216: 248-255. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.01.026>

Archana TJ, Suresha GJ, Vandana AK, Swamy GSK, 2019. Effect of exogenous application of putrescine on storage behaviour of jamun (*Syzygium cumini* Skeels) fruits. *Acta Horticulturae* 1241: 577-582. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1241.85, 1241.85

Asadi R, Ardebili ZO, Abdossi, 2013. The modified fruit quality by the application of different kinds of polyamines in apricot tree (*Prunus armeniaca*). *J. Appl. Environ. Biol. Sci.* 3(1): 28-31.

Bal E, Çelik S, 2008. Hasat sonrası UV-C uygulamalarının Giant erik çeşidinin meyve kalitesi ve soğukta muhafazası üzerine etkileri. *Journal of Agricultural Sciences* 14(02): 2. [https://doi.org/10.1501/Tarimbil\\_0000000506](https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000506)

Balık S, 2005. Kahramanmaraş'ta dış satıma yönelik japon grubu (*Prunus salicina* Lindl) sofralık yeni erik çeşitlerinin yetiştiriciliği üzerine araştırmalar. KSÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 59s, Kahramanmaraş.

Bilgü G, Seferoğlu G, 2005. Japon grubu bazı erik çeşitlerinin Aydın yöresindeki gelişme durumlarının belirlenmesi. *ADÜ ZF Dergisi* 2(2): 95-100.

Cao X, Wen Z, Shang C, Cai X, Hou Q, Qiao G, 2022. Copper amine oxidase (CuAO)-mediated polyamine catabolism plays potential roles in sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit development and ripening. *International Journal of Molecular Sciences* 23(20): 12112. <https://doi.org/10.3390/ijms232012112>

Crisosto CH, Kader AA, 2000. Plum and fresh prune post harvest quality. Maintenance Guidelines. Pomology Department University of California 1-10.

Du L, Kou L, Liu D, Hu W, Yu Y, Luo G, Cai J, 2024. Integrated analysis of nutritional quality changes and molecular regulation in 'Qingcui' plum fruit treated with 1-MCP during storage. *Postharvest Biology and Technology* 207: 112591. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112591>

Erbaş D, Koyuncu MA, 2016. 1-Metilsiklopropen Uygulamasının Angeleno Erik Çeşidinin Depolanma Süresi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 53(1): 43-50.

Erbaş D, Koyuncu MA, 2019. Derim sonrası putresin, nitrik oksit, oksalik ve salisilik asit, uygulamalarının Black Diamond erik çeşidinde depolama süresince meyve kalitesi üzerine etkileri. *Journal of the Institute of Science and Technology* 9(4): 1830-1840. DOI: 10.21597/jist.547181

Eti A, 2006. Bazı çilek çeşitlerinde farklı olgunlaşma dönemlerindeki poliamin miktarlarının saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 112.

Hans S, Kour K, Bakshi P, Bajaj K, Reshi M, Choudhary A, 2025. Preharvest putrescine application modulates physicochemical attributes and extends the shelf life of mango fruits under cold stored conditions. *Journal of Food Measurement and Characterization* 19(2): 1432-1445. DOI: 10.1007/s11738-020-3014-7

Hışıl Y, 1997. Enstrümental gıda analizleri laboratuvar kılavuzu. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi. Yayın No:55, 54s. İzmir.

Hosseini MS, Fakhar Z, Babalar M, Askari MA, 2017. Effect of pre-harvest putrescine treatment



on quality and postharvest life of pear cv. Spadona. Adv. In Hortic. Sci. 31: 11–17. doi: 10.13128/ahs-20720.

Khan AS, Singh Z, Abbasi NA, 2007. Pre-stronge putrescine application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during low temperature stroge in angeleno plum. Postharvest Biology and Technology 46: 36-46. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.03.018>

Khan AS, Singh Z, Abbasi NA, Swinny EE, 2008. Pre and postharvest applications of putrescine and low temperature storage affect fruit ripening and quality of 'Angelino' plum. Journal of the Science of Food and Agriculture 88(10): 1686-1695. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3265>

Khan AS, Singh Z, 2010. Pre-harvest application of putrescine influences Japanese plum fruit ripening and quality. Food Sci Tech Int. 16(1): 53-64. DOI: 10.1177/1082013209353242

Kireççi OA, 2006. Bazı sentetik hormonların (giberillik asit, spermin, spermidin, putresin) fesleğen (*Ocimum basilicum*) bitkisinde morfolojik yapı ve uçucu yağ kalitesine etkisi. KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. 68s, Kahramanmaraş.

Kim DO, Chun OK, Kim YJ, Moon HY, Lee CY, 2003. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity of fresh plums. Journal Agricultural and Food Chemistry 51: 6509-6515. DOI: 10.1021/jf0343074

Manganaris GA, Vince AR, Crisosto CH, 2008. Effect of pre-harvest and post-harvest conditions and treatments on plum fruit quality. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 3(9): 1-10. DOI:10.1079/PAVSNNR20083009

Onursal CE, Bayındır D, Celepaksoy F, Koyuncu MA, 2013. Combined effects of MAP and postharvest putrescine treatment on storage life and quality of 'Alyanak' apricot. In XI International Controlled and Modified Atmosphere Research Conference, 1071(pp. 165-172).

Özkan O, 2007. Bazı turuncğil tür ve çeşitlerinde sıcak su ve kimyasal uygulamalarının muhafazaya etkilerinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 154s, Adana.

Shaaban FK, El-Hadidy GA, Mahmoud TSM, 2020. Effects of salicylic acid, putrescine and moring leaf

extract application on storability, quality attributes and bioactive compounds of plum cv. 'Golden Japan'. Future of Food: Journal on Food, Agriculture and Society DOI:10.17170/kobra-202007201466

Singh V, Jawandha SK, Gill PPS, Gill MS, 2019. Suppression of fruit softening and extension of shelf life of pear by putrescine application. Sci. Hortic. 256: 108623. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.108623.

Singh V, Jawandha SK, Gill PPS, Singh D, 2022. Preharvest putrescine application extends the shelf life and maintains the pear fruit quality. International Journal of Fruit Science 22(1): 514-524. DOI:10.1080/15538362.2022.2068733

Şahin G, Örguç M, 2022. Güncel bir bakış açısıyla poliaminlerin bitki büyüme ve gelişimi üzerine etkileri. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi 9(2): 255-264. <https://doi.org/10.19159/tutad.1088744>

Türk R, Erkan M. Tuna Güneş N, Koyuncu, MA, 2017. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması. Somtad Yayınları, No:1. Antalya.

Torrigiani P, Bregoli AM, Ziosi V, Scaramagli S, Ciriaci T, Rasori A, Biondi S, Costa G, 2004. Pre-harvest polyamine and aminoethoxyvinylglycine (AVG) applications modulate fruits ripening in Starks Red Gold nectarines (*Pururus persica L. Batsch*). Postharvest Biology and Technology 33: 293-308. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.03.008>

Vaka DV, Pavani K, Nirujogi B, Reddy PVK, 2020. Role of polyamines on post-harvest fruit quality and storability. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 9(6): 3519-3529. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.906.414>

Wannabussapawich B, Seraypheap K, 2018. Effects of putrescine treatment on the quality attributes and antioxidant activities of 'Nam Dok Mai No. 4' Mango fruit during storage. Scientia Horticulturae 233: 22-28. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.01.050

Yang H, Fang Y, Liang Z, Qin T, Liu JH, Liu T, 2024. Polyamines: pleiotropic molecules regulating plant development and enhancing crop yield and quality. Plant Biotechnology Journal 22(11): 3194-3201. <https://doi.org/10.1111/pbi.14440>