

Farklı Kısıtlı Sulama Stratejilerinin Muhafaza Süresince Braeburn Elma Çeşidinde Fenolik Bileşenlere Etkisi

Tuba SEÇMEN, Cemile Ebru ONURSAL, Cenk KÜÇÜKYUMUK,
İsa EREN, Atakan GÜNEYLİ, Özgür ÇALHAN

Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Isparta, Türkiye
secmntuba@gmail.com (Sorumlu Yazar)

Özet

Bu araştırma, M9 anacı üzerine aşılı Braeburn elma çeşidi için uygulanan farklı sulama rejimlerinin hasattan sonra depolama süresi boyunca fenolik bileşenler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada; su kısıtlaması yapılmayan uygulama (I₁), sürekli kısıtlı sulama (I₂), tam çiçeklenmeden sonra 40.- 70. günler arası kısıtlı sulama (I₃), tam çiçeklenmeden sonra 70.- 100. günler arası kısıtlı sulama (I₄), tam çiçeklenmeden sonra 100.-130. günler arası kısıtlı sulama (I₅) ve tam çiçeklenmeden sonra 130.-160. günler arası kısıtlı sulama (I₆) olmak üzere 6 farklı uygulama yapılmıştır. Meyveler optimum zamanda hasat edilerek 0°C sıcaklıkta ve % 90±5 oransal nemde 7 ay boyunca muhafaza edilmiştir. Fenolik bileşikler hasatta ve soğuk depolamanın 3., 5. ve 7. aylarında HPLC-DAD ile analiz edilmiştir. Tüm uygulamalarda başlıca fenolik bileşen epikateşin olarak bulunmuştur. Sonuçlar Braeburn elma çeşidinde fenolik bileşenlerin miktarının farklı sulama uygulamalarına ve depolama süresine göre değiştiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Elma, fenolik bileşenler, hasat sonrası, HPLC.

Effects Of Different Deficit Irrigation Strategies On Phenolic Compounds Of Braeburn Apples During Postharvest Storage

Abstract

This research was carried out to determine the effects of different deficit irrigation strategies on phenolic compounds of Braeburn apples grafted on M9 rootstock during postharvest storage. This study involves six different irrigation treatments; none deficit irrigation, I₁; continuous deficit irrigation, I₂; deficit irrigation between the 40th and 70th days after full bloom, DAFB, I₃; deficit irrigation between the 70th and 100th DAFB, I₄; deficit irrigation between the 100th and 130th DAFB, I₅; deficit irrigation between the 130th and 160th DAFB, I₆. Fruits were harvested on optimum harvest time and stored at 0°C temperature and 90±5 % relative humidity for 7 months. The phenolic compounds were quantified by HPLC-DAD at harvest, 3., 5. and 7. months of cold storage. Among all treatments, epicatechin was found as main phenolic compound. Results indicate that, amount of phenolic compounds was affected by different irrigation regimes and cold storage period for Braeburn apple variety.

Key Words: Apple, phenolic compounds, postharvest, HPLC.

1. Giriş

Fenolik bileşikler meyvelerde görünüş, aroma ve sağlığı koruyucu etkileri gibi dış ve iç kalite parametrelerini belirleyen doğal bitki sekonder metabolitlerdir. Doğal olarak oluşan bu antioksidanların, serbest radikal oluşumunu engelleyerek hücrede DNA, lipid ve proteinlerin zarar görmesini engelledikleri, yüksek kolesterolü önleyici oldukları, kanser ve kalp damar hastalıklarının oluşumunun önlenmesinde rol oynadıkları bilinmektedir.

Ayrıca meyvelerdeki fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerinin yanı sıra antimikrobiyal

etkinliğe de sahip oldukları tespit edilmiştir (Lattanzio, 2003; İrkin vd., 2008). İnsan beslenmesinde sağlık üzerine etkileri nedeniyle önemli rol oynayan fenolik bileşikler özellikle flavonoidler, antosiyaninler, flavonoller ve kateşinlerden oluşmaktadır. Elma, meyveler içerisinde flavonoidleri içeren önemli bir besin kaynağıdır (Escarpa ve Gonzales, 1998). Elmaların sahip olduğu kimyasal içerik, diğer meyve türlerinde olduğu gibi çeşit, bölge, yetiştirme teknikleri ve çevre koşullarına göre değişiklik göstermektedir (Veberic vd., 2005).

Isparta ili, dünya elma üretiminde önemli üretici

ülkeler arasında bulunan Türkiye'de, 610.838 ton üretim miktarı ile elma üretiminde ilk sırada yer almaktadır (TUİK, 2015). Bölge ekonomisi açısından çok önemli bir yere sahip olan elma üretimindeki en önemli sıkıntılardan biri sulamadır. Tarıma ayrılan suyun her geçen gün azalması (Yavuz ve Kanber, 2006), mevcut su kaynaklarımız ile daha etkin bir sulama yapabilmek ve daha fazla alan sulayabilmek için su artırımını sağlayan yaklaşımların göz önünde tutulmasını zorunlu hale getirmektedir (Ünlü vd., 2008). Meyve kalitesini olumsuz etkilemeden su kullanım etkinliğinin artırılması için yeni sulama tekniklerinin geliştirilmesi ve bölgeye adapte edilmesi büyük önem taşımaktadır (Onursal vd., 2012).

Kısıtlı sulama, damla sulama yöntemi ile sağlanan su tasarrufunu daha da arttırabilmek için geliştirilen (Ay, 2010), bitkileri bir miktar su stresine sokarak maliyeti azaltan ve geliri arttıran stratejik bir sulama tekniğidir (Gençoğlan vd., 2005). Bazı meyve türlerinde yapılan çalışmalar kısıtlı sulama uygulamalarının meyvelerdeki fenolik bileşiklerin miktarı ve antioksidan aktivite üzerine etkili olduğunu göstermiştir (Servili vd., 2007; Wan Zaliha ve Singh, 2010; Pliakoni ve Nanos, 2010). Bununla birlikte elmada yapılan çalışmalar, kısıtlı sulama uygulamalarının meyve kalitesini ve hasat sonrası dönemde depolama sırasında ürünün kalite özelliklerinin değişimini etkilediğini göstermiştir (Onursal vd., 2012).

Bu çalışmada Eğirdir koşullarında yetiştirilen Braeburn elma çeşidinde farklı dönemlerde kısıtlı sulama uygulamalarının hasat döneminde ve normal atmosfer koşullarında depolama süresince fenolik bileşiklerin bileşimi üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü parsellerinde 3.5 m x 1.5 m mesafede dikilmiş M9 anacına aşılı Braeburn elma çeşitlerinde 2010–2011 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada; su kısıtlaması yapılmayan uygulama (I_1), sürekli kısıtlı sulama (I_2), tam çiçeklenmeden sonra 40.- 70. günler arası kısıtlı sulama (I_3), tam çiçeklenmeden sonra 70.-100. günler arası kısıtlı sulama (I_4), tam çiçeklenmeden sonra 100.-130. günler arası kısıtlı sulama (I_5) ve tam çiçeklenmeden sonra 130.-160. günler

arası kısıtlı sulama (I_6) olmak üzere 6 farklı uygulama yapılmıştır. Meyveler 22 – 24 Ekim'de hasat edilerek 0°C sıcaklıkta ve %90±5 oransal nemde 7 ay boyunca muhafaza edilmiştir.

Elma örneklerinin fenolik bileşen analizleri hasatta ve soğuk depolamanın 3., 5. ve 7. aylarında HPLC (High Performans Liquid Cromotography) (Agilent Technologies, Waldbronn, Germany) ile yapılmıştır. Meyvelerde fenolik bileşiklerin tayini için örneklerin hazırlanmasında Escarpe vd. (2002), HPLC analizinde Gomes vd. (1999) tarafından geliştirilen yöntemler kullanılmıştır. Alınan meyve örnekleri iyice parçalandıktan sonra 10'ar gam tartılmış ve üzerine 0.1 g BHT (2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol) ve 15 ml ekstraksiyon çözeltisi (%80 metanol) ilave edilerek 45 dakika boyunca çalkalayıcıda çalkalanmış ve 15 dakika boyunca 15.000 rpm hızda santrifüjlenmiştir. Üst faz bir kaba alınarak alt faza tekrar 15 ml ekstraksiyon çözeltisi ilave edilip aynı işlem tekrarlanmıştır. Üst fazlar birleştirilerek Whatman No:4 filtre kâğıdından süzülmüş ve süzüntü 0.45 µm gözenek çaplı PVDF (polyvinylidene fluoride) filtreden geçirilmiştir.

Fenolik bileşiklerin ayrımında mobil faz olarak metanol (HPLC-grade) ve %3 asetik asit kullanılmıştır. Ayrım İnertsil Agilent Eclipse XDB C-18 (250x4.6 mm) 5 µm kolon ile 278 nm dalga boyunda, gradiyent akış programında (0 dk %93 A; 20 dk %72 A; 28 dk %75 A; 35 dk %70 A; 50 dk %50 A; 60 dk %58 A; 62 dk %58 A; 70 dk %50 A; 73 dk %30 A; 75 dk %20 A; 80 dk %0 A; 81 dk %93 A) 0.8 ml dk⁻¹ akış hızında gerçekleştirilmiştir. Dedektör olarak DAD dedektör kullanılmıştır. Analizde kullanılan enjeksiyon hacmi 20 µl, kolon sıcaklığı ise 30° C'dir. Katesin, klorojenik asit, epikatesin, ve kuersetin standartlarından farklı konsantrasyonlarda kalibrasyon çözeltileri hazırlanıp aynı koşullarda analizleri yapılmış ve elde edilen verilere doğrusal regresyon analizi uygulanarak, eğriyi tanımlayan eşitlik belirlenmiştir. Bu eşitlikler kullanılarak, elma meyvelerinin fenolik bileşen miktarları µg g⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Her bir fenolik bileşen, örneklere ait kromotogamdaki pikin geliş zamanı ile standartlara ait kromotogamdaki pikin geliş zamanının karşılaştırılması ile tanımlanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada tam çiçeklenmeden sonra farklı dönemlerde kısıtlı sulama uygulamalarının Braeburn elma çeşidinde hasatta ve muhafaza süresince 4 farklı fenolik bileşen miktarına etkisi incelenmiştir. Braeburn elma çeşidinde incelenen fenolik bileşenler arasında başlıca bileşenin daha önce yapılan çalışmalara benzer şekilde epikateşin, ikincil bileşenin ise kuersetin olduğu tespit edilmiştir (Burda vd., 1990). Bir diğer önemli fenolik bileşen ise literatür çalışmaları ile uyumlu olarak klorojenik asit olarak tespit edilmiştir (Kermasha vd., 1995; Escarpa vd., 1998; Schieber vd., 2001).

Braeburn elma çeşidinde hasat döneminde en yüksek kateşin miktarı ($13.29 \mu\text{g g}^{-1}$) I₃ uygulamasından, en düşük kateşin miktarı ($6.67 \mu\text{g g}^{-1}$) ise I₄ uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1). Muhafaza süresince ortalama en yüksek kateşin miktarı ($18.40 \mu\text{g g}^{-1}$) I₃ uygulamasında, en düşük ($8.74 \mu\text{g g}^{-1}$) I₆ uygulamasında tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında kateşin miktarı bakımından farklılık belirlenmiştir. Hem dönemler arasındaki fark hem de uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak $p < 0.0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (LSD dönem: 1.0247, LSD uygulama: 1.255).

Çizelge 1. Farklı sulama stratejilerinin muhafaza süresince Braeburn elma çeşidinde muhafaza süresince kateşin miktarının değişimi ($\mu\text{g g}^{-1}$) üzerine etkisi

Table 1. Effect of different deficit irrigation strategies on catechin contents ($\mu\text{g g}^{-1}$) of Braeburn apples during cold storage

Uygulama	Muhafaza Süresi (ay)				
	0	3	5	7	MSO*
I ₁	9.59	19.20	17.10	11.11	14.25 C
I ₂	12.63	20.68	16.80	15.81	16.48 B
I ₃	13.29	15.26	23.56	21.51	18.40 A
I ₄	6.67	11.30	14.36	21.20	13.38 C
I ₅	6.81	13.80	11.02	16.62	12.06 D
I ₆	9.70	10.68	10.89	8.74	10.00 E
Uyg. Ort.	9.78 b	15.15 a	15.62 a	15.83 a	

*Muhafaza Süresi Ortalaması

Çalışmada uygulamaların klorojenik asit miktarı üzerine etkisi incelendiğinde hasat döneminde en yüksek klorojenik asit miktarı ($10.60 \mu\text{g g}^{-1}$) I₆, en düşük I₁ ($5.55 \mu\text{g g}^{-1}$) uygulamasında; muhafaza süresince ise ortalama en yüksek ($20.95 \mu\text{g g}^{-1}$) I₃, en düşük ($16.87 \mu\text{g g}^{-1}$) I₁ uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 2). Uygula-

lamalar arasında klorojenik asit miktarı bakımından farklılık olduğu belirlenmiştir. Hem dönemler arasındaki fark hem de uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak $p < 0.0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (LSD dönem 0.590, LSD uygulama 0.722).

Çizelge 2. Farklı sulama stratejilerinin muhafaza süresince Braeburn elma çeşidinde muhafaza süresince klorojenik asit miktarının değişimi ($\mu\text{g g}^{-1}$) üzerine etkisi

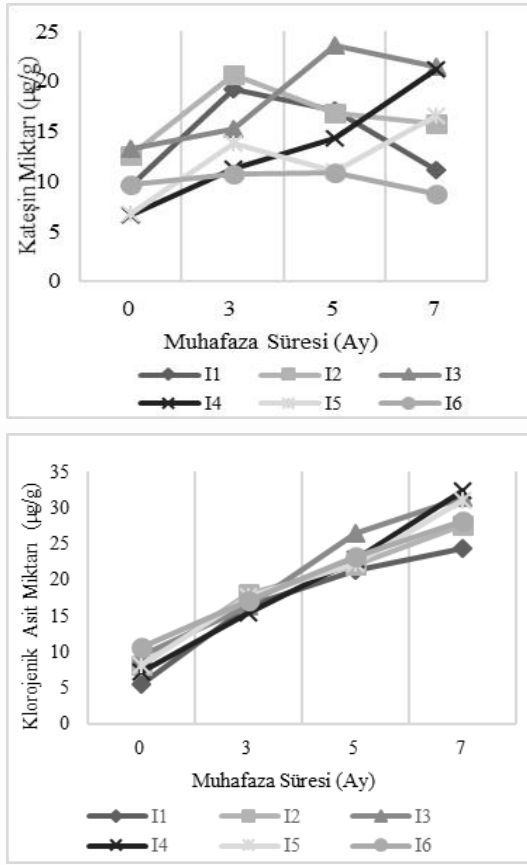
Table 2. Effect of different deficit irrigation strategies on chlorogenic acid contents ($\mu\text{g g}^{-1}$) of Braeburn apples during cold storage

Uygulama	Muhafaza Süresi (ay)				
	0	3	5	7	MSO
I ₁	5.55	16.35	21.30	24.31	16.87 D
I ₂	8.07	18.09	22.15	27.65	18.99 C
I ₃	9.40	16.38	26.53	31.51	20.95 A
I ₄	7.09	15.40	22.93	32.35	19.44 B
I ₅	8.15	17.65	22.26	31.06	19.78 BC
I ₆	10.60	17.09	23.19	28.12	19.75 B
Uyg. Ort.	8.14 d	16.83 c	23.06 b	29.17 a	

Tüm uygulamalarda kateşin miktarı muhafazanın başlangıcından sonra biraz artış göstermiş daha sonra ise hemen hemen aynı kalmıştır. Klorojenik asit miktarı ise muhafaza süresi boyunca artış göstermiştir (Şekil 1). Fenolik bileşenlerin dağılımı ve kompozisyonu olgunluk, çeşit, tarım uygulamaları, coğrafi köken, hasat sonrası, depolama koşulları ve işleme prosedürleri tarafından etkilendiği belirlenmiştir (Kim vd., 2003).

Uygulamaların epikateşin miktarı üzerine etkisi incelendiğinde hasat döneminde en yüksek epikateşin miktarı I₃ ($11.35 \mu\text{g g}^{-1}$), en düşük I₄ ($6.88 \mu\text{g g}^{-1}$) uygulamalarında gözlenmiştir (Çizelge 3). Muhafaza süresince ortalama en yüksek epikateşin miktarı I₃ ($19.68 \mu\text{g g}^{-1}$) uygulamasında en düşük ise I₁ ($15.56 \mu\text{g g}^{-1}$) uygulamasında tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında epikateşin miktarı bakımından farklılık olduğu belirlenmiştir. Hem dönemler arasındaki fark hem de uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak $p < 0.0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (LSD dönem 0.780, LSD uygulama 0.957).

Braeburn elma çeşidinde uygulamaların kuersetin miktarı üzerine etkisi incelendiğinde; hasatta en yüksek kuersetin miktarının I₃ ($10.37 \mu\text{g g}^{-1}$),



Şekil 1. Farklı sulama stratejilerinin muhafaza süresince Braeburn elma çeşidindeki kateşin ve klorojenik asit miktarlarının ($\mu\text{g g}^{-1}$) değişimi üzerine etkileri

Figure 1. Effects of different deficit irrigation strategies on catechin and chlorogenic acid contents ($\mu\text{g g}^{-1}$) of Braeburn apples during cold storage

Çizelge 3. Farklı sulama stratejilerinin muhafaza süresince Braeburn elma çeşidinde muhafaza süresince epikateşin miktarının değişimi ($\mu\text{g g}^{-1}$) üzerine etkisi

Table 3. Effect of different deficit irrigation strategies on epicatechin contents ($\mu\text{g g}^{-1}$) of Braeburn apples during cold storage

Uygulama	Muhafaza Süresi (ay)				
	0	3	5	7	MSO
I ₁	7.57	17.77	19.20	17.71	15.56 CD
I ₂	10.35	19.38	19.48	21.73	17.74 B
I ₃	11.35	15.82	25.04	26.51	19.68 A
I ₄	6.88	13.35	18.65	26.78	16.41 C
I ₅	7.48	15.72	16.64	23.84	15.92 C
I ₆	10.15	13.88	17.04	18.43	14.88 D
Uyg. Ort.	8.96 d	15.99 c	19.34 b	22.50 a	

en düşük I₁ ($6.56 \mu\text{g g}^{-1}$) uygulamalarında olduğu belirlenmiştir. Muhafaza süresince ise ortalama kuersetin miktarı en yüksek I₃ ($20.32 \mu\text{g g}^{-1}$), en düşük I₁ ($16.22 \mu\text{g g}^{-1}$) uygulamalarında tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında kuersetin miktarında farklılık belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı sulama stratejilerinin muhafaza süresince Braeburn elma çeşidinde muhafaza süresince kuersetin miktarının değişimi ($\mu\text{g g}^{-1}$) üzerine etkisi

Table 4. Effect of different deficit irrigation strategies on quercetin contents ($\mu\text{g g}^{-1}$) of Braeburn apples during cold storage

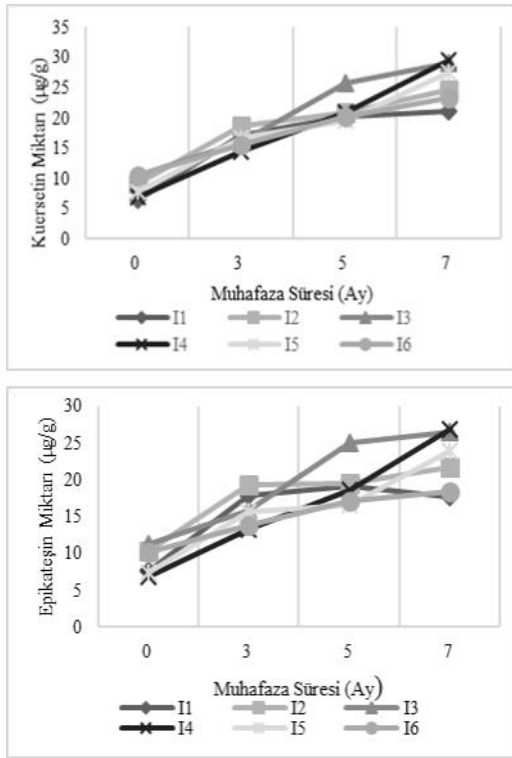
Uygulama	Muhafaza Süresi (ay)				
	0	3	5	7	MSO
I ₁	6,56	17,06	20,25	21,01	16,22D
I ₂	9,21	18,74	20,82	24,69	18,36B
I ₃	10,37	16,10	25,78	29,01	20,32A
I ₄	6,98	14,38	20,79	26,56	17,93BC
I ₅	7,82	16,69	19,45	27,45	17,85BC
I ₆	10,38	15,49	20,12	23,27	17,31C
Uyg. Ort.	8.55 d	16,41 c	21,20b	25,83	

Hem dönemler arasındaki fark hem de uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak $p < 0.0001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (LSD dönem 0.676, LSD uygulama 0.829).

Muhafaza süresince tüm uygulamalarda epikateşin, klorojenik asit ve kuersetin miktarlarının arttığı tespit edilmiştir (Şekil 2). Muhafaza periyodu boyunca Fenolik bileşen miktarında değişiklik gözlenmiştir (Burda vd., 1990).

4. Sonuç

Yapılan bu çalışmada Braeburn elma çeşidinde tam çiçeklenmeden sonra farklı dönemlerde yapılan kısıtlı sulama uygulamalarının fenolik bileşen miktarını değiştirdiği tespit edilmiştir. Hasatta ve muhafaza süresince ortalama olarak en fazla fenolik bileşen miktarı tam çiçeklenmeden sonra 40.- 70. günler arası kısıtlı sulamada (I₃), en az fenolik bileşen miktarı ise su kısıtlısı yapılmayan uygulamada (I₁) elde edilmiştir. Fenolik bileşen içeriği muhafaza süresince dalgalanmakla birlikte genel olarak bir artış tespit edilmiştir.



Şekil 2. Farklı sulama stratejilerinin muhafaza süresince Braeburn elma çeşidindeki epikateşin ve kuersetin miktarlarının ($\mu\text{g g}^{-1}$) değişimi üzerine etkileri
Figure 2. Effects of different deficit irrigation strategies on epicatechin and quercetin contents ($\mu\text{g g}^{-1}$) of Braeburn apples during cold storage

Kaynaklar

Ay Z, 2010. Kısıtlı Sulama ve Yarı İslatmalı Sulama Uygulamalarının M9 Anaçlı Starking Delicious Elma Çeşidinde Verim ve Kaliteye Etkilerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

Burda S, Oleszek W, Lee CY, 1990. Phenolic Compounds and Their Changes in Apples during Maturation and Cold Storage, *J. Agric. Food Chem.*, 38, 945-948.

Escarpa A, Gonzalez MC, 1998. High-Performance Liquid Chromatography With Diode-Array Detection for the Determination of Phenolic Compounds in Peel and Pulp From Different Apple Varieties. *Journal of Chromatography A*, 823, 331-337.

Escarpa A, Morales MD, Gonzalez MC, 2002. Analytical Performance Of Commercially Available And Unavailable Phenolic Compounds Using Real Samples By High-Performance Liquid Chromatography-Diode-Array Detection. *Analytica Chimica Acta*, 460, 61-72.

Gençoğlan C, Gençoğlan S, Akbay C, Uçan K, 2005. Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus L.*) Kısıtlı Sulama Analizi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 8 (1):138-144.

Gomes T, Caponio F, Alloggio V, 1999. Phenolic Compounds of Virgin Olive Oil: Influence Of Paste Preparation Techniques. *Food Chemistry*, 64, 203-209.

İrkin R, Ertürk Ü, Korukluoğlu M, 2008, Meyvelerdeki Fenolik Bileşiklerin Sağlık Yönünden Önemi. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.

Kermasha S, Goetghebeur M, Dumod J, Couturec R, 1995. Analyses of phenolic and furfural compounds in concentrated and non-concentrated apple juices, *Food Research International*, Vol. 28, No. 3, pp. 245-252.

Kim D, Jeong SW, Lee CY, 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry* 81: 321-326.

Lattanzio V, 2003. Bioactive Polyphenols: Their Role in Quality and Storability of Fruit and Vegetables. *J Appl Bot* 77:128-146.

Oleszek W, Lee CY, Jaworski AW, Price KR, 1998. Identification of Some Phenolic Compounds in Apples. *J. Agric. Food Chem.*, 36: 430-432.

Onursal CE, Çalhan Ö, Ay Z, Eren İ, Güneylı A, Küçükyumuk C, 2012. Kısıtlı Sulama ve Yarı İslatmalı Sulama Uygulamalarının Starking Delicious Elma Çeşidinin Soğukta Muhafazası Üzerine Etkileri. *Bahçe Bilimi Yayın No: 3, S: 39-45.*

Pliakoni ED, Nanos GD, 2010. Deficit Irrigation and Reflective Mulch Effects on Peach and Nectarine Fruit Quality and Storage Ability. *Acta Hort. (ISHS)* 877:215-222.

Schieber A, Keller P, Carle R, 2001. Determination of phenolic acids and flavonoids of apple

and pear by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 910: 265-273.

Servili M, Esposito S, Lodolini E, Selvaggi R, Taticchi A, Urbani S, Montedoro G, Serravalle M, Gucci R, 2007. Irrigation Effects on Quality, Phenolic Composition, and Selected Volatiles of Virgin Olive Oils Cv. Leccino. *J. Agric. Food Chem.* 55: 6609-6618.

Suarez Valles B, Santamaria Victorero J, Mangas Alonso J, Blanco Gomis D, 1994. High-Performance Liquid Chromatography of the Neutral Phenolic Compounds of Low Molecular Weight in Apple Juice. *J. Agric. Food Chem.* 42: 2732-2736.

TUİK, 2015. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>. Erişim Tarihi: 23.02.2015

Ünlü M, Kanber R, Kapur B, Koç K, Tekin S, 2008. Tarımsal Sulamada Su Artırımı: Kısıtlı Sulama Yaklaşımı. 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları. Sulama-Drenaj Konferansı Bildiri Kitabı. S: 81-95.

Veberic R, Trobec M, Herbinger K, Hofer M, Gill D, Stampar F, 2005. Phenolic compounds in some apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars of organic and integrated production. *J Sci Food Agric* 85:1687-1694.

Wan Zaliha WS, Singh Z, 2010. Impact of Regulated Deficit Irrigation on Fruit Quality and Postharvest Storage Performance of 'Cripps Pink' Apple. *Acta Hort. (ISHS)* 877:155-162

Yavuz MY, Kanber R, 2006. Farklı Sulama Düzeyleri ile Son Sulama Zamanının Pamuk verimi ve Su Kullanımına Etkisi. *HR. Ü. ZF. Dergisi.* 10(3/4): 23-33.

