

## Paclobutrazol'un Fuji Elma Çeşidinde Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Melih AYDINLI<sup>1,\*</sup>, Emel KAÇAL<sup>1</sup>, İbrahim GÜR<sup>1</sup>, Hakkı KOÇAL<sup>1</sup>, Bilal YALÇIN<sup>1</sup>, Gökhan ÖZTÜRK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eğirdir, 32500/İSPARTA  
melih.aydinli@tarimorman.gov.tr (Sorumlu yazar)

### Özet

Bu çalışmanın amacını, Paclobutrazol (PBZ)'un Fuji elma çeşidinde verim ve meyve kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi oluşturmaktadır. Çalışmada 10, 20 ve 40 ppm PBZ ile kontrol olmak üzere 4 uygulama yer almıştır. PBZ uygulamaları, taç yapraklar döküldükten hemen sonra ve 1. uygulamadan 25 gün sonra olmak üzere iki kez yapılmıştır. PBZ uygulamaları verimi etkilemekle birlikte en düşük verim 20 ppm PBZ uygulamasında elde edilmiştir. Meyve ağırlığı ve meyve eni 40 ppm PBZ dozunda, meyve boyu ise 20 ppm ve 40 ppm uygulamalarında önemli derecede azalış göstermiştir. PBZ dozları, meyve eti sertliği (N), titre edilebilir asitlik (%) ve suda çözünebilir kuru madde (%) oranını kontrole göre artırmıştır. Meyve eti sertliği ve titre edilebilir asitlik oranı için en yüksek değerler 20 ppm uygulamasında, ŞÇKM miktarı ise 40 ppm uygulamasında elde edilmiştir. PBZ uygulamalarının L\* değeri üzerine etkisi önemsiz bulunurken, uygulamalar a\* değerini artırmış, b\* değerini ise kontrol uygulamasına göre azaltmıştır. Sonuç olarak Fuji elma çeşidinde PBZ uygulamaları ile meyve kalite kriterlerinin arttığı söylenebilir. Kesin kaniya varmak adına uygulamaların yıl tekrarlamalı ve en uygun uygulama zamanını belirlemeye yönelik olarak yapılması gerekmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Meyve kalitesi, kabuk rengi, *Malus x domestica*, paclobutrazol

### Effect of Paclobutrazol on Yield and Fruit Quality in Fuji Apple cv.

### Abstract

The aim of this study was to determine the effect of Paclobutrazol (PBZ) on the yield and fruit quality on the Fuji/MM106 apple. Four different treatments were performed in the study: 10, 20, 40 ppm and control. PBZ treatments were carried out twice, after petal fall and 25 days after the first treatment. The yield was lowest in the 20 ppm PBZ treatment, but the differences between treatments were insignificant. Fruit weight, fruit diameter, and fruit length were significantly decreased at 40 ppm PBZ. PBZ doses were increased fruit flesh firmness (N), titratable acidity (%) and soluble solids content (%) compared to control. The highest value for flesh firmness and titratable acidity were obtained at 20 ppm treatment, and the amount of total soluble solids at 40 ppm treatment. While the effect of PBZ treatments on the L\* value was found to be insignificant, the treatments increased the a\* value and decreased the b\* value compared to the control. As a result, it can be said that fruit quality criteria increased with PBZ treatments in Fuji apple cultivar. In order to reach a definite conclusion, the treatments should be repeated for years and should be done to determine the most appropriate spray time.

**Keywords:** Fruit quality, skin color, *Malus x domestica*, paclobutrazol

## 1. GİRİŞ

Elma (*Malus domestica*) yerkürede tarımsal üretime olanak sağlayan hemen her bölgede yetiştirilebilen ve bölgesel adaptasyon yeteneği yüksek olan önemli bir meyve türüdür. Öyle ki Sibiry ve Çin'in Kuzeyi gibi oldukça soğuk bölgelerden, Kolombiya ve Endonezya gibi çok sıcak yerlere kadar adaptasyon sağlamış durumdadır (Hampson vd. 2000).

Dünya'da çok erken dönemden çok geç döneme kadar geniş bir aralıkta hasat edilebilen, farklı gelişme kuvveti, renk, görünüm ve tatlarda 7.500'ün üzerinde elma çeşidi bulunmakla birlikte çok azı ticari değere sahiptir. Bu çeşitler içinde Red Delicious (kırmızı çeşitler) ve Golden Delicious grubu (sarı çeşitler) pek çok ülkede yetiştiriciliği yapılan önemli geleneksel çeşitlerdir (Kaçal vd., 2017). WAPA (The World Apple and Pear Association)'nın 2019 yılı verilerine göre Avrupa Birliği (AB) elma

üretiminde ilk üç sırayı Golden Delicious, Gala ve Red Delicious; Güney Yarıküre'de Gala, Fuji ve Red Delicious; ABD'de Gala, Red Delicious ve Fuji çeşitleri almıştır (WAPA, 2021). Dünya'nın en büyük elma üreticisi olan Çin'de Fuji elma çeşidi, toplam elma üretiminin yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır. Gala, Qingguan, Red Delicious ve Golden Delicious Çin elma sektöründe Fuji çeşidinden sonraki başlıca diğer çeşitlerdir (Kaçal vd., 2017). Türkiye'de ise elma üretimindeki en büyük payı, Red Delicious grubu çeşitler ile Golden Delicious çeşitleri almaktadır (TUİK, 2021).

Kalite, meyvenin morfolojik ve organoleptik özelliklerine bağlı olan, ancak aynı zamanda sıcaklık ve ışık gibi iklimsel faktörler ile agroteknik uygulamalardan da etkilenen karmaşık bir özelliktir (Arakawa, 1991; Bonany vd., 2014; Kaçal vd., 2019). Meyve şekli, boyutu, rengi, çözünür kuru

madde içeriği, asitliği ve sertliği elma kalite standartlarını tanımlarken en çok dikkate alınan parametrelerdir (Corollaro, 2014). Meyve kalitesi genetik olarak belirlenmekle birlikte, ekolojik faktörler, anaç, budama, terbiye, dikim sıklığı, sulama, bitki besin elementi uygulamaları ve bitki gelişimini teşvik eden maddelerin dışsal uygulamalarından da etkilenebilmektedir (Westwood, 1995).

Triazol ailesinin bir üyesi olan Paclobutrazol (PBZ), bitkilerde büyüme düzenleyici bir özelliğe sahiptir (Samaan ve Nasser, 2020). Tarımda geniş olarak kullanım olanağı bulan PBZ, gibberellinlerin doğal bir antagonistidir ve gibberellin biyosentezini engelleyerek büyümeyi kısıtlamaktadır (Davis ve Curry, 1991; Fletcher vd., 2000; Desta ve Amare, 2021). PBZ aktif bir kimyasal olup yaprakтан veya topraktan uygulanabilir (Barrett, 2001). Bugüne kadar elmada yapılan çalışmalarda, PBZ uygulamalarının McIntosh çeşidinin kırmızı renk oluşumuna katkı sağladığı (Martin vd., 1987; Elfyng vd., 1990), Breaburn ve Oregon Spur Delicious çeşitlerinde meyve boy/çap oranlarını azalttığı, Oregon Spur Delicious çeşidinde meyve eti sertliğini arttırdığı (Khurshid vd., 1997a) ve Gardiner Delicious çeşidinde SÇKM miktarını arttırdığı (Greene, 1986) belirlenmiştir. Benzer sonuçlar, farklı meyve türlerinde yapılan çalışmalar ile de desteklenmektedir (Marini, 1986; Webster, 1986; Yeshitela vd., 2004; Samaan ve Nasser, 2020).

Bu çalışmada; farklı dozlarda yaprakтан uygulanan PBZ'nin, Fuji elma çeşidinde verim ve meyve kalite faktörleri üzerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Isparta ili Eğirdir ilçesinde bulunan Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde (MAREM), 4m x 3m sıra arası ve sıra üzeri dikim mesafelerinde tesis edilmiş, MM106 elma klonal anaçı üzerine aşılı 7 yaşındaki "Fuji" elma çeşidinde yürütülmüştür. Çalışma alanı killi-tınlı toprak yapısına sahip olup haftada iki kez fertigasyon sistemi ile sulanmıştır. Çalışma süresince budama, gübreleme vb. bahçe uygulamaları rutin olarak gerçekleştirilmiştir.

### 2.1. PBZ uygulamaları

Çalışmada, 250g/L Paclobutrazol (PBZ) içeren bir ticari preparat kullanılmıştır. Önceden belirlenmiş sağlıklı ağaçlara, PBZ'nin 10, 20 ve 40 ppm'lik dozları taç yaprakların dökümünden hemen sonra (27 Nisan) ve ilk uygulamadan 25 gün sonra (21 Mayıs) olacak şekilde, ağacın üst kısmına 2,7 atmosfer basınçlı sırt pülverizatörü kullanılarak püskürtme tekniği ile uygulanmıştır. Ayrıca PBZ'nin etkisini belirleyebilmek için araştırmada kontrol (0 ppm) uygulamaları da yer almış ve bu ağaçlara sadece su püskürtülmüştür.

### 2.2. Pomolojik analizler

Hasat döneminde her ağacın verim değerleri kaydedilmiş, her tekerrürde rastgele seçilen 20 adet meyvede meyve ağırlığı (g) (0,01g'ye hassas terazi), meyve boyu (mm) (0.01 mm hassas kumpas), meyve eni (mm) (0.01 mm hassas kumpas), meyve eti sertliği (N) (GÜSS tekstür cihazı), pH, titre edilebilir asitlik (% TEA) (Mettler Toledo T50), SÇKM (%) (dijital refraktometre) ve meyve kabuk rengi (L\*, a\* ve b\*) (Minolta CR-400 renk cihazı) ölçümleri yapılmıştır.

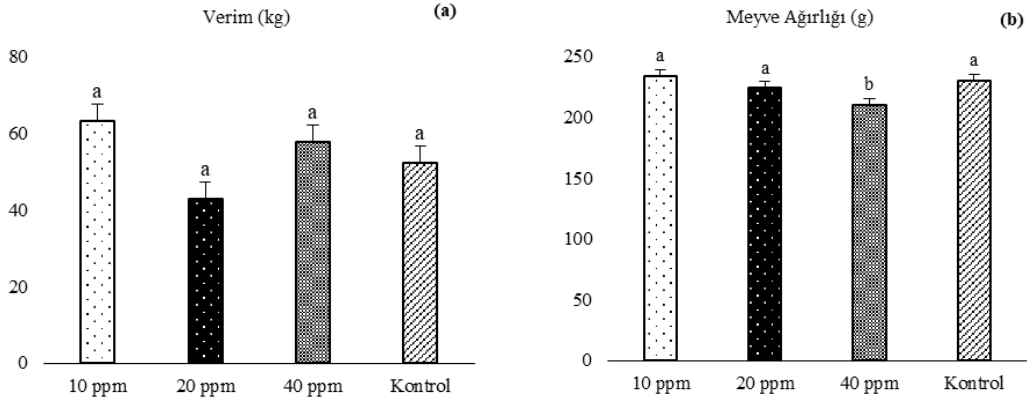
### 2.3. İstatistiksel analizler

Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 4 ağaç olacak şekilde kurulmuştur. Elde edilen bulgular, JMP8 istatistik programında, varyans analiz yöntemi ile F testine göre kontrol edildikten sonra, uygulamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.

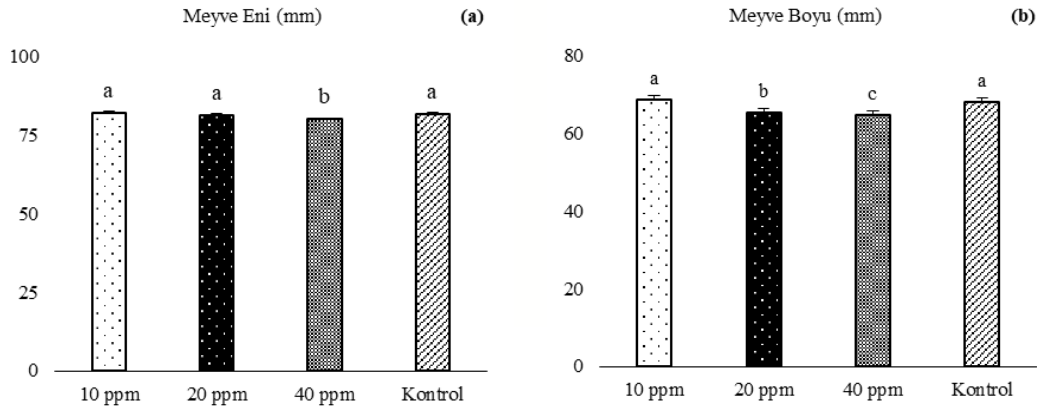
## 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 3.1. PBZ uygulamalarının verim, meyve ağırlığı, meyve eni ve meyve boyu üzerine etkileri

Çalışmada, toplam verim ve meyve ağırlığı bakımından elde edilen sonuçlar Şekil 1'de sunulmuştur. PBZ uygulamaları arasında önemli bir farklılık bulunmasına rağmen ( $p/6.61$ ) en yüksek verim değeri 10 ppm uygulamasında (63.26 kg) elde edilmiştir (Şekil 1a). Bu değeri, 40 ppm (57.75 kg) uygulaması izlemiş, en düşük verim değeri ise 20 ppm (42.83 kg) uygulamasında belirlenmiştir. Farklı bitki türlerinde yapılan çalışmalarda, PBZ uygulamalarının verim üzerine etkileri ile ilgili farklı sonuçlar elde edilmiştir (Singh, 2000; Giovinazzo vd., 2001; Samaan ve Nasser, 2020). Struve vd. (1989) Golden Delicious, Khurshid vd. (1997b) Breaburn ve Oregon Spur Delicious elma çeşitlerinde, PBZ uygulamalarından bir yıl sonra verimin arttığını, Zhang vd. (2016) de PBZ uygulamalarından bir yıl sonra çiçeklenme oranının arttığını bildirmişlerdir. Benzer olarak Sha vd. (2021), Fuji elma çeşidinde sonbaharda yapılan PBZ uygulamalarının uygulama yılını takip eden yıllarda verimi arttırdığını belirlemişlerdir. Bu sonuçlara karşın yapmış olduğumuz çalışmada, PBZ uygulamalarının verim üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Literatür ile elde etmiş olduğumuz sonuçlar arasındaki bu fark, PBZ'nin uygulama tekniği ile uygulama zamanlarındaki farklılığın bir sonucu olarak ortaya çıkmış olabilir. Nitekim Christov vd. (1995); PBZ uygulama zamanlarının verimde değişkenliklere neden olabileceğini bildirmişlerdir. Uygulamaların meyve ağırlığına etkisi incelendiğinde; kontrol (230.35 g), 10 ppm (233.80 g) ve 20 ppm (224.19 g) dozları meyve ağırlığı bakımından aynı grupta yer alırken, 40 ppm (210.83 g) dozunda meyve ağırlığı, diğer uygulamalara göre istatistiksel olarak önemli derecede azalmıştır ( $p<0.0001$ ).



**Şekil 1.** PBZ uygulamalarının toplam verim (a) ve meyve ağırlığı (b) üzerine etkisi ( $p/6.61$ ;  $p/6.6667$ )  
**Figure 1.** Effect of PBZ treatments on total yield (a) and fruit weight (b) ( $p/6.61$ ;  $p/6.6667$ )



**Şekil 2.** PBZ uygulamalarının meyve eni (a) ve meyve boyu (b) üzerine etkisi ( $p/6.67$ ;  $p/6.6667$ )  
**Figure 2.** Effect of PBZ treatments on total width (a) and fruit length (b) ( $p/6.67$ ;  $p/6.6667$ )

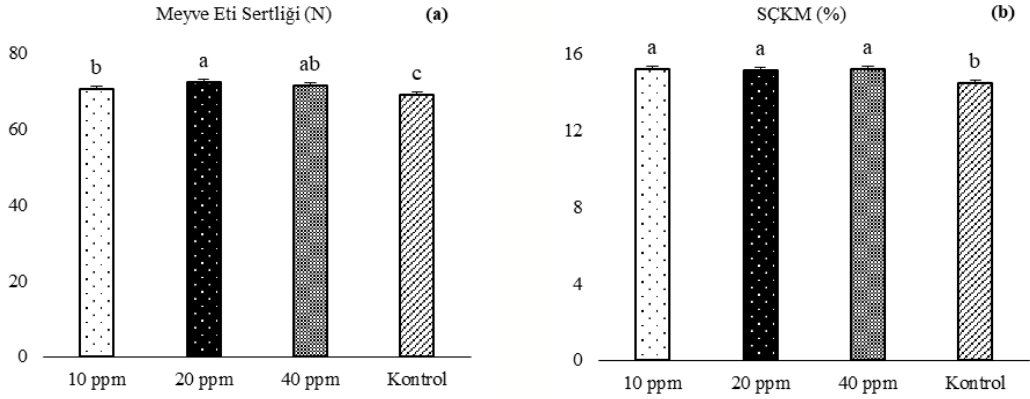
Greene (1986, 1991) ve Khurshid vd. (1997a) de çalışmalarında PBZ uygulamalarının meyve ağırlığını azalttığını, meyve ağırlığında meydana gelen bu azalışın meyve boy/en oranındaki azalışla ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda meyve boy/en oranı (makalede belirtilmedi), meyve ağırlığında da olduğu gibi PBZ uygulamaları ile azalış göstermiştir. Bu durum, Khurshid vd. (1997a)'nın da bildirdiği gibi meyve ağırlığındaki azalışı açıklayabilir.

40 ppm PBZ dozu meyve enini (80.06 mm), diğer uygulamalara kıyasla önemli derecede azaltmıştır (Şekil 2a;  $p/6.67$ ). Meyve eni üzerine diğer uygulamalar arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, en yüksek meyve eni 10 ppm (82.24 mm) PBZ dozunda ölçülmüştür. Meyve boyu bakımından ise kontrol (68.13 mm) ve 10 ppm (68.77 mm) dozları arasında fark oluşmamış ancak PBZ dozu arttıkça meyve boyu azalmıştır (Şekil 2b;  $p<0.0001$ ). Öyle ki boy bakımından daha kısa meyveler 40 ppm (64.87 mm) dozunda belirlenmiş ve bu uygulama, 20 ppm (66.45 mm) dozu dahil olmak üzere diğer uygulamalardan oldukça farklı bulunmuştur. Çiçeklenme sonrası erken dönemde yapı-

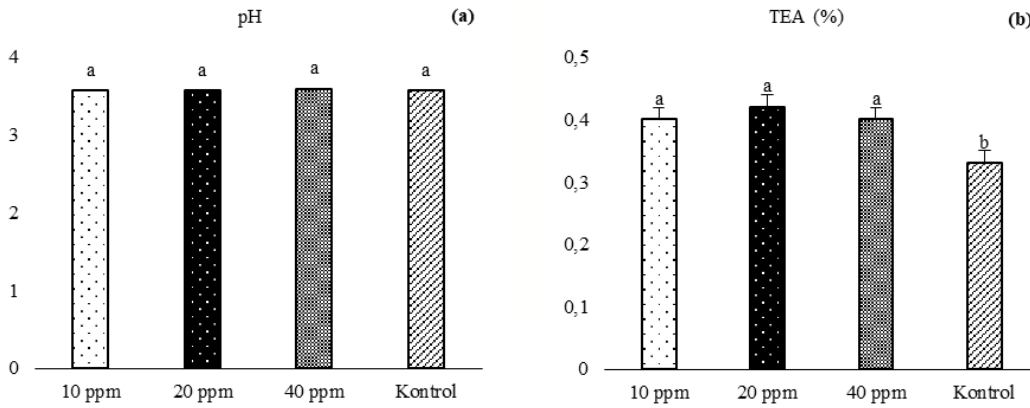
lan PBZ uygulamalarının elmalarda meyve eni ve boyunu azalttığı bilinmektedir (El-Khoreiby vd., 1990; Khurshid vd., 1997a). Kim vd. (2012) PBZ'nin bitki hormonlarının seviyesinde modifikasyona neden olarak büyüme ve gelişmeyi oldukça çarpıcı bir şekilde etkileyebildiğini ifade etmiştir. Gibberellinler hücrelerin uzamasını uyaran bitki büyümesini düzenleyici maddelerdir (Desta ve Amare, 2021) ancak dışsal PBZ uygulamalarında biyosentezi engellenmektedir (Sponsel, 1995). PBZ uygulamalarının meyve büyüklüğünü azaltıcı etki göstermesinin başlıca edeninin, PBZ tarafından meyve ve tohum gibi gelişmekte olan dokularda bol miktarda bulunan gibberellinlerin (Ross vd. 2002) biyosentezinin sekteye uğraması ile ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz.

### 3.2. PBZ uygulamalarının meyve eti sertliği, ŞCKM, pH ve TEA üzerine etkileri

Meyve eti sertliği bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.001$ ). Tüm PBZ dozları, meyve eti sertliğini kontrole kıyasla arttırmıştır (Şekil 3a). En düşük



**Şekil 3.** PBZ uygulamalarının meyve eti sertliği (a) ve SÇKM (b) üzerine etkisi ( $p/6.667$ )  
**Figure 3.** Effect of PBZ treatments on flesh firmness (a) and total soluble solids (b) ( $p/6.667$ )



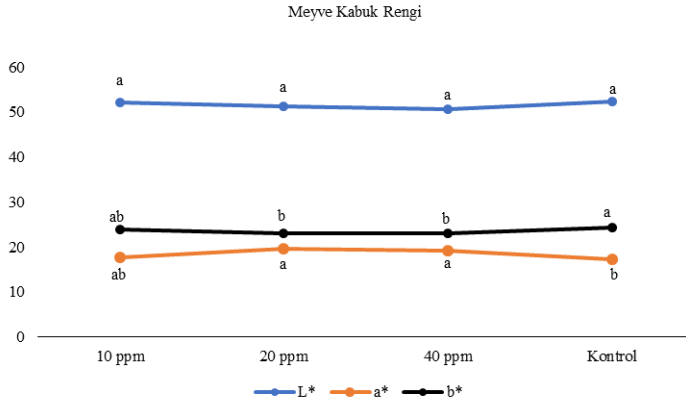
**Şekil 4.** PBZ uygulamalarının pH (a) ve %TEA (b) üzerine etkileri ( $p/6.61$ ;  $p/6.6667$ ).  
**Figure 4.** Effect of PBZ treatments on pH (a) and titratable acidity (b) ( $p/6.61$ ;  $p/6.6667$ )

meyve eti sertliği kontrol (68.94 N) uygulamasında elde edilmiştir. 10 ppm uygulaması, PBZ uygulamaları içerisinde ise en düşük meyve eti sertliğine (70.68 N) sahip uygulama olmuştur. Çalışmadaki en yüksek meyve eti sertliği ise 20 ppm (72.31 N) uygulamasında belirlenmiştir. PBZ uygulamalarının elmada meyve eti sertliğini artırdığı bilinmektedir (Steffens vd., 1985; Greene, 1986; Khurshid vd., 1997a; Sha vd., 2021) ve çalışmamızda literatür ile uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. Meyve eti sertliği elmaların depolanması ve taşınması için önemli bir indekstir (Sha vd., 2021). Bir meyvenin meyve eti sertliği ise hücre sayısı ve hücre büyüklüğü ile ilişkilidir (Bound, 2005). Büyük hücreli meyveler daha yumuşak dokulu olurken (Jones vd., 1998), daha sert meyveler ise fazla sayıda hücre oluşması ancak bu hücrelerin büyüklüğünün minimum seviyede tutulması ile gerçekleşmektedir (Martin vd., 1964). PBZ bitkilerde gibberellin sentezini engellemekte fakat sitokinin sentezini teşvik etmektedir (Desta ve Amare, 2021). Başlıca hücre bölünmesinden sorumlu olan sitokininlerin sentezlendikleri yerler arasında genç meyveler ve gelişen tohumlar da

bulunmaktadır. Elmalarda en yoğun hücre bölünme safhası ise küçük meyve dönemi yani döllemeyi takip eden 35-40 günlük süreyi kapsamaktadır (Kaşka ve Kargı, 2007). Çalışmamızda PBZ uygulamaları hücre bölünme evresinin en hızlı olduğu dönemde yapıldığından, meyve etindeki sertliğin bu faktör tarafından etkilendiğini düşünmekteyiz.

PBZ uygulamaları, meyvenin SÇKM içeriğini kontrol (%14.45) uygulamasına göre önemli derecede artırmıştır ( $p/6.667$ ). Uygulamalar arasında ise SÇKM oranı bakımından herhangi bir fark bulunmamakla birlikte (Şekil 3b) en yüksek SÇKM içeriği 40 ppm (%15.20) uygulamasından elde edilmiştir. Bugüne kadar farklı türlerde yapılan bazı çalışmalarda PBZ uygulamaları neticesinde SÇKM içeriğinin artış gösterdiği belirlenmiştir (Jain vd. 2002; Yeshitela vd. 2004; Burondkar vd. 2013; Samaan ve Nassar, 2020). Elmada PBZ uygulamalarının topraktan yapılması sonucunda SÇKM miktarının etkilendiği veya azaldığı (Johnson ve Legge, 1985; Khurshid vd. 1997b), yapraktan uygulandığında ise artış gösterdiği (Naida vd. 2017; Sha vd. 2021) farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Çalış-





**Şekil 5.** PBZ uygulamalarının meyve kabuk rengi üzerine etkileri ( $p/6.61$ )  
**Figure 5.** Effect of PBZ treatments on fruit skin color ( $p/6.61$ )

mamızda PBZ yapraklardan uygulanmış ve meyvedeki SÇKM içeriği artış göstermiştir.

PBZ uygulamaları, meyvenin pH içeriğini etkilememiştir (Şekil 4a;  $p/6.61$ ). Buna karşın, titre edilebilir asit miktarı üzerine uygulamaların etkisi, kontrol uygulamasına göre önemli bulunmuştur (Şekil 4b;  $p/6.6667$ ). PBZ konsantrasyonuna göre TEA miktarı etkilenmezken, kontrol (%0.33) uygulamasına göre TEA değeri artış göstermiştir. PBZ dozları arasında en yüksek TEA içeriği ise 20 ppm (%0.42) uygulamasında belirlenmiştir. PBZ'nin meyve kalitesi üzerine olumlu etkilerinden biri meyvedeki asitlik oranını azaltmasıdır ve bugüne kadar gerek elmada gerekse farklı türlerde yapılan çalışmalar bu sonucu desteklemektedir (Webster, 1986; Khurshid vd., 1997a; Jain vd. 2002; Burondkar vd., 2013; Samaan ve Nasser, 2020; Sha vd., 2021). Yapmış olduğumuz çalışmada da PBZ uygulamalarının, meyvedeki asit oranını azalttığı belirlenmiştir.

### 3.3. PBZ uygulamalarının meyve kabuk rengi üzerine etkileri

Şekil 5, PBZ uygulamalarının meyve kabuk rengi üzerine etkilerini göstermektedir. Açıklık-koyuluğu ifade eden L\* değeri üzerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur ( $p/6.61$ ). Uygulamalar, a\* değerini kontrole (17.22) göre önemli derecede arttırmış ( $p/6.61$ ), en yüksek a\* değeri 20 ppm (19.54) ve 40 ppm (19.28) PBZ uygulamalarından elde edilmiş ve uygulamalar arasındaki fark  $p/6.61$  düzeyinde önemli bulunmuştur. b\* değeri 20 ppm (23.07) ve 40 (23.01) ppm PBZ uygulamalarında, kontrol (24.33) ve 10 ppm (23.91) PBZ uygulamasına göre daha düşük değeri alırken, en yüksek değer kontrol uygulamasından elde edilmiştir ( $p<0.05$ ).

Elmada renk oluşumu genetik olarak belirlenmekle birlikte, ışık ve sıcaklık gibi faktörler kırmızı rengi oluşturan antosiyanin sentezinin düzenlenmesinde yer alan en önemli dış faktörlerdir (Liv vd., 2004;

Ban vd., 2009). Renk oluşumunun sorun olduğu Fuji gibi çeşitlerde meyve renginin artırılması amacıyla yapılan kültürel uygulamalara aynı zamanda bitki büyüme düzenleyicilerin (BBD) kullanımı da eşlik etmektedir. Bu amaçla Kaçal (2011) tarafından elmada en yaygın kullanılan BBD'nin etilen olduğu bildirilmiştir. Ayrıca PBZ'nin de elmada renk oluşumuna katkı sağladığı görülmektedir (Martin vd., 1987; Elfying vd., 1990). Öyle ki Naira vd. (2017) Red Delicious elma çeşidinde PBZ uygulamalarının

nin meyvedeki antosiyanin miktarını arttırdığı ifade edilmiştir. Çalışmamızda antosiyanin konsantrasyonundaki artışı ifade eden L\* değerinin PBZ uygulamaları ile nispeten azaldığı, kırmızı (a\*) ve sarı (b\*) renk olarak tanımlanan a\* ve b\* değerlerinde ise sırasıyla artış ve azalış olduğu belirlenmiştir.

### SONUÇ

Elmada en önemli kalite parametreleri meyve eti sertliği ile özellikle kırmızı çeşitlerde renklenme durumudur. Bahsedilen özellikler üzerine genetik kodlama birincil derecede etkili olsa da yapılan kültürel uygulamalar ve bitki büyüme düzenleyicilerin kullanımı bu duruma katkı sağlamaktadır. Dünya elma ticaretinde önemli bir konumda bulunan Fuji grubu, renklenme sorunu nedeniyle ülkemizde yeterli ilgi görmemektedir. Bu noktadan hareketle planladığımız çalışmada; erken dönemde yapraklardan uygulanan paclobutrazolun verimi etkilemeden, renklenmeyi arttırdığı belirlenmiştir. İlave olarak özellikle soğukta muhafaza süresi üzerine oldukça etkili olan meyve eti sertliği PBZ uygulamaları ile artış göstermiştir. Duyusal özellikler bakımından yeme kalitesini oluşturan SÇKM ve asitliğin de uygulamalar ile birlikte olumlu şekilde değiştiği görülmüştür. Ayrıca PBZ uygulamaları her ne kadar meyve iriliğini azaltsa da tüm meyvelerin birinci sınıf pazar değeri taşıdığı belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinde; Fuji elma çeşidinde PBZ uygulamalarının meyve kalitesi üzerine olumlu etki sağladığını ifade etmek kanaatimizce yanlış olmayacaktır. Ancak farklı ekolojilerde, değişken dozlarda ve değişik fenolojik safhalarda çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ayrıca çevre ve insan sağlığı açısından meyvelerde kalıntı analizlerinin yapılması, PBZ kullanımında daha doğru sonuçların elde edilmesine olanak sunacaktır.

## Teşekkür

Araştırmamızın yürütülmesinde, arazi ve laboratuvarlarının kullanılmasına olanak sağlayan Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ile Paclobotrazol etki maddeli ticari preparatı temin ettiğimiz Gudea Crop Science Kimya Sanayi ve Tic. Ltd. Şti'ne teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

Arakawa O, 1991. Effect of Temperature on Anthocyanin Synthesis in Apple Fruit as Affected by Cultivar, Stage of Fruit Ripening and Bagging. *Journal of Horticultural Science* 66: 763-768.

Ban Y, Kondo S, Ubi BE, Honda C, Bessho H, Moriguchi T, 2009. UDP-sugar biosynthetic pathway: contribution to cyanidin 3-galactoside biosynthesis in apple skin. *Planta* 230(5): 871-881.

Barrett JE, 2001. Mechanisms of action. In: *Tips on regulating growth of floriculture crops*. Ball Publishing, 32-47, Batavia.

Bonany J, Brugger C, Buehler A, Carbó J, Codarin S, Donati F, Schoorl F, 2014. Preference Mapping of Apple Varieties in Europe. *Food Quality and Preference* 32: 317-329.

Bound SA, 2005. The impact of selected orchard management practices on apple (*Malus domestica* L.) fruit quality. University of Tasmania, PhD Thesis, 190, Hobart.

Burondkar MM, Rajan S, Upreti KK, Reddy YTN, Singh VK, Sabale SN, Naik MM, Ngade PM, Saxena P, 2013. Advancing Alphonso mango harvest season in lateritic rockysoils of Konkan region through manipulation in time of paclobotrazol application. *Journal of Applied Horticulture* 15: 178-182.

Christov C, Tsvetkov I, Kovachev V, 1995. Use of paclobotrazol to control vegetative growth and improve fruiting efficiency of grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Bulgarian Journal of Plant Physiology* 65: 64-71.

Corollaro ML, 2014. Sensory and Instrumental Profiling of Apples: A New Tool For Quality Assessment. PhD Dissertation, Università di Bologna, 174p, Bologna, Italy.

Davis TD, Curry EA, 1991. Chemical regulation of vegetative growth. *Critical Reviews in Plant Sciences* 10: 151-88.

Desta B, Amare G, 2021. Paclobotrazol as a plant growth regulator. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 8(1): 1-15.

Elfying DC, Loughheed EC, Chu CL, Cline RA, 1990. Effects of diaminozide, paclobotrazol and uniconazole treatment on "McIntosh" apples at harvest and following storage. *Journal of American Society for Horticultural Science* 115: 750-756.

EL-Khoreiby AM, Unrath CR, Lehman LJ, 1990. Paclobotrazol spray timing influences apple tree growth. *HortScience* 25(3): 310-312.

Fletcher R, Gilley A, Sankhla N, Davis T, 2000. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Reviews* 24: 55-137.

Giovinazzo R, Souza-Machado V, Hartz TK, 2001. Paclobotrazol responses with processing tomato in France. *Acta Horticulturae* 542: 355-358.

Greene DW, 1986. Effect of paclobotrazol and analogs on growth, yield, fruit quality, and storage potential of 'Delicious' apples. *Journal of American Society for Horticultural Science* 111(31): 328-332.

Greene DW, 1991. Reduced Rates and Multiple Sprays of Paclobotrazol Control Growth and Improve Fruit Quality of "Delicious" Apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116(5): 807-812.

Hampson CR, Quamme HA, MacDonald RA, Lane WD, Lapins KO, 2000. Silken, Creston and Chinoak: Three New Apples from Canada. *Acta Horticulturae* 538: 711-714.

Jain SK, Sing R, Misra KK, 2002. Effect of paclobotrazol on growth, yield and fruit quality of lemon (*Citrus limon*). *The Indian Journal Agricultural Science* 72: 488-490.

Johnson DS, Legge AP, 1985. Effects of preharvest agronomic factors on the storage quality of fruit. Report of East Malling Research Station 108-109.

Jones KM, Bound SA, Miller P, 1998. Crop regulation of pome fruit in Australia.

Kaçal E, 2011. Bitki Gelişimini Düzenleyiciler. İçinde: *Elma Kültürü*. Adım Ofset, 393-410, Konya.

Kaçal E, Öztürk G, Gür İ, Aydın M, Koçal H, Altındal M, Yıldırım AN, 2019. Crop Load Management with Blossom Thinners in 'Redchief' Apple and Their Effects on Fruit Mineral Composition. *Erwerbs-Obstbau* 61: 231-236.

Kaçal E, Seymen T, Öztürk G, 2017. Elmada Çeşit Eğilimleri. *Tarım Türk, Ocak-Şubat Sayı: 63, sayfa 50-52*.

Kaşka N, Kargı SP, 2007. Meyve Ağaçları Fizyolojisi: Büyüme ve Gelişme. Nobel Kitabevleri, 243, Antalya.

Khurshid T, McNeil DL, Trought MCT, Hill GD, 1997a. The response of young 'Braeburn' and 'Oregon Spur Delicious' apple trees growing under an ultra-high density planting system to soil-applied paclobotrazol: II. Effect on fruit quality at harvest and during storage. *Scientia horticulturae* 71: 189-196.

Khurshid T, McNeil DL, Trought MCT, Hill GD, 1997b. The response of young 'Braeburn' and

- 'Oregon Spur Delicious' apple trees growing under an ultra-high density planting system to soil-applied paclobutrazol: I. Effect on reproductive and vegetative growth. *Scientia horticulturae* 72(1): 11-24.
- Kim J, Wilson RL, Case JB, Binder BM, 2012. A comparative study of ethylene growth response kinetics in eudicots and monocots reveals a role for gibberellin in growth inhibition and recovery. *Plant Physiology* 160: 1567-1580.
- Li XJ, Hou JH, Zhang GL, Liu RS, Yang YG, Hu YX, Lin JX, 2004. Comparison of anthocyanin accumulation and morpho-anatomical features in apple skin during color formation at two habitats. *Scientia Horticulturae* 99(1): 41-53.
- Marini RP, 1986. Growth and cropping of 'Red haven' peach trees following foliar applications of flurprimidol and paclobutrazol. *Journal of American Society for Horticultural Science* 111: 849-853.
- Martin D, Lewis TL, Cerny J, 1964. Apple fruit cell numbers in relation to cropping alternation and certain treatments. *Australian Journal of Agricultural Research* 15: 905-919.
- Martin GC, Yoshikawa F, James HL, 1987. Effect of soil application of paclobutrazol on growth, pruning time, flowering, yield and quality of "Flavorerest" peach. *Journal of American Society for Horticultural Science* 112(6): 915-921.
- Naira A, Moieza A, Bhat MY, Sharma MK, 2017. Paclobutrazol and summer pruning influences fruit quality of red delicious apple. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology* 10 (3): 349-356.
- Ross JJ, O'Neill DP, Wolbang CM, Symons GM, Reid JB, 2002. Auxin-gibberellin interactions and their role in plant growth. *Journal of plant growth regulation*, 20(4): 336-353.
- Samaan M, Nasser MA, 2020. Effect of Spraying Paclobutrazol (PP333) on Yield and Fruit Quality of Crimson Seedless Grape. *Journal of Plant Production* 11: 1031-1034.
- Sha J, Ge S, Zhu Z, Du X, Zhang X, Xu X, Wang F, Chen Q, Tian G, Jiang Y, 2021. Paclobutrazol regulates hormone and carbon-nitrogen nutrition of autumn branches, improves fruit quality and enhances storage nutrition in 'Fuji' apple. *Scientia Horticulturae* 282: 110022.
- Singh Z, 2000. Effect of (2RS, 3RS) paclobutrazol on tree vigour, flowering, fruit set and yield in mango. *Acta Horticulturae* 525: 459-462.
- Sponsel VM, 1995. The biosynthesis and metabolism of gibberellins in higher plants. In: Davis PJ, editor. *Plant hormones: physiology, biochemistry, and molecular biology*. 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Pub.
- Steffens GL, Wang SY, Faust M, Byun JK, 1985. Growth, carbohydrate, and mineral element status of shoot and spur leaves and fruit of 'Spartan' apple trees treated with paclobutrazol. *Journal of American Society for Horticultural Science* 110: 850-855.
- Struve DK, Miller DD, Ferree DC, 1989. Chemical growth retardants increase seed yield in apple trees. *Journal of Environmental Horticulture* 7(21): 75-79.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim tarihi: 19.12.2021. (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>)
- WAPA, 2021. The World Apple and Pear Association. Erişim tarihi: 19.12.2021. ([http://www.wapa-association.org/asp/page\\_1.asp?doc\\_id=447](http://www.wapa-association.org/asp/page_1.asp?doc_id=447))
- Webster AD, Quinlan JD, Richardson PJ, 1986. The influence of paclobutrazol on growth and cropping of sweet cherry cultivar. The effect of annual soil treatments on the growth and cropping of cultivar 'early rivers'. *Journal of Horticultural Science* 61: 471-478.
- Westwood MN, 1995. *Temperate-zone pomology, physiology and culture*, Third Edition. Timber Press, ISBN-0-8819-2253-6, 523p. Portland, Oregon.
- Yeshitela T, Robbertse PJ, Stassen PJC, 2004. Paclobutrazol suppressed vegetative growth and improved yield as well as fruit quality of 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica*) in Ethiopia. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 32(3): 281-293.
- Zhang S, Zhang D, Fan S, Du L, Shen Y, Xing L, Li Y, Ma J, Han M, 2016. Effect of exogenous GA3 and its inhibitor paclobutrazol on floral formation, endogenous hormones, and flowering-associated genes in 'Fuji' apple (*Malus domestica* Borkh.). *Plant Physiology and Biochemistry* 107: 178-186.