

Mikrodalga Uygulamasının Kırmızı Üzüm Suyunun Antosiyanin İçeriği ile Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Özlem Çağındı ✉

Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Muradiye, Manisa

Geliş Tarihi (Received): 03.11.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 08.12.2016

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): ozlem.cagindi@cbu.edu.tr (Ö. Çağındı)

☎ 0 236 201 22 63 📠 0 236 241 21 43

ÖZ

Bu çalışmada farklı sürelerde uygulanan mikrodalga işleminin kırmızı üzüm suyunun antosiyanin içeriği ve bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Örneklere 10, 30 ve 60 saniye sürelerde, 2450 MHz, 700 W gücündeki mikrodalga uygulaması yapılarak pH, toplam kuru madde miktarı, titrasyon asitliği, renk, toplam monomerik antosiyanin miktarı, polimerik renk, renk yoğunluğu, polimerik renk oranı, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite özellikleri belirlenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, örneklerin Hunter b renk değeri, toplam monomerik antosiyanin miktarı, renk yoğunluğu, polimerik renk oranı ve antioksidan aktivitesi üzerine mikrodalga uygulaması ve uygulama süresinin istatistiksel açıdan bir farklılık yaratmadığı gözlenmiştir ($P>0.05$). Mikrodalga uygulamasının pH, Hunter L ve a renk değerleri, c ve Hue (h) değerleri ile toplam fenolik madde miktarında anlamlı bir değişikliğe yol açtığı ($P<0.05$), ancak mikrodalga uygulama süresinin kendi arasında anlamlı bir fark yaratmadığı görülmüştür ($P>0.05$). Mikrodalga uygulaması ve süresinin toplam kuru madde miktarı ve polimerik rengi ise $P<0.05$ önem seviyesinde etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kırmızı üzüm suyu, Mikrodalga uygulaması, Antosiyanin, Antosiyanin parçalanma ölçütleri

Effect of Microwave Treatment on Anthocyanin Content and Some Physicochemical Properties of Red Grape Juice

ABSTRACT

In this study, the effect of microwave treatment on the anthocyanin content and some physicochemical properties of red grape juice was determined. Juice samples were treated with microwave of 700 W at 2450 MHz for 10, 30 and 60 seconds, and pH, total dry matter content, titratable acidity, color, total amount of monomeric anthocyanin, polymeric color, color density, polymeric color ratio, total phenolic content and antioxidant activity of juice samples were determined. Microwave treatment did not result in a statistically significant difference on Hunter b color value, total monomeric anthocyanin, color density, polymeric color ratio and antioxidant activity ($P>0.05$). On the other hand, it led to a significant change ($P<0.05$) on pH, Hunter L and a values, c and hue (h) values and total phenolic content; however, insignificant difference ($P>0.05$) was observed among durations of microwave treatment. Dry matter content and polymeric color were influenced significantly by microwave treatment and its duration ($P<0.05$).

Keywords: Red grape juice, Microwave applications, Anthocyanin, Polymeric color analysis

GİRİŞ

Üzüm asmağiller (*vitaceae*) familyasının *vitis* cinsinden sarılgan bir bitki ve yeryüzünde kültürü yapılan en eski meyve türüdür. Dünyada ve ülkemizde en fazla üretimi yapılan meyvelerin başında gelen üzüm değişik tüketim şekillerine sahip, besin değeri yüksek, insan sağlığı üzerinde çok yönlü etkileri bulunan ve bu nedenlerle yaygın olarak tüketilen bir meyve türüdür [1]. Üzüm bileşiminde fenolik asitler, polimerik yapıda proantosiyantinler gibi çok farklı yapılarda fenolik bileşenlere sahiptir. Üzüm çekirdeği kateşinlerin polimerleri olarak bilinen prosiyanidinlerce zengindir. Üzüm kabuğu ve suyu ise renginden sorumlu antosiyanın ve fenolik asitleri yapısında bulundurmaktadır. Bu bioaktif bileşikler üzüm çeşidine, yetiştirilme şartlarına ve hasat zamanına bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca şarap, üzüm suyu, üzüm kabuğu ve çekirdeği ekstresi gibi üzümde elde edilen ürünlerde işleme ve depolama şartları, gıdalara eklenmeleri sırasındaki işlem basamakları da biyoaktif bileşiklerin yapısını etkilemektedir [2]. Fenolik bileşikler ve antosiyantinlerin kararlılığı pH, ortam sıcaklığı, kimyasal yapı, miktar, ışık, oksijen, çözücü ve enzimler ile flavonoidlerin, proteinlerin ve metalik iyonların bulunması gibi faktörlerden etkilenmektedirler [3].

Mikrodalga uygulamalarının en yaygın kullanıldığı alanlardan birisi de gıda endüstrisidir. Mikrodalgalar dondurulmuş ürünlerin çözdürülmesinde, kurutmada, kavurmada ve pişirme işlemlerinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Günümüzde pastörizasyon, sterilizasyon, dondurarak kurutma ve haşlama işlemleri de mikrodalga kullanım alanı içerisine girmiştir [4]. Mikrodalgalar kimyasal maddeleri doğrudan ve merkezden ısıtır, ayrıca ısıtılan maddede sıcaklığın malzeme boyunca değişimi minimumdur. Isıtma işleminin geleneksel yöntemlerden çok daha hızlı olması hem zamandan hem de enerjiden çok büyük tasarruf sağlamaktadır [4]. Mikrodalga uygulamalarında ısıtma işleminin homojen ve kısa süreli olması nedeniyle besin öğeleri içeriğinin korunduğu ve geleneksel yöntemlere alternatif olarak kullanılabilmesi görüşü de gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır [5].

Meyve suyu üretiminde uygulanan yüksek ısı işlemleri özellikle antosiyantinlerce zengin kırmızı ve siyah üzüm gibi meyvelerde ürünün duyu özellikleri, renk ve besin değerlerinde bazı olumsuz değişimlere neden olabilmektedir. Mikrodalga uygulamaları bu olumsuzlukları ortadan kaldırmaya yönelik uygulanan teknikler arasında bulunmaktadır [6]. Meyve suyu üretiminde uygulanan pastörizasyon işleminde, konvansiyonel ısıtma sonucunda pastörizasyon sıcaklığına 30-45 dakikada ulaşılabilir. 30-60 saniye gibi kısa süren uygulamalarda ise 95-99°C gibi yüksek sıcaklıklara çıkılmaktadır. Mikrodalga uygulamaları ile pastörizasyon sıcaklığı 3-5 dakika gibi kısa sürelerde sağlanabilmektedir. Uygulama süresinin kısa olması da ürünün rengi ve tat-aroması neredeyse değişmemesine sebep olmaktadır. Ayrıca, kalitesinin geliştirilmesi, raf ömrünün koruyucu maddeler kullanılmadan uzatılması, doğal görünüşünün, tazeliğinin ve tat-aromasının muhafaza edilmesini

sağlamaktadır. Bu nedenlerle mikrodalga uygulamaları meyve suyu üretiminde alternatif bir teknik olarak düşünülmektedir [7].

Yapılan kapsamlı literatür taraması sonucunda, farklı mikrodalga uygulamalarının kırmızı üzüm suyundaki antosiyanın içeriği ve antosiyanın parçalanma ölçütlerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmaların olmadığı görülmüştür. Bu çalışma ile farklı sürelerde uygulanan mikrodalga ısıtma işlemi ile mikrodalga işlemi uygulanmamış kırmızı üzüm suyundaki antosiyanın içeriği ve bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi, karşılaştırılması ve bu konudaki literatürdeki eksikliğin giderilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Red Globe cinsi kırmızı üzümler İzmir meyve-sebze halinden temin edilmiş olup ilk olarak saptarından ayrılmıştır. Saptarından ayrılan üzümler Retsch Grindomix, GM 200 (Almanya) ile öğütülmüş, süzümü ve berrak üzüm suyu elde edilmiştir. Spektrofotometrik ölçümlerde kullanılacak olan örneğin berrak ve tortusuz olması için öncelikle Whatman No:4 süzme kağıdından daha sonra 1.5 µm'lik mikrofiber filtreden (1.5 µm, 110 mm, Vicam, Watertown, MA, ABD) süzme işlemi uygulanmıştır.

Metot

Mikrodalga Uygulaması

Berrak üzüm suyuna 10, 30 ve 60 saniye süreyle 2450 MHz, 700 W olacak şekilde mikrodalga (Arçelik MD 594 Mikrodalga Fırın, Türkiye) ısıtma işlemi uygulanmıştır. Uygulama sonunda üzüm suyu örneklerinin sıcaklıkları ölçülerek sıcaklıkların 10 saniyede 52°C, 30 saniyede 83°C'ye ve 60 saniyede 95°C'ye ulaştıkları saptanmıştır.

pH Tayini

Üzüm suyu örneklerinde pH tayini doğrudan örnek içerisine cam elektrotlu HANNA HI 2211-02 (İtalya) masa tipi pH metre cam elektrodunun daldırılmasıyla gerçekleştirilmiştir [8].

Toplam Kuru Madde Tayini

Üzüm suyu örneklerinin suda çözünür kuru madde değerleri Soif WYA 2S (Çin) model dijital Abbe refraktometresi kullanılarak ölçülmüştür [8].

Titrasyon Asitliği Tayini

Titrasyon asitliği, 10 mL üzüm suyu örneği 4 kat seyreltilerek ayarlı 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1'e ulaşıncaya kadar titre edilmiştir. Üzüm suyu örneklerinin titrasyon asitliği, yüzde tartarik asit cinsinden hesaplanmıştır [8].

Renk Ölçümleri

Renk ölçümü için Konica Minolta Chromometer CR-5 (Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılmıştır. 50 mL örnek 20 mm Glass Optical Cell Light Path küvetine aktarılıp bu sistemde Hunter Lab, c ve H renk değerleri saptanmıştır.

Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini

Toplam monomerik antosiyanin tayini için pH diferansiyel metodu kullanılmıştır. Bu yöntem antosiyaninlerin maksimum absorbsans gösterdiği dalga boyundaki absorbsans değerlerinin ortamın pH değerlerine göre değişiminin ölçümüne dayanmaktadır [8]. Absorbsans ölçümünde Multiskan Go Microplate Spektrofotometre okuyucusu (Thermo Scientific, ABD) kullanılmış ve sonuçlar aşağıda verilen eşitlik (1) ile hesaplanmıştır.

$$MAM (mg/L) = A(MW)(SF) * 1000 / (\epsilon)(L) \quad (1)$$

MAM: Monomerik antosiyanin miktarı

A: Absorbsans farkı (pH 1.0 ve 4.5 değerlerinde ölçülen absorbsans farkı)

$$A = (A_{515} - A_{700})_{pH1} - (A_{515} - A_{700})_{pH4.5}$$

MA: Antosiyaninin molekül ağırlığı ($MA_{\text{malvidin-3-glukozid}} = 493.5 \text{ g/mol}$)

SF: Seyreltme faktörü

ϵ : Molar absorpsiyon katsayısı (28000)

L: Absorbsans ölçüm küvetinin tabaka kalınlığı (cm)

$$\text{Renk yoğunluğu} = ((\lambda_{\text{vismax}} - A_{700}) + (A_{420} - A_{700}))(SF) \quad (2)$$

$$\text{Polimerik renk} = ((\lambda_{\text{vismax}} - A_{700}) + (A_{420} - A_{700}))(SF) \quad (3)$$

$$\text{Polimerik renk oranı} = (\text{Polimerik renk} / \text{Renk yoğunluğu}) * 100 \quad (4)$$

Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenolik maddelerin tayininde fenolik maddelerin Folin-Ciocalteu çözeltisi ile reaksiyona girerek kompleks oluşturmaları ve oluşan rengin kolorimetrik olarak ölçülmesine dayanmaktadır [9, 10]. Bu amaçla 100 µL örnek üzerine 3 mL saf su ve 200 µL 0.2 N Folin-Ciocalteu reaktifi ilave edilerek karıştırılmış ve 5 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda 100 µL %20 doymuş sodyum karbonat ilave edilerek tekrar karıştırılmıştır. 60 dakika oda sıcaklığında karanlıkta bekletme sonrasında 765 nm'de köre karşı absorbsans değerleri Multiskan Go Microplate Spektrofotometre okuyucusu (Thermo Scientific, ABD) kullanılarak okunmuş ve sonuçlar hazırlanan kalibrasyon grafiği kullanılarak hesaplanmıştır. Standart kalibrasyon grafiği için 100, 200, 300, 400 ve 500 mg/L'lik gallik asit

Antosiyanin Parçalanma Ölçütlerinin Belirlenmesi

Antosiyanin parçalanma ölçütlerinin belirlenmesi amacıyla, renk yoğunluğu, polimerik renk ve polimerik renk yüzdesi olmak üzere üç nitelik saptanmıştır [8]. Örnekler önceden saptanmış olan seyreltme faktörüne uygun olarak su ile seyreltilmiştir. İki deney tüplerine 2.8 mL seyreltilmiş örnekten alınmış ve birine 0.2 mL bisüfit çözeltisi, diğerine 0.2 mL damıtık su eklenip 15 dakika süreyle beklemeye bırakılmışlardır. Süre sonunda çözeltilerin absorbsansları 420, 515 (λ_{vismax}) ve 700 nm dalga boylarında Multiskan Go Microplate Spektrofotometre okuyucusu (Thermo Scientific, ABD) kullanılarak damıtık suya karşı okunmuştur.

Renk Yoğunluğu

Bu değer bisüfit uygulanmamış küvette bulunan örneğin, λ_{vismax} ve 420 nm dalga boylarındaki absorbsanslarının toplamı olarak tanımlanır ve aşağıdaki eşitlikle (2) hesaplanmıştır.

Polimerik Renk

Bu değer bisüfit uygulanmış küvetteki örneğin, $\lambda_{\text{vis-max}}$ ve 420 nm dalga boylarındaki absorbsans toplamı olarak tanımlanır ve aşağıdaki eşitlikle (3) hesaplanmıştır.

Polimerik Renk Yüzdesi

Bu değer ise "polimerik rengin, renk yoğunluğuna oranı" olarak tanımlanır ve aşağıdaki eşitlikle (4) hesaplanmıştır.

çözeltilerinin absorbsansları aynı yöntem uygulanarak ölçülmüş ve kalibrasyon eğrisi ($R^2=0.986$) elde edilmiştir. Sonuçlar gallik asit eş değeri olarak verilmiştir.

Antioksidan Aktivite Tayini

Örneklerin antioksidan aktivitesi DPPH radikalini yakalama kabiliyetine dayanarak ölçülmüştür. Üzüm suyu örneklerinden alınan 100 µL örnek üzerine 2 mL 0.1 mM DPPH (1,1-difenil-2- pikrilhidrazil) eklenerek tüpler iyice karıştırılmıştır. 30 dakika oda sıcaklığında karanlıkta bekletme sonrasında 517 nm'de köre karşı absorbsans değerleri Multiskan Go Microplate Spektrofotometre okuyucusu (Thermo Scientific, ABD) kullanılarak okunmuş ve sonuçlar aşağıdaki eşitlikle (5) hesaplanmıştır [11].

$$\% \text{ Antioksidan aktivitesi} = ((A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{kontrol}}) * 100 \quad (5)$$

İstatistiksel Değerlendirme

Örnekler arası farklılığın ortaya çıkarılması amacıyla SPSS paket programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Duncan testi kullanılarak farklılıkların düzeyleri ortaya konmuştur ($p < 0.05$). Analizler 2 tekrar 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kırmızı üzüm suyu örneklerinin toplam kuru madde miktarı, pH ve tartarik asit cinsinden titrasyon asitliği değerleri Tablo 1'de yer almaktadır. Toplam kuru madde miktarı değerinin %14.21-14.35 arasında değişmektedir. İstatistiksel açıdan incelendiğinde mikrodalga ile ısıtma işleminin toplam kuru madde üzerine $P < 0.05$ düzeyinde etkilediği tespit edilmiştir. Örneklerin pH değeri 3.83-3.90 arasındadır. İstatistiksel açıdan incelendiğinde

mikrodalga ile ısıtma işleminin pH üzerine $P < 0.05$ düzeyinde etkilediği, ancak uygulama süresinin etki etmediği görülmüştür ($P > 0.05$). Tartarik asit cinsinden titrasyon asitliği değerlerinin %0.38-0.39 arasında olduğu ve istatistiksel olarak farklı olmadığı saptanmıştır. Literatür incelendiğinde, üzüm suyunun bazı kalite özellikleri üzerine farklı mikrodalga uygulamalarının etkisi üzerine çalışma olmadığı görülmüş, ancak Demirdöven ve Baysal [6] tarafından nar suyu üzerine yapılan çalışmada, mikrodalga ısıtma ve geleneksel ısıtma uygulamalarının pH değerlerine etki etmediği belirlenmiştir. Tüfekci ve Fenercioğlu'nun [12] yapmış oldukları çalışmada, üzüm suyunun pH değerinin 3.72-4.03, toplam kuru madde miktarının %14.02-16.17 ve titrasyon asitliğini de %0.34-0.36 aralığında bulunduğunu belirtmişlerdir. Çalışmadaki pH ve toplam kuru madde değerlerinin bu verilerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Kırmızı üzüm suyu örneklerine ait toplam kuru madde, pH ve titrasyon asitliği değerleri*

Mikrodalga Uygulama Süresi (s)	Toplam Kuru Madde (%)	pH	Titrasyon Asitliği (%)
0	14.22±0.16 ^{b,c}	3.90±0.01 ^a	0.39±0.01 ^a
10	14.21±0.07 ^c	3.83±0.02 ^b	0.39±0.01 ^a
30	14.35±0.08 ^a	3.83±0.01 ^b	0.38±0.01 ^a
60	14.31±0.07 ^{a,b}	3.83±0.01 ^b	0.38±0.01 ^a

*Farklı harfler ortalamalar arasında $P < 0.05$ önem seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

Kırmızı üzüm suyu örneklerine ait L, a, b, c ve h değerleri Tablo 2'de verilmektedir. Renk, meyve sularının değerlendirilmesinde önemli bir kalite

parametresidir ve ürünün albenisini etkilemektedir. Renk değerleri meyve sularına uygulanan işleme, işlem süresi ve ürüne göre değişebilmektedir [5].

Tablo 2. Kırmızı üzüm suyu örneklerine ait renk değerleri*

Mikrodalga uygulama süresi (s)	L	a	b	c	h
0	16.09±2.85 ^a	9.57±0.80 ^a	2.39±0.78 ^a	10.24±1.50 ^a	13.09±2.34 ^a
10	14.29±2.34 ^b	7.41±0.54 ^b	2.10±0.86 ^a	7.50±0.61 ^b	9.35±1.96 ^b
30	14.70±2.66 ^b	7.54±0.92 ^b	2.36±0.93 ^a	7.55±0.88 ^b	7.33±1.80 ^b
60	14.36±1.29 ^b	7.22±0.43 ^b	2.04±0.92 ^a	9.54±1.33 ^{a,b}	7.47±1.41 ^b

*Farklı harfler ortalamalar arasında $P < 0.05$ önem seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

Kırmızı üzüm suyu örnekleri renk açısından incelendiğinde, mikrodalga uygulamasının renk parametreleri olan L, a, b, c ve h değerlerinde düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel açıdan incelendiğinde mikrodalga ile ısıtma işleminin L, a, b, c ve h değerleri üzerine $P < 0.05$ düzeyinde etkilediği, ancak uygulama süresinin etki etmediği görülmüştür. Genel olarak, mikrodalga uygulaması örneklerin parlaklığında bir azalmaya sebep olmakta, bu nedenle L değerinde düşüş görülmektedir [13]. Çalışmada da benzer şekilde azalmalar tespit edilmiştir. Kırmızı üzüm suyu örneklerinin a değerinin mikrodalga uygulama süresine bağlı olarak değişiklik göstermemesi, üzüm suyunun doğal kırmızı renginin korunduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilmektedir. C değeri kroma olarak isimlendirilmekte olup a ve b değerlerinden hesaplanmaktadır. Değer yükseldikçe renk daha beyaz küçüldükçe ise daha mat olarak değerlendirilmektedir. C değerinde de diğer parametrelere benzer olarak mikrodalga uygulama sürelerinin etkisinin olmadığı görülmüştür ($P > 0.05$). Hue (h) değeri 0°–360° arasında değişmekte olup 0° ve 360° kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil ve 270° mavi olarak belirlenmiştir [14]. Bu değerler mikrodalga uygulaması ile bir miktar azalma

göstermiştir. Bu azalma istatistiksel açıdan önemli bulunmuş ($P < 0.05$), ancak uygulama süresinin h değerine etki etmediği belirlenmiştir ($P > 0.05$).

Kırmızı üzüm suyu örneklerine ait toplam monomerik antosiyanin içeriği ve antosiyaninlerin parçalanma ölçütleri değişimi Tablo 3'de görülmektedir. Veriler incelendiğinde ısıtma işlemi uygulanmamış kırmızı üzüm suyunda toplam monomerik antosiyanin miktarı 525.91 mg/L olarak belirlenmiştir. Mikrodalga ile ısıtma sonucunda toplam monomerik antosiyanin miktarlarında azalma gözlemlenmiştir. Sürenin artması sonucu antosiyanin miktarında daha fazla azalma olmuştur. Bu durum antosiyaninlerin sıcaklık etkisi ile parçalandığını ve uygulama süresinin dolayısıyla sıcaklığının artması ile parçalanma miktarında da artma olduğunu göstermektedir. Ancak, istatistiksel açıdan önemli düzeyde bulunmamıştır ($P > 0.05$). Benzer olarak antosiyaninlerin parçalanma ölçütlerinden olan renk yoğunluğu ve polimerik renk yüzdesinde de mikrodalga ile ısıtma işlemi uygulaması istatistiksel açıdan fark yaratmamıştır ($P > 0.05$). Sonuçlar polimerik renk açısından incelendiğinde ise, mikrodalga ısıtma süresinin artması, istatistiksel olarak fark yaratmıştır ($P < 0.05$). Literatürde

de, işlem uygulanmış ve depolanmış meyve ve sebze sularında polimerik renk yüzdesinin genellikle %30 veya daha yüksek olduğu, polimerik renk ve polimerik renk oranının yükselmesinin antosiyaninlerde parçalanmayı

arttığını ve aynı zamanda esmer renkli pigmentlerin miktarının yükselerek doğal rengin bozulduğunun göstergesi olduğu ifade edilmektedir [8, 15].

Tablo 3. Kırmızı üzüm suyu örneklerine ait toplam monomerik antosiyanin ve antosiyaninlerin parçalanma ölçütleri değişimi*

Mikrodalga Uygulama Süresi (s)	Toplam Monomerik Antosiyanin (mg/L)	Renk Yoğunluğu	Polimerik Renk	Polimerik Renk Oranı (%)
0	525.91±60.87 ^a	0.12±0.03 ^a	0.06±0.02 ^b	56.65±6.87 ^a
10	510.35±87.94 ^a	0.12±0.01 ^a	0.08±0.00 ^b	56.82±8.40 ^a
30	494.45±41.27 ^a	0.14±0.05 ^a	0.12±0.07 ^a	71.40±11.29 ^a
60	473.55±57.96 ^a	0.12±0.03 ^a	0.09±0.04 ^b	65.22±17.99 ^a

*Farklı harfler ortalamalar arasında P<0.05 önem seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

Kırmızı üzüm suyu örneklerine ait toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri değişimi Tablo 4'te verilmiştir. Isıl işlem uygulanmamış kırmızı üzümde toplam fenolik madde miktarı 304.42 mg/L olarak belirlenmiştir. Mikrodalga ile ısıtma uygulaması toplam fenolik madde miktarında azalmaya sebep olduğu görülmüştür. Bu azalma mikrodalga uygulama işlemi için istatistiksel olarak önemli iken (P<0.05), uygulama süresi açısından önemli bulunmamıştır (P>0.05). Demirdöven

ve Baysal [6] tarafından nar suyu üzerine yapılan çalışmada da berrak nar sularına uygulanan mikrodalga ile ısıtma uygulaması sonucu toplam fenolik madde içeriğinde azalma tespit edilmiştir. Örneklerin antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde, toplam fenolik madde miktarına benzer olarak azalmanın olduğu görülmeye rağmen istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05).

Tablo 4. Kırmızı üzüm suyu örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri *

Mikrodalga Uygulama Süresi (s)	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg/L)	Antioksidan Aktivite (%)
0	304.42±43.07 ^a	63.83±9.96 ^a
10	236.35±17.78 ^b	56.20±12.06 ^a
30	228.92±19.28 ^b	55.66±12.91 ^a
60	230.57±12.16 ^b	54.27±7.22 ^a

*Farklı harfler ortalamalar arasında P<0,05 önem seviyesinde fark olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, 700 W 2450 MHz olacak şekilde 10, 30 ve 60 saniye mikrodalga ısıtma işlemi ile mikrodalga işlemi uygulanmamış kırmızı *Red Globe* cinsi kırmızı üzüm suyundaki bazı kalite özelliklerinin belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Mikrodalga uygulamasının titrasyon asitliği değerlerinde etkisinin olmadığı, toplam kuru madde üzerine etkisinin olduğu belirlenmiştir. pH üzerine mikrodalga uygulamasının etkili olduğu görülürken uygulama süresinin etkisiz olduğu görülmüştür. Renk değerlerinin L, a, b, c ve h değerlerinin her birinde mikrodalga uygulaması ile bir miktar azalma gösterdiği saptanmıştır. Fakat bu azalmada mikrodalga uygulama süresinin ve doğal olarak sıcaklığının artmasında herhangi bir etkisi olmamıştır. Yapılan çalışmada kırmızı üzüm suyundaki toplam antosiyaninler mikrodalga uygulamasından etkilenmiş sıcaklık ile parçalanmaya uğramışlardır. Bununla beraber polimerik renk ve polimerik renk oranında artma gözlemlenmiştir. Sıcaklık ve sürenin artması ile beraber antosiyaninlerin parçalanması artmış toplam monomerik antosiyanin miktarında azalma olmuştur. Mikrodalga ile ısıtmanın fenolik madde miktarına etkisi incelendiğinde ise beklendiği üzere azalma görülmüş ancak bu azalmanın mikrodalga uygulamasının süresi ve sıcaklığı ile orantısız olduğu saptanmıştır. Mikrodalga uygulaması antioksidan aktivite yüzdesinde azalma sebep olmuştur. Yapılan çalışma sonucunda, uygulanan mikrodalga ısıtmanın kırmızı üzüm suyunun antosiyanin içeriği ve antosiyanin

parçalanma ölçütleri gibi bazı kalite özelliklerini istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemediği, ayrıca mikrodalga uygulamasının alternatif bir ısıtma yöntemi olabileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Çetin, E.S., Babalık, Z., Göktürk Baydar, N., 2012. Bazı sofralık üzüm çeşitlerinde tanelerdeki toplam karbohidrat, fenolik madde, antosiyanin, β -karoten ve C vitamini içeriklerinin belirlenmesi. *IV. Ulusal Üzüm ve Meyveler Sempozyumu*, 3-5 Ekim, 2012, Antalya, Türkiye, 151-159s.
- [2] Yu, J., Ahmedna, M., Goktepe, İ., 2005. Effects of processing methods and extraction solvents on concentration and antioxidant activity of peanut skin phenolics. *Food Chemistry* 90: 199-206.
- [3] Rein, M., 2005. Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins. Academic Dissertation. University of Helsinki, Faculty of Agriculture and Forestry, Department of Applied Chemistry and Microbiology, Helsinki, Finland.
- [4] Gümüşderelioğlu, M., Kaynak, G., 2012. Mikrodalga ve uygulamaları. *Bilim ve Teknik* Temmuz, 38-42.
- [5] Sezer, D.B., Demirdöven, A., 2015. Meyve sebze işlemede mikrodalga haşlama uygulamaları. *Gıda* 40(3): 171-177.
- [6] Demirdöven, A., Baysal, T., 2008. Nar suyu üretiminde kabuklu ve kabuksuz presleme ile

- mikrodalga uygulamasının bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. *Akademik Gıda* 6(2): 7-12.
- [7] Konak, Ü.İ., Certel, M., Helhel, S., 2009. Gıda sanayisinde mikrodalga uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 4(3): 20-31.
- [8] Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara.
- [9] Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J., Cheng, S., 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry* 96: 254-260.
- [10] Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16: 144-158.
- [11] Şengül, Y., 2014. Farklı Dondurma Ve Çözündürme Metotlarının Nar Tanelerinin Fiziksel Ve Antioksidan Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [12] Tüfekci, H.B., Fenercioğlu, H., 2010. Türkiye'de üretilen bazı ticari meyve sularının kimyasal özellikler açısından gıda mevzuatına uygunluğu. *Akademik Gıda* 8: 11-17.
- [13] Rossi, M., Giussani, E., Morelli, R., Scalzo, R.L., Nani, R.C., Torreggiani, D., 2003. Effect of fruit blanching on phenolics and radical scavenging activity of high bush blueberry juice. *Food Research International* 36(9): 999-1005.
- [14] Özkan, M., Dıblan, S., Türkyılmaz, M., Koç, B.E., 2014. Kalecik Karası Üzümlerden (*Vitis vinifera* L.) Üretilen Kırmızı Üzüm Suyunun Çeşitli Durultma Yardımcı Maddeleri İle Durultulması Ve Durultmanın Üzüm Suyu Rengi Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Ankara.
- [15] Giusti, M., Wrolstad, R.E., 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* F:F1:F1.2.
-