Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 2020, 6(1): 75 - 83
International Journal of Agriculture and Wildlife Science (IJAWS)
doi: 10.24180/ijaws.672929

Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi
(International Journal of Agriculture and Wildlife Science)
http://dergipark.org.tr/ijaws



Araştırma Makalesi

Metil Jasmonat Uygulamaları ve Hasat Dönemlerinin Erik Meyvelerinin Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Ebubekir Altuntaş[1*], Burhan Öztürk[2], Onur Saraçoğlu[3]

[1]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat
[2]Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu
[3]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat

Geliş tarihi (*Received*): 10.01.2020 Kabul tarihi (*Accepted*): 24.02.2020

Anahtar kelimeler:
Erik, fizikomekanik özellik, kroma, metil jasmonat, pH

***Sorumlu yazar**
ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

Özet. Bu çalışma, hasat öncesi erik (*Prunus domestica*) meyvelerine farklı konsantrasyonlarda (1120 ve 2240 mg L^{-1}) püskürtülen metil jasmonat (MeJA) ve farklı hasat zamanlarının, meyvelerin fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek için yürütülmüştür. Geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı bakımından en düşük değerler 1120 mg L^{-1} MeJA uygulamasında görülmüştür. Geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, meyve kütlesi, meyve hacmi, meyve hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığı değerleri, 4 Eylül hasat döneminde diğer hasat dönemlerine göre daha yüksek sonuç vermiştir. MeJA uygulamalarının *b** ve *C** renk özellikleri hasat dönemine bağlı olarak artış gösterirken, *h°* renk özelliği ise azalış göstermiştir. Meyve sap kopma direnci, MeJA dozları artışıyla azalma eğilimi gösterirken, meyve sap kopma kuvveti, meyve sertliği değerleri ile M/FRF değerleri, MeJA 2240 mg L^{-1}'de, diğer MeJA dozlarına göre daha yüksek bulunmuştur. MeJA uygulamaları ve hasat dönemlerine bakıldığında, kauçuk ve laminant sürtünme yüzeyleri sırasıyla maksimum ve minimum sürtünme katsayısı değerleri vermiştir. pH ve TA değerleri, MeJA uygulamaları ile beraber suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) değerleri ise genel olarak artış göstermiştir. Bu yüzden erik meyvesinin taşıma, işleme, depolama ve paketleme sistemleri gibi hasat sonrası teknolojik uygulamaları için, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri göz önünde bulundurularak tasarlanmalıdır.

Effects of Methyl Jasmonate Treatments and Harvest Times on the Physical, Mechanical and Chemical Properties of Plum Fruit

Keywords:
Plum, pyhsicomechanical property, chroma, methyl jasmonate, pH

Abstract. This study was conducted to determine the effects of different harvest times and methyl jasmonate (MeJA) sprayed in different concentrations (1120 ve 2240 mg L^{-1}) at preharvest on physical, mechanical and chemical properties of plum (*Prunus domestica*) fruit. Geometric mean diameter, sphericity and surface area values were the lowest in 1120 mg L^{-1} MeJA treatment. Geometric mean diameter, sphericity, surface area, fruit mass, fruit volume, fruit density and bulk density values were higher on 4 September harvest times than other harvest periods. While the *b** and *C** color properties of MeJA treatments increased due to the change in harvest period, *h°* color characteristic decreased. Fruit removal force decreased with increasing MeJA doses, while fruit removal force, fruit hardness and M/FRF ratio were higher in MeJA 2240 mg L^{-1} than other MeJA treatments. Rubber and laminate friction surfaces gave maximum and minimum friction coefficient values, according to the MeJA treatments and harvest periods, respectively. The pH and titratable acidity (TA) values increased with the MeJA treatments, and also, pH and solids soluble content (SSC) values increased according to the harvest periods. For this reason, transporting, processing, storing and packaging systems in post-harvest technological applications of the plum fruit must be designed taking these criteria into consideration such as physico-mechanical and chemical properties.

ORCID ID (Yazar sırasına göre/By author order)
0000-0003-3835-1538 0000-0002-0867-3942 0000-0001-8434-1782

GİRİŞ

Meyve kalitesi ve verimini artırmak için, modern tarımsal işlemlerde, bitki büyüme düzenleyici maddelerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bitki büyüme düzenleyicileri, farklı meyvelerin fiziko-mekanik ve kimyasal özelliklerinde değişikliklere neden olan faktörler arasında değerlendirilmektedir (Shin *ve ark.,* 2008).

Metil jasmonat (MeJA), bitki savunmasında, yaşlanma, petiol absisyonu, kök oluşumu, meyve olgunlaşması, etilen, antosiyanin ve karotenoid sentezi gibi bazı hücresel olayların düzenlenmesinde teşvik edici rol oynamakta, tohum ve polen çimlenmesi, tozlanma, kök ve kallüs gelişimi, aromatik maddelerin oluşumu, klorofil ve likopen üretimi gibi hücresel olaylarda ise, engelleyici bir etki göstermektedir (Rower ve Erwin, 2008; Öztürk *ve ark.,* 2014; Saracoglu *ve ark.,* 2017).

Khan ve Singh (2010), metil jasmonatın (MeJA), meyvelerde kaliteyi muhafaza ettiği ve renklenmeyi teşvik ettiğini açıklamaktadır. Ayrıca meyvede bulunan fenolik bileşikler, antioksidan, askorbik asit ve flavonoid içeriği, MeJA uygulamaları ile değişmektedir (Rohwer ve Erwin, 2008; Öztürk *ve ark.,* 2014).

Erik meyvelerinin hasat sonrası pazarlamasında; renk, olgunluk seviyesi, büyüklük, sıkılık ve mekanik zedelenme vb. gibi bazı önemli faktörler dikkate alınmaktadır. Hasat, ayırma, taşıma, işleme, paketleme sistemleri ve depolama ile ilgili makinelerin ve tesislerin tasarlanması ve geliştirilmesi için erik meyvelerinin fiziko-mekanik ve kimyasal özelliklerini bilmek gerekmektedir. Hasat edilen tarım ürünleri, aşırı yüklenme ve mekanik hasat yöntemleri nedeniyle zarar görmektedir (Kuna-Broniowska *ve ark.,* 2012). Sıkıştırma eksenleri ve hızları, hasat sonrası uygulamalara (Erik meyvesinin meyve suyuna ve marmelatta işlenmesi) uygulanan kuvvet miktarını etkilemektedir (Pérez-Vicente *ve ark.,* 2002). Erik meyvesinin taşınma ve depolanması esnasında farklı yüzeylere karşı sürtünme katsayılarının bilinmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bazı araştırmacılar; kivi (Razavi ve Parvar, 2007), çeri domatesi (Kabas ve Özmerzi, 2008), zeytin (Kilickan ve Guner, 2008), armut (Ozturk *ve ark.,* 2009), nar (Ekrami-Rad *ve ark.,* 2011), muşmula (Altuntas *ve ark.,* 2013) ve karayemiş (Altuntas *ve ark.,* 2018) gibi bazı meyve türlerinde oluşabilecek sorunları tahmin edebilmek için fiziko-mekanik ve kimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Fakat literatürde, metil jasmonat (MeJA) uygulamalarının Avrupa grubu ('President') erik çeşitlerinin fiziko-mekanik ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkilerine yönelik araştırma sayısı sınırlıdır. Bu araştırma da MeJA uygulamaları ve hasat zamanın Avrupa grubu erikler içerisinde yer alan 'President' erik çeşidinin fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma, Türkiye'nin Orta Karadeniz Geçit İklim Kuşağı bölgesinde yer alan Tokat ilinde bir üretici bahçesinde 2012 yılında gerçekleştirilmiş olup, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 ağaç olacak şekilde tasarlanmıştır. Bitkisel materyal olarak myrobalan anacı üzerine aşılı 6 yaşlı 'President' erik (*Prunus domestica*) çeşidi kullanılmıştır. Ağaçlar modifiye lider sistemine göre budanmış ve sıra arası sıra üzeri 4x4 m olacak şekilde dikilmiştir. Deneme de homojen ürün yüküne sahip ağaçlar seçilmiştir. Ağaçlarda sulama, gübreleme ve diğer kültürel işlemler düzenli olarak yürütülmüştür.

Araştırmada, belirlenen ağaçlara 0 (kontrol), 1120 ve 2240 mg L^{-1} metil jasmonat (MeJA, sigma-aldrich) tahmini hasattan 2 hafta önce düşük basınçlı elle beslemeli sırt pompası ile püskürtülmüştür. Tüm çözeltilere, %0.05 Sylgard 309 organosilikon yayıcı yapıştırıcı (Dow Corning) ilave edilmiştir. Kontrol ağaçlarına yalnızca su+yayıcı yapıştırıcı içeren çözelti püskürtülmüştür.

Meyvelerde tahmini hasat tarihinin belirlenmesinde uzun yıllar çiftçi gözlemlerinden ve çiçeklenmeden sonra geçen gün sayısından istifade edilmiştir. Bu bağlamda 4 Eylül 2012 tarihi tahmini hasat tarihi olarak belirlenmiştir. Tahmini hasada ilave olarak tahmini hasattan bir hafta önce (28 Ağustos) ve bir hafta sonra (11 Eylül) olmak üzere 3 farklı dönemde meyveler tüm ağaçlarda, ağacın taç etrafından elle hasat edilmiştir. Hasat sonrası, erik meyveleri polietilen torbalarda, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyolojik Malzeme Laboratuvarı'na transfer edilmiştir. Daha sonra meyvelerde, yaralanmış ve zedelenmiş olanlar ıskartaya ayrılmış ve toplam 100 meyve gometrik ölçümlerde kullanılmak üzere seçilmiştir.

Erik meyvelerinin başlangıçtaki nem içeriği, meyvelerin standart olarak etüvde 105±1 °C'de 24 saat boyunca bekletilerek sabit ağırlığa gelmesi sağlanmış ve yaş ağırlık esasına göre belirlenmiştir (Darıcı ve Şen, 2012). Erik meyvesinin uzunluk, genişlik ve kalınlık boyutları (geometrik özellikler) dijital kumpas (±0.01 mm, Tronic) kullanılarak belirlenmiştir. Dijital elektronik terazi ile erik meyvelerinin kütleleri (± 0.01 g, Radwag) kullanılmıştır. Erik meyve örneklerinin D_g (geometrik ortalama çap), Φ (küresellik) ve S (yüzey alanı) ve V (hacim) ölçümleri, Mohsenin (1980) tarafından açıklanan denklemler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad (1)$$

$$\Phi = (D_g/L).\ 100 \quad (2)$$

$$S = D_g^2.\pi \quad (3)$$

$$V = [(\pi/6).(LWT)] \quad (4)$$

Burada,

D_g: Geometrik ortalama çap (mm);

Φ: Küresellik (%);

S: Yüzey alanı (mm^2);

V: Hacim (mm^3);

L: Uzunluk (mm);

W: Genişlik (mm);

T: Kalınlık (mm)'dır.

ρ_f (meyve hacim ağırlığı) toluen (C_7H_8) sıvı yer değiştirme yöntemiyle, erik meyvelerinin ρ_b (yığın yoğunluğu) ise standart hektolitre ağırlık yöntemiyle belirlenmiştir (Altuntas *ve ark.,* 2013). Porozite (gözeneklilik) (P) değeri, meyve hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığı değerleri kullanılarak Mohsenin (1980) tarafından açıklanan denklem ile belirlenmiştir.

$$\varepsilon = \{ (\rho_k - \rho_b) / \rho_k \} \times 100 \quad (5)$$

Erik meyve örneklerinin *L*, a** ve *b** renk özellikleri bir renk ölçer (Minolta, model CR-300, Tokyo, Japonya) ile ölçülmüş ve her bir uygulama için her bir tekerrürde 15 meyve kullanılmıştır. Renk skalasında L* meyvenin parlaklığını; kroma donukluk-matlığını; hue açısı ise kırmızılık-morluğunu ifade etmektedir. Kroma ve hue açısı değerleri McGuire (1992) tarafından açıklanan denklemler kullanılarak hesaplanmıştır. Farklı sürtünme yüzeylerinde (sunta, galvanizli sac, kontrplak, laminat ve kauçuk) erik meyvelerinin statik sürtünme katsayıları belirlenmiştir (Altuntas *ve ark.,* 2012). Ölçümlerde her bir uygulama için her bir tekerrürde 15 meyvede ölçümler yürütülmüştür.

Bir dijital dinamometre (kuvvet ölçer) (Tronic; HF-10, Dijital Dinamometre, 100 N, Tayvan) ile, meyve saptan kopma direnci (kuvveti), (FRF), her MeJA uygulaması ve hasat dönemleri için 20 adet erik meyvesinin düşey ekseni boyunca belirlenmiştir. FRF ve meyve kütlesi (M) ilişkisi, MeJA uygulamaları ve hasat dönemlerinde erik meyve örnekleri için hesaplanmıştır (Ozkan *ve ark.,* 2012). Meyve sertliği ölçümleri, 11.1 mm'lik (FT-327) uca sahip el penetrometresi yardımıyla belirlenmiştir (Altuntas *ve ark.,* 2018).

Suda çözünen kuru madde içeriği (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TA) ve erik meyve örneklerinin pH ölçümleri, AOAC yöntemi ile belirlenmiştir (Association of Official Analytical Chemists, 1984). Araştırma sonuçlarına ait istatistiksel analizler, tesadüf parselleri deneme desenine göre ve SPSS 13.0 istatistiksel yazılım programı ile yapılmıştır. F testi önemli ($P<0.05$, $P<0.01$) olduğunda, çoklu karşılaştırmalar Duncan testi ile gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Fiziksel ve Hacimsel Özellikler

MeJA dozlarının erik meyvesinin genişlik ($P<0.01$) hariç diğer geometrik özellikleri üzerine etkisi kontrolden farksız bulunmuştur. Genişlik bakımından 1120 mg L^{-1} MeJA uygulaması ile meyve genişliğinin önemli derecede düştüğü görülmüştür. Fakat hasat tarihlerine bakıldığında, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik ($P<0.05$) ve yüzey alanı bakımından uygulamalar arasında önemli farklılıklar ($P<0.01$) belirlenmiştir. Özellikle tahmini hasat döneminde (4 Eylül) hasat edilen meyvelerin uzunluk hariç diğer geometrik özellikler bakımından diğer hasat dönemlerine kıyasla önemli derecede daha yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

Esehaghbeygi *ve ark.* (2013) Ghandi, Gatretala ve Black erik çeşitlerinin fiziksel özelliklerinin istatistiksel olarak önemli olduğunu açıklamışlardır. Erik çeşitlerinde uzunluk, genişlik, kalınlık ve geometrik ortalama çap değerlerinin sırasıyla 28.05-36.52 mm, 26.78-35.46 mm, 25.85-34.01 mm ve 27.02-35.30 mm aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Martínez-Esplá *ve ark.* (2014), 'Black Splendor (BS)' ve 'Royal Rosa (RR)' erik çeşitlerinde metil jasmonat (MeJA) uygulamasında üç farklı (0.5, 1.0 ve 2.0 mM) konsantrasyonda, MeJA'nın meyve boyutunu ve ağırlığı arttırmada etkili olduğunu, 0.5 mM'nin BS çeşidi için en etkili ve RR için ise 2.0 mM daha etkili olduğunu açıklamışlardır.

Çizelge 1. MeJA uygulamaları ve hasat dönemlerinden etkilenen *'President'* erik çeşidi meyvelerinin fiziksel (geometrik) özellikleri.

Table 1. Physical (geometric) properties of 'President' plum varieties affected by MeJA applications and harvest periods.

Geometrik özellikler	MeJA uygulaması (mg L^{-1})	Hasat dönemi			MeJA Ortalaması
		28 Ağustos	4 Eylül	11 Eylül	
Uzunluk, L, mm	MeJA-0	55.14 (0.62)$^{\xi}$	56.15 (0.43)	56.76 (0.60)	56.02 ^{ns}
	MeJA-1120	56.86 (0.50)	55.61 (0.40)	54.48 (0.49)	55.65 ^{ns}
	MeJA-2240	54.65 (0.43)	56.62 (0.62)	54.40 (0.49)	55.22 ^{ns}
	Mean	55.55 ^{ns}	56.13 ^{ns}	55.21 ^{ns}	
Genişlik, W, mm	MeJA-0	45.87 (0.58)	47.18 (0.39)	46.54 (0.40)	46.53 a**
	MeJA-1120	44.98 (0.47)	46.62 (0.43)	44.37 (0.56)	45.32 b
	MeJA-2240	45.76 (0.53)	47.76 (0.59)	45.67 (0.54)	46.40 a
	Mean	45.54 b**	47.19 a	45.53 b	
Kalınlık, T, mm	MeJA-0	44.27 (0.38)	47.03 (0.37)	46.00 (0.57)	45.77 ^{ns}
	MeJA-1120	45.43 (0.48)	46.15 (0.54)	44.24 (0.47)	45.27 ^{ns}
	MeJA-2240	45.23 (0.42)	45.45 (0.54)	44.96 (0.38)	45.21 ^{ns}
	Mean	44.98 b**	46.21 a	45.07 b	
Geometrik ortalama çap, Dg, mm	MeJA-0	48.00 (0.45)	49.73 (0.26)	49.33 (0.46)	49.02 ^{ns}
	MeJA-1120	48.59 (0.38)	49.07 (0.37)	47.26 (0.40)	48.31 ^{ns}
	MeJA-2240	48.16 (0.40)	49.50 (0.50)	47.96 (0.42)	48.54 ^{ns}
	Mean	48.25 b**	49.43 a	48.18 b	
Küresellik, Sp	MeJA-0	0.871 (0.005)	0.886 (0.006)	0.869 (0.005)	0.875 ab*
	MeJA-1120	0.855 (0.006)	0.883 (0.004)	0.868 (0.005)	0.869 b
	MeJA-2240	0.882 (0.005)	0.875 (0.004)	0.882 (0.004)	0.880 a
	Mean	0.869 b*	0.881 a	0.873 b	
Yüzey alanı, Sa, mm^2	MeJA-0	72.50 (1.35)	77.75 (0.81)	76.57 (1.43)	75.61 ^{ns}
	MeJA-1120	74.26 (1.13)	75.72 (1.14)	70.27 (1.17)	73.42 ^{ns}
	MeJA-2240	72.97 (1.20)	77.15 (1.56)	72.38 (1.26)	74.17 ^{ns}
	Mean	73.24 b**	76.87 a	73.07 b	

$^{\xi}$: SEM (Standart hata); ^{ns}: önemli değil ($p > 0.05$);

* : Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir ($p < 0.05$); **: Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir ($p < 0.01$).

Çizelge 2. MeJA uygulamaları ve hasat dönemlerinden etkilenen *'President'* erik çeşidi meyvelerinin fiziksel (hacimsel) özellikleri.

Table 2. Physical (volumetric) properties of 'President' plum varieties affected by MeJA applications and harvest periods.

Hacimsel özellikler	MeJA uygulaması (mg L^{-1})	Hasat dönemi			MeJA Ortalaması
		28 Ağustos	4 Eylül	11 Eylül	
Meyve kütlesi, M, g	MeJA-0	66.93 (2.00)$^{\xi}$	73.34 (0.80)	70.86 (1.71)	70,38 ^{ns}
	MeJA-1120	67.98 (1.25)	70.57 (1.28)	65.10 (0.98)	67.88 ^{ns}
	MeJA-2240	67.43 (1.55)	72.35 (1.86)	69.02 (1.04)	69.60 ^{ns}
	Ortalama	67.45 b**	72.09 a	68.33 b	
Meyve hacim ağırlığı, V, mm^3	MeJA-0	58.89 (1.63)	65.28 (1.01)	63.91 (1.77)	62.69 ^{ns}
	MeJA-1120	60.98 (1.38)	62.79 (1.42)	56.15 (1.39)	59.97 ^{ns}
	MeJA-2240	59.42 (1.46)	64.67 (1.98)	58.72 (1.53)	60.93 ^{ns}
	Ortalama	59.76 b**	64.25 a	59.59 b	
Yığın hacim ağırlığı, ρ_b, kg m^{-3}	MeJA-0	668.18 (8.23)	639.61 (19.65)	642.81 (15.86)	650,20 ^{ns}
	MeJA-1120	663.68 (3.39)	671.26 (20.15)	680.78 (5.66)	671.90 ^{ns}
	MeJA-2240	634.93 (12.21)	679.51 (4.01)	659.76 (9.74)	658.07 ^{ns}
	Ortalama	655.59 ^{ns}	663.46 ^{ns}	661.12 ^{ns}	
Meyve hacim ağırlığı, ρ_f, kg m^{-3}	MeJA-0	994.40 (25.89)	1037.07 (44.83)	907.77 (29.14)	979,75 ^{ns}
	MeJA-1120	1037.96 (6.05)	984.01 (30.82)	907.71 (7.35)	976.56 ^{ns}
	MeJA-2240	1020.48 (9.31)	1039.61 (51.28)	910.03 (6.63)	990.04 ^{ns}
	Ortalama	1017.61 a**	1020,23 a	908.50 b	
Porozite, P, %	MeJA-0	32.71 (1.34)	37.81 (4.26)	29.08 (1.67)	33,20 ^{ns}
	MeJA-1120	36.05 (0.46)	31.71 (1.83)	24.97 (1.16)	30.91 ^{ns}
	MeJA-2240	37.77 (1.31)	34.21 (2.88)	27.47 (1.51)	33.15 ^{ns}
	Ortalama	35.51 b**	34.58 a	27.18 b	

$^{\xi}$: SEM (Standart hata); ^{ns}: önemli değil ($P > 0.05$);

**: Aynı satırda aynı harfler arası fark önemsizdir ($P < 0.01$).

MeJA uygulamalarının hacimsel özellikler üzerine olan etkisi kontrolden farksız bulunmuştur. Hasat tarihleri verilerine bakıldığında ise yığın hacim ağırlığı hariç diğer özelliklere ait değerler arasında hasat tarihine bağlı olarak önemli farklılıklar saptanmamıştır. Meyve kütlesi, meyve hacimi ve porozite değerlerinin 4 Eylül hasat tarihinde diğer tarihlere kıyasla önemli derecede ($P<0.01$) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fakat hacim ağırlığı bakımından 11 Eylül tarihinde hasat edilen meyvelerin, diğer tarihlere kıyasla önemli derecede daha düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 2).

Renk Özellikleri

MeJA uygulamalarının erik meyvesinin sadece a* renk özellikleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunurken, L*, b*, h°, C* renk özellikleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Erik meyvelerinin hasat dönemleri veya hasat tarihlerinin L*, b* ve C* renk özellikleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunurken, erik meyvesinin a* ve h° renk özellikleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. L*, b* ve kroma değeri bakımından 4 Eylül hasat edilen meyvelerin değerleri, 28 Ağustos tarihinden farksız bulunurken, hasadın geciktirilmesi ile değerlerin önemli derecede ($P<0.01$) arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. MeJA uygulamaları ve hasat dönemlerinden etkilenen *'President'* erik çeşidi meyvelerinin renk özellikleri.
Table 3. Color characteristics of 'President' plum varieties affected by MeJA applications and harvest periods.

Renk özellikleri	MeJA uygulaması (mg L^{-1})	Hasat dönemi			MeJA Ortalaması
		28 Ağustos	4 Eylül	11 Eylül	
L*	MeJA-0	49.59 (4.46) $^{\xi}$	55.11 (1.93)	61.39 (2.48)	55.36 ^{ns}
	MeJA-1120	57.69 (1.92)	55.45 (2.11)	60.21 (1.78)	57.78 ^{ns}
	MeJA-2240	57.60 (1.60)	55.29 (1.67)	63.05 (1.26)	58.64 ^{ns}
	Ortalama	54.96 b**	55.28 b	61.55 a	
a*	MeJA-0	-5.26 (0.98)	-6.17 (0.55)	-6.62 (0.79)	-6.02 a*
	MeJA-1120	-8.18 (0.63)	-7.20 (0.47)	-7.40 (0.52)	-7.59 b
	MeJA-2240	-6.97 (0.57)	-6.59 (0.67)	-7.04 (0.68)	-6.87ab
	Ortalama	-6.80 ^{ns}	-6.65 ^{ns}	-7.02 ^{ns}	
b*	MeJA-0	26.51 (2.81)	30.99 (1.06)	39.03 (1.56)	32.18 ^{ns}
	MeJA-1120	32.37 (0.90)	33.25 (1.26)	38.40 (0.94)	34.67 ^{ns}
	MeJA-2240	30.66 (1.89)	29.36 (2.50)	36.14 (1.11)	32.05 ^{ns}
	Ortalama	29.84 b**	31.20 b	37.86 a	
Chroma, C*	MeJA-0	27.14 (2.88)	31.65 (1.05)	39.66 (1.58)	32.82 ^{ns}
	MeJA-1120	33.44 (0.92)	34.06 (1.24)	39.15 (0.92)	35.55 ^{ns}
	MeJA-2240	31.56 (1.80)	30.54 (2.06)	36.91 (1.06)	33.00 ^{ns}
	Ortalama	30.71 b**	32.08 b	38.57 a	
Hue açısı, h°	MeJA-0	-65.85 (13.01)	-78.70 (01.02)	-80.54 (1.12)	-75.03 ^{ns}
	MeJA-1120	-75.82 (0.99)	-77.70 (0.70)	-79.01 (0.80)	-77.49 ^{ns}
	MeJA-2240	-76.29 (1.79)	-73.81 (4.88)	-78.77 (1.18)	-76.29 ^{ns}
	Ortalama	-72.65 ^{ns}	-76.71 ^{ns}	-79.44 ^{ns}	

$^{\xi}$: SEM (Standart hata); ^{ns}: önemli değil ($P>0.05$);
* : Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir ($P<0.05$); **: Aynı satırda aynı harfler arası fark önemsizdir ($P<0.01$).

Karaman *ve ark.* (2013), 'Fortune' erik çeşidinde, depolama süresince MeJA uygulamalarıyla renk özelliklerine (L*, C*, h°) ait değerlerinin önemli ölçüde azaldığını açıklamıştır. Depolamanın başında ve sonunda en yüksek L* değerinin 1.120 mg L^{-1} MeJA uygulamasından elde edildiğini ve kroma değerindeki azalmanın olduğunu, bu değerin diğer kontrol ve 2.240 mg L^{-1} MeJA uygulaması değerlerinden daha yüksek olduğunu, bununla beraber, Hue renk tonu değerlerinde en büyük değişikliğin yine 1.120 mg L^{-1} MeJA uygulamasıyla elde edildiğini açıklamışlardır.

Martínez-Esplá *ve ark.* (2014), 'Black Splendor (BS)' ve 'Royal Rosa (RR)' erik çeşitlerinde metil jasmonat (MeJA) uygulamasında üç farklı (0.5, 1.0 ve 2.0 mM) konsantrasyonda; 0.5 mM MeJA ile muamele edilen meyvelerin en yüksek Hue renk tonu açısı değerlerine sahip olduğunu açıklamıştır. Kucuker *ve ark.* (2014), ise, hasat öncesi metil jasmonat (MeJA) uygulamalarının, 'Black Beauty' ve 'Black Amber' erik çeşitlerine ait meyvelerin L* ve Hue açısı değerlerini önemli ölçüde azalttığını belirtmiştir.

Mekanik Özellikler

MeJA uygulamalarının meyve sap kopma direnci (FRF) üzerindeki etkisi ile M/FRF oranı üzerindeki etkisi sırasıyla istatistiksel olarak $P<0.01$ ile $P<0.05$ düzeylerinde önemliyken, erik meyvesinin meyve sertliği üzerine

etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) bulunmuştur. Sap kopma direncinin MeJA uygulaması ile önemli seviyede azalış gösterdiği belirlenmiştir. Yine M FRF^{-1} oranın yüksek MeJA dozu ile önemli seviyede arttığı saptanmıştır. Yalnızca meyve eti sertliği bakımından hasat dönemleri arasında önemli fark (P<0.01) tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Polat *ve ark*. (2006), Black Diamond Japon eriğinin meyve tutunma kuvveti ölçümlerini 24 Haziran 2006 tarihinden başlayarak 4 hafta süre ile takip etmişler, meyve tutunma kuvveti ile meyve ağırlığının değişimlerini incelemişlerdir. Meyve tutunma kuvveti ölçüme başlanıldığı tarihte 486 N iken, ölçümlerin tamamlandığı tarihrte 114 N olarak bulunmuştur. Meyve ağırlığı ise, meyve tutunma kuvvetindeki düşüş ile ters orantılı olarak zamana göre artmış olduğunu açıklamışlardır. Bu sonuca göre, 'President' çeşidi erik meyveleri için meyve sap kopma direncine (FRF) ilişkin gözlemlediğimiz sonuçlar, Polat *ve ark*. (2006)'nın sonuçlarından daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4. MeJA uygulamaları ve hasat dönemlerinden etkilenen *'President'* erik çeşidi meyvelerinin mekanik özellikleri.
Table 4. Mechanical properties of 'President' plum varieties affected by MeJA applications and harvest periods.

Mekanik özellikler	MeJA uygulaması (mg L-1)	Hasat dönemi			MeJA Ortalaması
		28 Ağustos	4 Eylül	11 Eylül	
Meyve sap kopma direnci, FRF, N	MeJA-0	16.58 (1.02)$^{\xi}$	18.57 (0.71)	22.19 (1.06)	19.113 a**
	MeJA-1120	19.03 (0.71)	18.89 (1.04)	14.04 (0.35)	17.320 b
	MeJA-2240	16.62 (0.94)	18.48 (0.58)	16.84 (0.79)	17.313 b
	Ortalama	17.410 ^{ns}	18.647 ^{ns}	17.690 ^{ns}	
Meyve sertliği, kg	MeJA-0	2.58 (0.09)	2.11 (0.05)	2.28 (0.09)	2.323 ^{ns}
	MeJA-1120	2.05 (0.06)	2.51 (0.12)	2.90 (0.12)	2.487 ^{ns}
	MeJA-2240	1.96 (0.07)	2.80 (0.09)	2.79 (0.12)	2.517 ^{ns}
	Ortalama	2.197 c**	2.473 b	2.657 a	
M/FRF	MeJA-0	4.36 (0.31)	4.11 (0.21)	3.33 (0.16)	3.933 b*
	MeJA-1120	3.67 (0.15)	4.04 (0.31)	4.70 (0.14)	4.137 ab
	MeJA-2240	4.46 (0.41)	3.99 (0.16)	4.33 (0.26)	4.260 a
	Ortalama	4.163 ^{ns}	4.047 ^{ns}	4.120 ^{ns}	

$^{\xi}$: SEM (Standart hata); **: P< 0.01); *: P< 0.05); ^{ns}: önemli değil (P> 0.05);
* : Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir (P<0.01); **: Aynı satırda aynı harfler arası fark önemsizdir (P<0.05).

MeJA uygulamalarının kontrplak, laminant, galvanizli sac ve kauçuk sürtünme yüzeylerinde elde edilen statik sürtünme katsayıları üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) bulunurken, sunta sürtünme yüzeyindeki sürtünme katsayısı üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemli (P<0.01) bulunmuştur. Hasat dönemlerinin kauçuk ve sunta yüzeydeki sürtünme katsayısı üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli (P<0.01), laminant yüzeydeki sürtünme katsayısı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli (P<0.05), kontrplak ve galvanizli sac sürtünme yüzeyleri üzerindeki sürtünme katsayısı üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) bulunmuştur.

Genel olarak, kontrplak sürtünme yüzeyi için sürtünme katsayıları MeJA dozları değişimiyle artmıştır. Kauçuk ve laminant sürtünme yüzeyleri MeJA doz uygulamaları ve hasat dönemlerine bakıldığında sırasıyla maksimum ve minimum sürtünme katsayısı değerleri vermiştir. Kauçuk yüzeyde, erik meyvenin yüzeye daha fazla tutunması sözkonusu iken, laminant yüzeyde ise parlak yüzeyinden dolayı erik meyvelerinin yüzeyde en az sürtünme oluşturduğu görülmüştür (Çizelge 5).

Esehaghbeygi *ve ark*. (2013), Ghandi, Gatretala ve Black erik çeşitlerine ait meyvelerin sürtünme katsayılarının 0.090-0.137 (fiberglas), 0.105-0.169 (galvanizli sac), 0.155-0.181 (kontrplak) ile 0.131-0.194 (kauçuk) arasında sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Altuntas *ve ark*. (2013), muşmula meyvesinin fizyolojik ve yeme olumu devreleri için sürtünme katsayılarının, kauçuk yüzeyde diğer yüzeylerden daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlara göre, 'President' erik meyvesinin sürtünme katsayıları ile ilgili gözlemlenen sonuçlarımız, Ghandi, Gatretala ve Black erik meyvesi çeşitleri için bildirilen sürtünme katsayılarından daha yüksek bulunmuştur (Esehaghbeygi *ve ark.*, 2013).

Çizelge 5. MeJA uygulamaları ve hasat dönemlerinden etkilenen *'President'* erik çeşidi meyvelerinin statik sürtünme katsayısı.
Table 5. Static friction coefficient of 'President' plum varieties affected by MeJA applications and harvest periods.

Sürtünme yüzeyleri	MeJA uygulaması (mg L^{-1})	Hasat dönemi			MeJA Ortalaması
		28 Ağustos	4 Eylül	11 Eylül	
Kauçuk	MeJA-0	0.425 (0.001) ξ	0.491 (0.065)	0.325 (0.001)	0.414 ns
	MeJA-1120	0.385 (0.001)	0.475 (0.046)	0.446 (0.036)	0.435 ns
	MeJA-2240	0.411 (0.024)	0.489 (0.046)	0.385 (0.001)	0.428 ns
	Ortalama	0.407 b**	0.485 a	0.385 b	
Kontrplak	MeJA-0	0.326 (0.033)	0.326 (0.033)	0.385 (0.041)	0.345 ns
	MeJA-1120	0.384 (0.001)	0.333 (0.047)	0.345 (0.001)	0.354 ns
	MeJA-2240	0.384 (0.023)	0.405 (0.043)	0.398 (0.024)	0.396 ns
	Ortalama	0.365 ns	0.355 ns	0.376 ns	
Laminant	MeJA-0	0.332 (0.017)	0.332 (0.017)	0.306 (0.001)	0.323 ns
	MeJA-1120	0.281 (0.022)	0.359 (0.044)	0.325 (0.001)	0.322 ns
	MeJA-2240	0.300 (0.017)	0.345 (0.001)	0.365 (0.001)	0.336 ns
	Ortalama	0.304 b*	0.345 a	0.332 ab	
Galvanizli sac	MeJA-0	0.344 (0.001)	0.345 (0.001)	0.364 (0.001)	0.351 ns
	MeJA-1120	0.385 (0.001)	0.384 (0.031)	0.345 (0.001)	0.371 ns
	MeJA-2240	0.358 (0.017)	0.364 (0.043)	0.385 (0.001)	0.369 ns
	Ortalama	0.362 ns	0.364 ns	0.365 ns	
Sunta	MeJA-0	0.424 (0.001)	0.425 (0.001)	0.345 (0.001)	0.398 b**
	MeJA-1120	0.405 (0.001)	0.445 (0.001)	0.431 (0.014)	0.427 a
	MeJA-2240	0.391 (0.018)	0.435 (0.006)	0.345 (0.001)	0.390 b
	Ortalama	0.407 b**	0.435 a	0.374 c	

ξ: SEM (Standart hata); **: P< 0.01); *: P< 0.05); ns: önemli değil (P> 0.05);
* : Aynı satırda aynı harfler arası fark önemsizdir (P<0.05); **: Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir (P<0.01).

Kimyasal Özellikler

MeJA doz uygulamalarının erik meyvesinin SÇKM ve titre edilebilir asitlik (TA) üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli (P<0.01) bulunurken, pH üzerinde MeJA doz uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) bulunmuştur. Hasat dönemlerinin SÇKM, TA ve erik meyvesinin pH'sı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli (P<0.01) olduğu saptanmıştır. Olgunlaşmanın ilerlemesi ile SÇKM ve pH değeri artmış, aksine asitlik içeriği ise önemli seviyede azalış göstermiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. MeJA uygulamaları ve hasat dönemlerinden etkilenen *'President'* erik çeşidi meyvelerinin kimyasal özellikleri.
Table 6. Chemical properties of 'President' plum varieties affected by MeJA applications and harvest periods.

Kimyasal özellikler	MeJA uygulaması (mg L^{-1})	Hasat dönemi			MeJA Ortalaması
		28 Ağustos	4 Eylül	11 Eylül	
pH	MeJA-0	3.517 (0.026)	3.673 (0.011)	3.770 (0.012)	3.653 ns
	MeJA-1120	3.560 (0.015)	3.633 (0.015)	3.767 (0.012)	3.653 ns
	MeJA-2240	3.527 (0.012)	3.623 (0.015)	3.790 (0.012)	3.647 ns
	Ortalama	3.534 c**	3.643 b	3.776 a	
Suda çözünebilir kuru madde, SÇKM, %	MeJA-0	16.633 (0.067)	15.100 (0.600)	18.433 (0.033)	16.722 a**
	MeJA-1120	15.103 (0.033)	15.433 (0.033)	16.433 (0.067)	15.657 c
	MeJA-2240	14.133 (0.067)	16.167 (0.033)	16.467 (0.033)	15.589 b
	Ortalama	15.290 b**	15.567 b	17.111 a	
Titre edilebilir asitlik, TA, g/100 g	MeJA-0	1.287 (0.019)	1.122 (0.025)	1.151 (0.021)	1.187 b**
	MeJA-1120	1.436 (0.067)	1.121 (0.020)	1.221 (0.010)	1.259 a
	MeJA-2240	1.481 (0.068)	1.171 (0.017)	1.212 (0.014)	1.288 a
	Ortalama	1.401 a**	1.138 b	1.195 c	

ξ: SEM (Standart hata); **: P< 0.01); ns: önemli değil (P>0.05);
**: Aynı satır ve sütunda aynı harfler arası fark önemsizdir (P<0.01).

Erik meyvelerinin TA değerleri, MeJA uygulamalarıyla genel olarak artış gösterirken, hasat dönemlerinin değişimine bağlı olarak düşmüştür. Kucuker *ve ark*. (2014), hasat öncesi metil jasmonat (MeJA) uygulamalarının 'Black Beauty' ve 'Black Amber' erik meyvelerinin suda çözünür kuru madde miktarını önemli ölçüde arttığını, buna karşın titre edilebilir asitlik değerlerini azalttığını açıklamıştır. Martínez-Esplá *ve ark*. (2014), 'Black Splendor (BS)' ve 'Royal Rosa (RR)' erik çeşitlerinde metil jasmonat (MeJA) uygulamasında üç farklı (0.5, 1.0 ve 2.0 mM) konsantrasyonunda toplam asitlik değerlerinin kontrollere göre genellikle daha yüksek değerler verdiğini, toplam suda çözünür kuru madde değerlerinin ise MeJA uygulamalarıyla etkilenmediğini açıklamışlardır. Buna göre erik

meyvesi için TA sonuçlarının Martínez-Esplá *ve ark*. (2014)'nin bulduğu sonuçlarla benzerlik gösterdiğini, buna karşın Kucuker *ve ark*. (2014)'nın belirttiği sonuçlarla ise farklılık gösterdiği gözlenmiştir.

SONUÇ

'President' çeşidi erik meyvesinin fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri, MeJA uygulamaları ve hasat dönemlerine göre değişiklik göstermiştir. Geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri, MeJA uygulaması değişiminde en düşük değerler 1120 mg L^{-1} MeJA uygulamasında gözlenirken, 4 Eylül hasat döneminde diğer hasat dönemlerine göre daha yüksek sonuçlar gözlenmiştir. Meyve kütlesi, meyve hacmi, meyve hacim ağırlığı ve porozite değerleri için, MeJA uygulaması değişiminde en düşük değerler 1120 mg L^{-1} MeJA uygulamasında gözlenmiştir. Meyve kütlesi, meyve hacmi, meyve hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığı değerleri, 4 Eylül hasat döneminde diğer hasat dönemlerine göre daha yüksek sonuç vermiştir. MeJA uygulamalarının erik meyvesinin *b** ve *C** renk özellikleri hasat dönemi değişimine bağlı olarak artış gösterirken, erik meyvesinin *h*° renk özelliği ise azalış göstermiştir. Erik meyvelerinin meyve sap kopma direnci, MeJA dozları artışıyla azalma eğilimi göstermiştir. Meyve sap kopma kuvveti, meyve sertliği değerleri ile M FRF^{-1} değerleri, MeJA 2240 mg L^{-1}'de, diğer MeJA dozuna göre daha yüksek bulunmuştur. Kontrplak sürtünme yüzeyi için sürtünme katsayıları MeJA dozları değişimiyle artmıştır. Erik meyvelerinin pH ve TA değerleri, MeJA uygulamalarıyla genel olarak artış gösterirken, pH ve SÇKM değerleri, hasat dönemlerinin değişimine bağlı olarak artış göstermiştir. Bu çalışmada gözlendiği gibi, MeJA ile muamele edilmiş 'President' erik çeşidi meyvelerinin fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerinin değişim gösterdiği göz önünde bulundurulduğunda, incelenen kriterlerin eriklerin hasadı ve hasat sonrası taşıma, depolama, işleme ve paketleme sürecinde göz önüne bulundurulması gerekmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar olarak çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve makale olarak yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması içerisinde olmadığımızı beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Yazarlar olarak, makalenin planlanmasında: Ebubekir Altuntaş ve Burhan Öztürk,
Çalışmanın yürütülmesinde; Ebubekir Altuntaş, Burhan Öztürk ve Onur Saraçoğlu
Çalışmanın yazımı: Ebubekir Altuntaş ve Burhan Öztürk ve Onur Saraçoğlu
Makalenin son şeklinin verilmesinde Ebubekir Altuntaş, Burhan Öztürk ve Onur Saraçoğlu olarak katkı sunulmuştur.

KAYNAKLAR

Alnıak, S. (2012). *Erik meyvesinin (Prunus cerasifera* Ehrh*.) farklı hasat dönemlerindeki bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Altuntas, E., Ozturk, B., Özkan, Y., & Yildiz, K. (2012). Physicomechanical properties and colour characteristics of apple as affected by methyl jasmonate treatments. *International Journal of Food Engineering, 8*(1).

Altuntas, E., Gul, E. N., & Bayram, M. (2013). The physical, chemical and mechanical properties of medlar (*Mespilus germanica* L.) during physiological maturity and ripening period. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, *30*(1), 33-40.

Altuntas, E., Ozturk, B., & Kalyoncu, H. I. (2018). Bioactive compounds and physico-mechanical attributes of fruit and stone of cherry laurel (*Prunus laurecerasus*) harvest at different maturity stages. *Acta scientiarum Polonorum. Hortorum cultus*, *17* (6), 75-84.

AOAC. (1984). *Official Methods of Analysis*. 14th ed. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.

Darıcı, S., & Şen, S. (2012). *Kivi Meyvesinin kurutulmasında kurutma havası hızının kurumaya etkisinin incelenmesi*. X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.

Ekrami-Rad, N., Khazaei, J., & Khoshtaghaza, M. H. (2011). Selected mechanical properties of pomegranate peel and fruit. *International Journal of Food Properties*, *14,* 570–582.

Esehaghbeygi, A., Pirnazari, K., Kamali, M., & Razavi, J. (2013). Physical, and mechanical properties of three plum varieties (*Prunus domestica* L.). *Thai Journal of Agricultural Science*, *46*(2), 95-101.

Gezer, I., Guner, M., & Dursun, E. (2000). Determination of physical and mechanical properties of some fruits and vegetables. *Turk-Koop Ekin Journal*, *13*, 70-73.

Kabas, O., & Ozmerzi, A. (2008). Determining the mechanical properties of cherry tomato varieties for handling. *Journal Texture Studies, 39*(3), 199-209.

Karaman, S., Ozturk, B., Aksit, H., & Erdogdu, T. (2013). The effects of pre-harvest application of aminoethoxyvinylglycine on the bioactive compounds and fruit quality of 'Fortune' plum variety during cold storage. *Food Science and Technology International*, *19*, 567–576.

Kilickan, A., & Guner, M. (2008). Physical properties and mechanical behaviour of olive fruit (*Olea europaea* L.) under compression loading. *Journal of Food Engineering*, *87*(2), 222–228.

Kucuker, E., Ozturk, B., Çelik, S. M., & Aksit, H. (2014). Pre-harvest spray application of methyl jasmonate plays an important role in fruit ripening, fruit quality and bioactive compounds of Japanese plums. *Scientia Horticulturae, 176*, 162-169.

Kuna-Broniowska, I., Gadyszewska, B., & Ciupak, A. (2012). Effect of storage time and temperature on poisson ratio of tomato fruit skin. *International Agrophysics, 26*, 39–44.

Martínez-Esplá, A., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., & Serrano, M. (2014). Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. 1. Improvement of fruit growth and quality attributes at harvest. *Postharvest Biology and Technology, 98*, 98-105.

McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective colour measurements. *Hort Science, 27*(12), 1254-1255.

Mohsenin, N. N. (1980). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York.

Ozkan, Y., Altuntas, E., Ozturk, B., Yildiz, K., & Saracoglu, O. (2012). The effect of NAA (1-naphthalene acetic acid) and AVG (aminoethoxyvinylglycine) on physical, chemical, colour and mechanical properties of Braeburn apple. *International Journal of Food Engineering, 8*(3).

Ozturk, I., Ercisli, S., Kalkan, F., & Demir, B. (2009). Some chemical and physico-mechanical properties of pear cultivars. *African Journal of Biotechnology*, *8*(4), 687–693.

Ozturk, B., Ozkan, Y., Altuntas, E., Yildiz, K., & Saracoglu, O. (2013). Effect of aminoethoxyvinylglycine on biochemical, physico-mechanical and colour properties of cv. 'Braeburn' apples. *Semina: Ciências Agrárias, 34*(3),1111-1120.

Öztürk, B., Özkan, Y., & Yildiz, K. (2014). Methyl jasmonate treatments influence bioactive compounds and red peel color development of Braeburn apple. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 38*(5), 688-699.

Pérez-Vicente, A., Martinez-Romero, D., Carbonell, A., Serrano, M., Riquelme, F., Guillén, F., & Valero, D. (2002). Role of polyamines in extending shelf life and the reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina* Lindl.) storage. *Postharvest Biology and Technology, 25*(1), 25–32.

Polat, R., Ülger, P., Sağlam, C., & Açar, İ. (2006). Erik ağaçlarında hasat tekniği açısından meyve tutunma kuvveti ve yaylanma rijiditesinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2*(4), 329-335.

Razavi, S. M., & Parvar, M. B. (2007). Some physical and mechanical properties of kiwi fruit. *International Journal of Food Engineering, 3*(6), 1–14.

Saracoglu, O., Ozturk, B., Yildiz, K., & Kucuker, E. (2017). Pre-harvest methyl jasmonate treatments delayed ripening and improved quality of sweet cherry fruits. *Scientia Horticulturae, 226*, 19-23.

Shin, Y., Ryu, J., Liu, J. F., Nock., & Watkins, C. B. (2008). Harvest maturity, storage temperature and relative humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity, and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology, 49*, 201–209.

Zapata, PJ., Martínez-Esplá, A.,Castillo, S., Guillén, F., Diaz-Mula, H.M., Martínez-Romero, D., Serrano, M., & Valero, D. (2014). Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. 2. Improvement of fruit growth and quality attributes at harvest. *Postharvest Biology and Technology, 98*, 115-122.