

Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Narın Bazı Fonksiyonel Özellikleri

Muharrem GÖLÜKCÜ^{1*}, Nazmi DİNÇ¹

¹Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü-Antalya *muhammed.golukcu@tarimorm.gov.tr (Sorumlu Yazar)

Özet

Meyve ve sebzelerin bileşimi yetiştirme tekniklerine göre önemli oranda farklılık gösterebilmektedir. Bu araştırma, farklı sulama uygulamalarının narın beslenme açısından bazı fonksiyonel özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında ana konu olarak iki sulama aralığı (D) ve alt konu olarak dört sulama düzeyi (K) uygulamasının meyvenin toplam fenolik madde ve antosiyanin içeriği üzerine etkisi araştırılmıştır. Narın antosiyanin içeriği üzerine DxK interaksiyonunun önemli etkisi varken toplam fenolik madde içeriği üzerine sadece sulama düzeyinin önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin antosiyanin içeriği 173.2-325.4 mg L⁻¹ aralığında, toplam fenolik madde içeriği de 1007.0-2669.8 mg L⁻¹ aralığında değişim göstermiştir. Elde edilen veriler narın toplam fenolik madde ve antosiyanin içeriği gibi fonksiyonel özellikleri üzerine sulama uygulamasının etkili olduğunu göstermiştir. Bu durum sulama uygulamalarında ürün fonksiyonel özelliklerinin de değerlendirilmesinin yararlı olacağını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Punica granatum*, damla sulama, antosiyanin, fenolik madde

Some Functional Properties of Drip Irrigated Pomegranate

Abstract

The composition of fruits and vegetables may vary considerably according to cultivation techniques. This research was carried out to determine different irrigation applications on some functional properties of pomegranate. In this study, the effects of two irrigation intervals (D) and four irrigation levels (K) were investigated on total anthocyanin and phenolic content of pomegranate. As a result, while DxK interaction had significant effect on anthocyanin content, only irrigation level had significant effect on total phenolic content of the samples. The anthocyanin content of the samples varied between 173.2-325.4 mg L⁻¹ and total phenolic content ranged from 1007.0 mg L⁻¹ to 2669.8 mg L⁻¹ with respect to irrigation applications. The data obtained showed that some functional properties of pomegranate, such as total phenolic and anthocyanin content, could be varied significantly from different irrigation applications. These finding shows that it is useful to evaluate the functional parameters of the pomegranate as well as the basic parameters to determine efficiency of irrigation application.

Keywords: *Punica granatum*, drip irrigation, anthocyanin, phenolic compound

1. Giriş

Nar (*Punica granatum* L.) dünyada tropik ve subtropik bölgelerde yetiştirilmektedir (Onur, 1988, Yılmaz, 2007). Nar ürünlerinin üretim ve tüketimdeki artış bu tip ürünlerin sağlıklı beslenme açısından önemlerinin anlaşılmasına paralel olarak devam etmektedir (Viuda-Martos, 2010; Smith, 2014; Cano-Lamadrid vd., 2019).

Dünyada nar üretimi yapan en önemli ülkeler; Çin (1.2 milyon ton), İran (1 milyon ton), Hindistan (743 bin ton) ve Türkiye'dir (383 bin ton). Dünya nar üretiminin 2014 yılı için 3.5 milyon tonun üzerinde olduğu bildirilmektedir (Gözlekçi, 2014). Türkiye'nin toplam nar üretimi 2000 yılında 59 bin ton iken bu miktar yıllar itibarıyla artarak 2016 yılında 465200 tona ulaşmıştır. Türkiye'de nar yetiştiriciliği için Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri diğer bölgelere göre daha uygundur. Antalya,

Türkiye'de nar üretimin en fazla yapıldığı il olup 2016 yılında 111041 ton üretim yapılmıştır (TUİK, 2019). Nar ürünlerinin üretim ve tüketimdeki artış bu tip ürünlerin sağlıklı beslenme açısından önemlerinin anlaşılmasına paralel olarak devam etmektedir (Viuda-Martos, 2010; Smith, 2014; Cano-Lamadrid vd., 2019). Nara olan talebin artmasıyla birlikte ıslah ve kültürel uygulamalar üzerine yapılan çalışmalarda da artış olmuştur (Yılmaz vd., 1995; Özkan, 2011; Holland ve Bar-Ya'akov, 2018). Bu uygulamalardan birisi de sulamadır (Korkmaz, 2011; Noitsakis vd., 2016; Dinc vd., 2018). Suyu etkin kullanabilmek için su tasarrufu sağlayan sulama yöntemlerine (damla, yağmurlama) yer verilmesi giderek önem kazanmaktadır (Kanber, 1997). Sulama yöntemlerinden birisi olan damla sulama yöntemiyle daha az su uygulanması nedeniyle topraktaki gübre ve bitki besin maddelerinin yıkanarak

derine sızması ve buna bağlı olarak çevre kirliliği önlenmektedir. Bu sulama yöntemi, tarımsal üretimde yabancı otların denetimini sağlayarak ekili alanlarda meydana gelen su kaybı azalmaktadır (Hill ve Keller, 1980).

Narda sulama suyu miktarı ile verim ve kalite arasında ilişki bulunduğu belirtilmektedir. Artan su miktarı ile birlikte meyve veriminin arttığı ancak başta meyve kabuğunda çatlaklar olmak üzere fonksiyonel özelliklerinde de azalmalar olabildiği belirtilmektedir (Khattab vd., 2011a, b). Galindo vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada da kısıtlı su uygulamasının (0,33) verimde azalmaya, olgunlaşma süresinde kısaltmaya, toplam fenolik madde miktarında az da olsa artışa, antosiyanin içeriğinde ise herhangi bir değişime neden olmadığı tespit edilmiştir. Pena-Estevez vd. (2016) tarafından Mollar de Elche çeşidinde kontrol olarak tam sulama (1,00) ve kontrole göre %78 azaltılmış olmak üzere iki farklı sulama seviyesinin meyve kalitesi üzerine etkisi araştırılmış. Çalışma bulguları hasat edilen taze meyvelerde toplam fenolik madde ve antosiyanin içeriğinin kontrol örneğinde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Mellisho vd. (2012) tarafından narda farklı sulama düzeylerinin meyvenin renk, mineral madde, suda çözünür kuru madde, asitlik gibi bazı kalite özellikleri üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Hindistan'da yürütülen bir diğer çalışmada da yarı kurak bölgede sulama sıklığının bitki yaprak besin elementleri ile birlikte verim değerleri üzerine etkisi araştırılmış ve birer günlük aralıklarla sulamanın bu anlamda daha başarılı sonuç verdiği tespit edilmiştir (Marathe vd., 2018). Mena vd. (2012) tarafından yürütülen çalışmada da farklı su kısıtı uygulamalarının narın renk ve bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine olan etkisi çalışılmıştır. Ülkemizde, nar konusunda sulama ile ilgili araştır-

7.50-7.80 aralığında olup farklı derinliklerdeki bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırmada kullanılan sulama suyu derin kuyudan sağlanmış olup sulama suyuna ilişkin bazı özellikler Çizelge 2'de verilmiştir. Uzun yıllar iklim verilerine göre (1950-2015) araştırma alanının toplam yağış miktarı 1132.9 mm, ortalama sıcaklık değeri 18.2 °C, yıllık toplam buharlaşma miktarı 1913.5 mm ve ortalama oransal nem miktarı %63'tür. Denemenin yürütüldüğü yıllara ait (2014-2015) yağış, sıcaklık ve oransal nem değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Yöntem

Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her deneme parseli üç sıradan oluşturulmuş ve her sırada 6 ağaç yer almıştır. Kenarlardan birer sıra kenar tesiri olarak değerlendirilmiş ve her parselde ortada kalan 4 ağaç hasat edilerek analizlerde kullanılmıştır. Çalışmada ana konuları sulama aralığı, alt konular ise sulama düzeyleri oluşturmuştur. Sulama aralıkları 3 (D₁) ve 6 gün (D₂) olarak belirlenmiş, sulama düzeyleri ise Class A Pan kabından olan buharlaşmaların K₁:0.50, K₂:0.75, K₃:1.00 ve K₄:1.25 katsayıları ile çarpılmasıyla elde edilmiştir. Islatılan alan oranı %40 alınarak sulama suyu miktarları buna göre hesaplanmıştır. Damlatıcı debisi 4 litre/saat, damlatıcı aralığı 50 cm olarak belirlenmiş ve her ağaç sırasına iki lateral hattı çekilmiştir. Sulama suyu miktarları ve bitki su tüketim miktarları James (1988)'e göre hesaplanarak belirlenmiştir.

Meyvenin çeşide özgü renk ve iriliğini aldığı, kaliks segmentlerinin dışarıya doğru açıldığı, meyve üzerindeki erkek organ ipçiklerinin kuruduğu dönemde (10-15 Ekim) hasat edilen meyveler analizlerin yapımında kullanılmışlardır.

Çizelge 1. Araştırma alanına ait toprakların farklı derinliklerdeki (cm) bazı özellikleri

Derinlik	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	CaCO ₃ (%)	EC dS m ⁻¹	TK (%)	SN (%)	HA (g cm ⁻³)
0-30	29.18	21.24	49.58	24.0	0.633	24.04	12.78	1.35
30-60	32.65	17.28	50.07	29.7	0.443	23.52	12.81	1.30
60-90	36.59	15.25	48.17	30.1	0.380	21.67	11.30	1.32
90-120	36.96	15.16	47.88	32.0	0.380	21.14	11.95	1.30

Çizelge 2. Sulama suyuna ilişkin bazı özellikleri (me L⁻¹)

Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	pH	EC (dS m ⁻¹)	Sınıf
0.49	0.05	4.23	1.85	0.0	5.03	0.53	1.06	7.3	0.561	C ₂ S ₁

malara rastlanılamamıştır. Bu doğrultuda, çalışmada sulama sıklığı ve sulama suyu miktarı ile narın bazı kalite parametreleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırma, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Aksu-Antalya Yerleşkesi arazisinde 2014-2015 yılları arasında yürütülmüştür. Çalışma da bitkisel materyal olarak 6 yaşında, 4x3 m dikim mesafesinde bulunan Hicaznar çeşidi kullanılmıştır. Araştırma alanı toprakları tınlı (L) bünyeye sahip ve pH değeri

Hasat edilen meyvelerden presleme yoluyla elde edilen meyve suları 5000 rpm'de 10 °C'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilerek berraklaştırılan örneklerin suda çözünür kurumadde miktarları (SÇKM) dijital refraktometre (A. Krüss Optronic GmbH, DR6000, Almanya) ile 20°C'de ölçülmüştür. Örneklerin toplam antosiyanin miktarı analizi pH diferansiyel metoduna göre yapılmıştır. Bu amaçla örnekler iki farklı tampon çözeltisi (pH değeri 1.0 (0.025 M potasyum klorid) ve 4.5 (0.4 M sodyum asetat) olan) içerisinde seyreltilmiştir. Elde edilen bu örneklerin absorbanları UV-Vis spektrofotomet-

Çizelge 3. Araştırma alanına ait iklim verileri.

Yıllar	İklim Ögeleri	Aylar											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2014	Yağış, mm	111.0	47.4	76.4	41.0	27.2	0.0	0.0	5.4	20.0	120.2	39.4	125.8
	Oransal nem, %	83.3	76.3	70.4	75.4	73.4	57.9	68.9	71.6	67.3	66.8	68.8	81.0
	Ort, Sıcaklık, °C	11.2	11.4	13.5	16.6	20.2	25.3	27.5	28.4	25.0	20.1	14.0	13.3
	Mak, Sıcaklık, °C	17.4	18.5	19.9	22.7	25.9	32.1	33.1	34.8	31.1	26.9	21.3	18.4
	Min, Sıcaklık, °C	6.4	5.3	7.4	10.2	14.3	18.0	21.3	22.3	19.4	14.1	9.4	9.8
2015	Yağış, mm	156.2	90.0	69.8	22.0	46.0	5.0	1.0	0.0	33.3	102.8	34.9	4.2
	Oransal nem, %	76.2	69.1	71.1	62.7	69.2	68.8	66.6	68.2	77.0	70.0	65.0	61.0
	Ort, Sıcaklık, °C	9.7	11.1	13.2	15.5	21.3	23.8	27.7	28.6	25.0	21.1	15.7	10.7
	Mak, Sıcaklık, °C	14.7	15.7	19.2	22.1	34.5	38.2	41.3	42.2	41.3	32.4	28.4	24.4
	Min, Sıcaklık, °C	5.9	7.2	8.3	9.1	11.0	15.6	16.4	16.8	16.0	9.4	5.2	0.9

rede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) 520 nm ve 700 nm ölçülerek toplam antosiyanin miktarı siyanidin-3-glukozit cinsinden hesaplanmıştır (AOAC, 2005). Örneklerin toplam fenolik madde miktarı belirlemek amacıyla da örnekten 100 ml alınıp üzerine 900 ml saf su, 5 ml 0.2 N Folin-Ciocalteu reaktifi ve 4 ml Na₂CO₄ çözeltisi (75 g L⁻¹) ilave edilerek iyice karıştırılıp 2 saat beklenmiştir. Bu süre sonunda karışımın absorbans değerlerinin spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda okunmasıyla toplam fenolik madde miktarı tespit edilmiş ve sonuçlar gallik asit cinsinden hesaplanmıştır (Spanos ve Wrolstad, 1990). Araştırma bulgularına ait verilerin varyans analizi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi analizleri Yurtsever (1984)'e göre yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma kapsamında hesaplama yoluyla belirlenen sulama suyu ve bitki su tüketim miktarları Çizelge 4'te verilmiştir. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları uygulamalar göre 188-456 mm, bitki su tüketim miktarları da 570-793 mm aralığında değişim göstermiştir.

Çalışma kapsamında öncelikle örneklerin temel kalite parametrelerinden birisi olan ve meyve olgunluk durumunu da gösteren SÇKM miktarları belirlenmiştir. Örneklerin SÇKM değerleri %16.3-17.2 aralığında değişmiş göstermiş olup yapılan varyans analizleri sonucu sulama uygulamalarının SÇKM miktarları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı göstermiştir. Turgut ve Seydim (2013) tarafından 5 adet nar çeşidi ve 6 adet nar genotipi üzerine yapılan çalışmada SÇKM %14.9-16.6; Gölükcü vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada da %15.85-17.10 aralığında tespit edilmiştir. Bulgularımız literatür ile benzerlikler göstermektedir.

Nar suyunda tüketici tercihinde belirleyici en önemli parametrelerden birisi kırmızı rengidir. Bu

renk siyanidin-3-glukozit, delfinidin-3-glukozit, pelargonidin-3-glukozit, siyanidin-3-5-diglukozit, delfinidin-3-5-diglukozit ve pelargonidin-3-5-diglukozit antosiyaninlerinin miktarlarına göre değişmektedir (Du vd., 1975; Hernandez vd., 1999). Nara kırmızı rengini veren antosiyanler içerisinde en fazla bulunan bileşen siyanidin-3-glukozit olup örneklerin toplam antosiyanin içeriği bu antosiyanin cinsinden belirlenmiştir. Nara en önemli fonksiyonel özelliklerinden birisi olan antosiyaninlerin miktar ve bileşimi birçok faktörden etkilenebilmektedir.

Araştırma kapsamında yapılan farklı sulama uygulamaları ve yıllara göre örneklerin ortalama toplam antosiyanin içerik değişimleri Çizelge 5'te verilmiştir. Her iki yılda da örneklerin antosiyanin içeriği üzerine DxK interaksyonun etkisi önemli olmuştur. Antosiyanin içerikleri 2014 yılında hasat edilen örneklerde 173.2-313.2 mg L⁻¹ aralığında değişim gösterirken, 2015 yılında hasat edilen örneklerde 197.6 mg L⁻¹ ile 325.4 mg L⁻¹ aralığında değişim göstermiştir. Bitkisel ürünlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri yıllara göre farklılık gösterebilmektedir. Bu durum bitkinin yaşı, yıllık iklimsel verilerdeki farklılıklar gibi birçok faktörden ileri gelebilmektedir (Cemeroğlu vd., 2001). Ortalama değerler üzerinden bir değerlendirme yapıldığında 2014 yılı için altı günde bir sulama yapılan örneklerin toplam antosiyanin içeriği (240.3 mg L⁻¹), üç günde bir sulanan örneklerin antosiyanin içeriğinden daha yüksek olmuştur. Bu durum 2015 yılında da benzer şekilde gerçekleşmiştir. Sulama düzeyi miktarları üzerinden bir değerlendirme yapıldığında da azalan oranlarda yapılan sulama ile birlikte örneklerin antosiyanin içeriğinde bir artış olduğu görülmüştür. Her iki yıl içinde en yüksek antosiyanin içeriğine sahip örnek altı günde bir ve 0.50 (K₁) düzeyinde yapılan sulama uygulamasından elde edilmiştir. İstatistiksel

Çizelge 4. Deneme konularına göre sulama suyu ve bitki su tüketim miktarları (mm)

Yıllar	Mevsimlik ET	D ₁ (3 gün)				D ₂ (6 gün)			
		K ₁ (0.50)	K ₂ (0.75)	K ₃ (1.00)	K ₄ (1.25)	K ₁ (0.50)	K ₂ (0.75)	K ₃ (1.00)	K ₄ (1.25)
2014	Sulama suyu (I)	208	291	373	456	208	291	373	456
	Bitki su tüketimi (ET)	575	651	721	782	570	630	701	775
2015	Sulama suyu (I)	188	264	339	415	188	264	339	415
	Bitki su tüketimi (ET)	592	662	728	793	593	658	725	791

Çizelge 5. Farklı sulama uygulamalarına göre narın toplam antosiyanin içeriği (mg L⁻¹)

Yıllar	Sulama Aralığı	K ₁ (0.50)	K ₂ (0.75)	K ₃ (1.00)	K ₄ (1.25)	Ortalama
2014	D1	225.2a	218.9a	214.8a	231.4a	222.6
	D2	313.2a	232.5b	242.1b	173.2c	240.3
	Ortalama	269.2	225.7	228.4	202.3	
2015	D1	248.0a	231.2a	229.0a	197.6b	226.5
	D2	325.4a	285.7b	239.4b	250.5c	275.2
	Ortalama	286.7	258.4	234.2	224.1	

D(Gün): **, K (Sulama Düzeyi): **, DxK: *

ÖD, *, **, Sırasıyla Önemli değil ve P%5, P%1 hata düzeyinde istatistikî önemli

Çizelge 6. Sulama uygulamalarına göre narın toplam fenolik madde içeriği (mg L⁻¹)

Yıllar	Sulama Aralığı	K ₁ (0.50)	K ₂ (0.75)	K ₃ (1.00)	K ₄ (1.25)	Ortalama
2014	D ₁	1114.8	1089.9	1069.0	1051.2	1081.2
	D ₂	1149.5	1154.3	1125.8	1007.0	1109.1
	Ortalama	1132.1a	1122.1a	1097.4ab	1029.1b	
2015	D ₁	2509.1	2425.3	2431.4	2224.5	2397.6
	D ₂	2669.8	2409.8	2268.5	2281.3	2407.3
	Ortalama	2589.4a	2417.5ab	2349.9b	2252.9b	

D(Gün): ÖD, K (sulama Düzeyi): *, DxK: ÖD

ÖD, *, **, Sırasıyla Önemli değil ve P%5, P%1 hata düzeyinde istatistikî önemli

tiki veriler üzerinden bir değerlendirme yapıldığında, 2014 yılı için üç günde bir sulama yapılan örnekler için her dört sulama düzeyi de aynı grup içerisinde yer almıştır. Aynı yıl altı günde bir sulanan örneklerin farklı sulama düzeyleri arasında ise önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bu grup içerisinde en yüksek antosiyanin içeriğine en düşük düzeyde sulanan, en düşük antosiyanin içeriğine de en yüksek düzeyde sulanan örnek sahip olmuştur. 2015 yılı örneklerinde de buna benzer sonuçlar alınmıştır.

Sepulveda vd. (2010) tarafından Şili'de sekiz nar genotipi üzerine yapılan çalışmada narın toplam antosiyanin içeriğinin siyanidin-3-glukozit cinsinden 168-1328 mg L⁻¹ aralığında değişim gösterdiği saptanmıştır. Goomez-Caravaca vd. (2013) tarafından 12 çeşit ve 5 klon üzerine yapılan çalışmada ise örneklerin antosiyanin içeriğinin 110-1925 mg L⁻¹ gibi geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. İran'da 15 nar çeşidi üzerine yürütülen bir diğer çalışmada da narın toplam antosiyanin içeriğinin 15.01-252.22 mg L⁻¹ aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Alighourchi vd., 2008). Farklı sulama seviyelerinin narın antosiyanin içeriği üzerine etkisi konusunda da bazı çalışmalar yapılmıştır. Galindo vd (2014) tarafından yapılan çalışmada kontrol olarak tam sulama (1,05) ve kısıtlı sulama yapılan (0,33) uygulamalardan elde edilen narların toplam antosiyanin içerikleri arasında istatistikî olarak bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Laribi vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada da Molar de Elche nar çeşidinde kontrol olarak tam sulama (1,0), %50 kısıtlı sulama (0,50) ve meyve tutumu, meyve gelişimi ve olgunlaşma aşaması olmak üzere üç farklı dönemde %25 kısıtlı sulama (0,25) uygulaması yapılmış ve en yüksek antosiyanin içeriği meyve gelişimi döneminde 0,25 kısıtlı sulama uygulamasından elde edilmiştir. Mena vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada ise %75, %43 ve %12 olmak üzere

üç farklı sulama düzeyine göre Molar de Elche nar çeşidinin antosiyanin içeriğindeki değişim araştırılmıştır. Örnekler içerisinde en yüksek antosiyanin içeriğine sahip olan 78.0 mg L⁻¹ ile %43 düzeyinde sulanan örnek sahip olmuş, bunu 70.7 mg L⁻¹ ile %75 düzeyinde sulanan ve 17.6 mg L⁻¹ ile de %12 düzeyinde sulanan örnek takip etmiştir. Bu veriler belli bir düzeye kadar sulama suyunda azalmanın örneğin antosiyanin içeriğinde artışa neden olduğunu göstermektedir. Bulgularımız bu anlamda literatür verileri ile benzerlik göstermektedir. Ancak rakamsal olarak bulgularımız bu verilerden daha yüksektir. Bunun da başta çeşit olmak üzere, bölge, iklim ve toprak yapısı gibi faktörlerden ileri gelebileceği düşünülmektedir. Nitekim literatür verileri bu anlamda geniş bir varyasyonun olduğunu göstermektedir.

Nar suyunun fonksiyonelliği toplam fenolik madde içeriği ile doğrudan ilişkilidir. Çalışma kapsamında yapılan sulama uygulamaları ve yıllara göre örneklerin ortalama toplam fenolik madde miktarlarındaki değişimler Çizelge 6'da verilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarlarında yıllar arasında önemli farklılıklar görülmüştür. Bitkisel ürünlerin verim yanında beslenme özelliklerinde de yıllara göre farklılıklar görülebilmektedir. Bu durumun bitkinin yaşı, yıllık iklimsel veriler, hasat zamanındaki farklılıklar gibi birçok faktörden ileri gelebileceği düşünülmektedir. Örneklerin toplam fenolik madde içeriği üzerine sulama düzeylerinin etkisi önemli iken, sulama aralığı ve sulama aralığı x sulama düzeyi interaksyonunun etkisi önemsiz düzeyde kalmıştır. Her iki yılda da sulama düzeyindeki azalmayla birlikte örneklerin toplam fenolik madde miktarında artış meydana gelmiştir. 2014 yılı örneklerinde en düşük düzeyde sulanan örneğin toplam fenolik madde içeriği ile en fazla düzeyde sulanan örneğin toplam fenolik madde içeriği arasında %10'luk bir fark olduğu görülmüştür. 2015 yılı ör-

nekleri için bu fark benzer şekilde %11 düzeyinde gerçekleşmiştir. Her iki yılda da en yüksek ortalama toplam fenolik madde içeriğine sahip örnek 0.50 (K₁) düzeyinde sulanan örnek olmuştur. Bu durum toplam antosiyanin içeriğinde de benzer şekilde gerçekleşmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde içeriklerindeki farklılık sulama aralıklarına göre istatistiksel olarak önemsiz düzeyde kalmıştır. Bu anlamda altı günde bir sulanan örneklerin toplam fenolik madde içeriği rakamsal olarak üç günde bir sulanan örneklerden az da olsa daha yüksek bulunmuştur.

Tezcan vd. (2009) tarafından piyasada satışa sunulan yedi farklı nar suyunun toplam fenolik madde içeriği analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında analiz edilen örneklerin toplam fenolik madde içeriklerinin 144-10086 mg L⁻¹ gibi geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Sepulveda vd. (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da sekiz nar genotipine ait örneklerin toplam fenolik madde içeriğinin 676 mg L⁻¹ ile 1280 mg L⁻¹ aralığında değiştiği belirlenmiştir. Borochoy-Neori vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada da narın çeşit, hasat zamanı ve yetiştirildiği bölgeye göre toplam fenolik madde içeriğinin 948 mg L⁻¹ ile 1740 mg L⁻¹ aralığında değişim gösterdiği rapor edilmiştir. Goomez-Caravaca vd. (2013) tarafından 12 çeşit ve 5 klon üzerine yapılan çalışmada da narın toplam fenolik madde içeriğinin 580.8-2551.3 mg L⁻¹ aralığında dağılım gösterdiğini saptamışlardır. Sulama düzeylerinin narın fenolik madde içeriği üzerine etkisi konusunda yapılan bir çalışmada %75, %43 ve %12 (ET₀) olmak üzere üç farklı sulama düzeyinin narın toplam fenolik madde içeriği üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Örnekler içerisinde en yüksek toplam fenolik içeriğine sahip olan 3554.9 mg L⁻¹ ile %75 düzeyinde sulanan örnek olurken, en düşük olan örnek ise 1938.7 mg L⁻¹ ile %43 düzeyinde sulanan olmuştur (Mena vd., 2012). Bulgularımız, sulama konusunda yapılan çalışmadan elde edilen bulgulardan ise farklılıklar göstermiştir. Bunun başta çeşit özelliği olmak üzere bölge, iklim, toprak yapısı, ağacın yaşı, çalışma kapsamında kullanılan sulama seviyelerindeki farklılıklar gibi faktörlerden ileri gelebileceği düşünülmektedir. Nitekim araştırma bulgularımızda da görüldüğü üzere yıllara ve uygulamalara göre meyvenin fonksiyonel özelliklerinde önemli farklılıklar görülebilmektedir.

Sonuç

Narın yetiştirme tekniklerin geliştirilmesi ve bunlarla ilgili sorunlara çözüm getirilmesi, oldukça önemlidir. Bu kapsamda dünya nar üretiminde önemli bir yere sahip ülkemizde, nar konusunda sulama ile ilgili araştırmaların yapılarak üreticiye aktarılması gerekmektedir. Araştırma kapsamında iki farklı sulama aralığı ve her sulama aralığında dört farklı sulama düzeyinin Hicaznar çeşidinin toplam fenolik madde ve antosiyanin içerikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma bulguları altı

günde bir ve 0.50 (K₁) düzeyinde sulama yapılan örneklerin toplam fenolik ve antosiyanin içeriklerinin daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ancak bu verilerin başta verim olmak üzere, meyve fiziksel özellikleri, usare verimi, hastalık ve zararlılar gibi faktörlerle birlikte değerlendirilmesinin yerinde olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

Alighourchi H, Barzegar M, Abbasi S, 2008. Anthocyanins Characterization of 15 Iranian Pomegranate (*Punica granatum* L.) Varieties and Their Variation After Cold Storage and Pasteurization. *European Food Research and Technology* 227: 881-887.

AOAC, 2005. Official Methods of Analysis. Washington DC, USA.

Borochoy-Neori H, Judeinstein S, Harari M, Bar-Ya'akov I, Patil BS, Lurie S, Holland D, 2011. Climate Effects on Anthocyanin Accumulation and Composition in The Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit Arils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59: 5325-5334.

Cano-Lamadrid M, Turkiewicz IP, Tkacz K, Sanchez-Rodriguez L, Lopez-Lluch D, Wojdylo A, Sendra E, Carbonell-Barrachina AA, 2019. A Critical Overview of Labeling Information of Pomegranate Juice-Based Drinks: Phytochemicals Content and Health Claims. *Journal of Food Science* 84 (4): 886-894.

Cemeroğlu B, Yemencioğlu A, Özkan M, 2001. Meyve ve Sebzelelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları* No: 24, Ankara.

Dinc N, Aydınsakir K, Isik M, Bastug R, Ari N, Sahin A, Buyuktas D, 2018. Assessment of Different Irrigation Strategies on Yield and Quality Characteristics of Drip Irrigated Pomegranate under Mediterranean Conditions. *Irrigation Science* 36 (2): 87-96.

Du CT, Wang PL, Francis FJ, 1975. Anthocyanins of Pomegranate, *Punica granatum*. *Journal of Food Science* 40: 417-418.

Galindo A, Calin-Sanchez A, Collado-Gonzales J, Ondono S, Hernandez F, Torrecillas A, Carbonell-Barrachina AA, 2014. Phytochemical and quality attributes of pomegranate fruits for juice consumption as affected by ripening stage and deficit irrigation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94 (11): 2259-2265.

Gil MI, Tomas-Barberan FA, Hess-Pierce B, Holcroft DM, Kader AA, 2000. Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and Its Relationship with Phenolic Composition and Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 4581-4589.

Goomez-Caravaca AM, Verardo V, Toselli M, Segura-Carretero A, Fernandez-Gutierrez A, Caboni MF, 2013. Determination of The Major Phenolic Compounds in Pomegranate Juices by HPLC-DAD-ESI-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61: 5328-5337.

- Gölkücü M, Toker R, Tokgöz H, 2011. Hasat Zamanının Nar suyunun Şeker ve Organik Asit Bileşimleri Üzerine Etkisi. *Gıda* 36 (6): 335-341.
- Gözlekcı Ş, 2014. Dünyada ve Türkiye’de Nar Yetiştiriciliği. *Nar Çalıştayı T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı*. 24-25 Kasım 2014 Antalya .S:17-21
- Hernandez F, Melgarejo P, Tomas-Barberan FA, Artes F, 1999. Evolution of Juice Anthocyanins During Ripening of New Selected Pomegranate (*Punica granatum*) Clones. *European Food Research and Technology* 210: 39-42.
- Hill RW, Keller J, 1980. Irrigation Systems Selection For Maximum Crop Profit. *Transactions of The ASAE* 23: 366-372.
- Holland D, Bar-Ya’akov I, 2018. Pomegranate (*Punica granatum* L.) Breeding In: Al-Khayri JM, Jain SM, Johnson DV (Eds), *From Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits*. Springer, Switzerland, 601-647.
- James LG, 1988. Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley And Sons Inc. New York, USA.
- Kanber R, 1997. Sulama. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları, Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No: 52, Adana.
- Khatab MM, Shaban AE, El-Shrief AH, El-Deen Mohamed AS, 2011a. Growth and productivity of pomegranate trees under different irrigation levels, I: Vegetative growth and fruiting. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* 3 (2): 194-198.
- Khatab MM, Shaban AE, El-Shrief AH, El-Deen Mohamed AS, 2011b. Growth and productivity of pomegranate trees under different irrigation levels, II: Fruit quality. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* 3 (3): 259-264.
- Korkmaz C, 2011. Nar Yetiştirilmesi, Sulaması, Gübrelemesi, Budama ve Bakım İşleri. I. Nar Kongresi, 13-15 Mayıs 2011, 57-60, Bilecik.
- Laribi AI, Palou L, Intrigliolo DS, Nortes PA, Rojas-Argudo C, Taberner V, Bartual J, Perez-Gago MB, 2013. Effects of sustained and regulated deficit irrigation on fruit quality of pomegranate cv. ‘Mollar de Elche’ at harvest and during cold storage. *Agricultural Water Management* 125: 61-70.
- Marathe RA, Babu KD, Chaudhari DT, 2018. Nutrient uptake, growth and yield of pomegranate as influenced by irrigation frequencies under light textured soils. *Journal of Environmental Biology* 39: 143-148.
- Mellisho CD, Egea I, Galindo A, Rodríguez P, Rodríguez J, Conejero W, Romojaro F, Torrecillas A, 2012. Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit Response to Different Deficit irrigation Conditions. *Agricultural Water Management* 114: 30-36.
- Mena P, Galindo A, Collado-Gonzalez J, Ondono S, Garcia-Viguera C, Ferreres F, Torrecillas A, Gil-IZQUIERDOA G, 2012. Sustained Deficit Irrigation Affects The Colour and Phytochemical Characteristics of Pomegranate Juice. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 93: 1922-1927.
- Noitsakis B, Chouzouri A, Papa L, Patakas A, 2016. Pomegranate Physiological Responses to Partial Root Drying under Field Conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 28(6): 410-414.
- Onur C, 1988. Nar. *Derim (Özel Sayı)* 5(4): 176-178.
- Özkan CF, 2011. Nar Yetiştiriciliğinde Bitki Beslemenin Önemi. I. Nar Kongresi, 13-15 Mayıs 2011, 69-78, Bilecik.
- Pena-Estevez ME, Artes-Hernandez F, Artes F, Aguayo E, Martinez-Hernandez GB, Galindo A, Gomez PA, 2016. Quality changes of pomegranate arils throughout shelf life affected by deficit irrigation and pre-processing storage. *Food Chemistry* 209: 302-311.
- Sepulveda E, Saenz C, Pena A, Robert P, Bartolome B, Gomez-Cordoves C, 2010. Influence of The Genotype on The Anthocyanin Composition, Antioxidant Capacity and Color of Chilean Pomegranate (*Punica granatum* L.) Juices. *Chilean Journal of Agricultural Research* 70 (1): 50-57.
- Smith RE, 2014. Pomegranate Botany, Postharvest Treatment Biochemical Composition and Health Effects. Nova Science Publishers, USA.
- Spanos GA, Wrolstad RE, 1990. Influence of Processing and Storage on The Phenolic Composition of Thompson Seedless Grape Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38 (3): 817-824.
- Tezcan F, Gültekin-Özguven M, Diken T, Özcelik B, Erim FB, 2009. Antioxidant Activity and Total Phenolic, Organic Acid and Sugar Content in Commercial Pomegranate Juices. *Food Chemistry* 115: 873-877.
- TUIK, 2019. Bitkisel Üretim İstatistikleri (Erişim Tarihi: 29 Mart 2019).
- Yıldız Turgut D, Seydim AC, 2013. Akdeniz Bölgesi’nde Yetiştirilen Bazı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşit Ve Genotiplerinin Organik Asit Ve Şeker Kompozisyonu. *Akademik Gıda* 2(1): 34-42.
- Viuda-Martos M, Fernandez-Lopez J, Perez-Alvarez JA, 2010. Pomegranate and Its Many Functional Components as Related to Human Health: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9: 635-654.
- Yılmaz C, 2007. Nar. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Yılmaz H, Ayanoğlu H, Yıldız A, 1995. Ege Bölgesinde Selekte Edilen Bazı Nar Tiplerinin Erdemli Koşullarında Adaptasyonu Üzerine Araştırmalar. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*. Cilt 1. Meyve Ç.Ü. Zir. Fak Adana.
- Yurtsever N, 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Yayın No: 121, Ankara.