

Farklı Yaban Mersini Türlerinden Geleneksel Yöntemle Üretilen Sirkenin Bazı Kalite Özellikleri

Oktay TOMAR^{1*}, Gökhan AKARCA², Ömer İSTEK²

ÖZET: Bu çalışmada, geleneksel yöntemle üç farklı yaban mersini türü ile (*Vaccinium corymbosum* L., *Vaccinium arctostaphylos* L. ve *Vaccinium uliginosum* L.) üretilen sirkelerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyu kalite özelliklerinin belirlenmesi araştırılmıştır. Araştırma sonunda en yüksek; pH (4.11), toplam asitlik (27.5 g L⁻¹), kuru madde (4.8 %), kül (4.5 g L⁻¹), briks (4.91 °Briks), yoğunluk (1.039 g cm⁻³), iletkenlik (2.51 µS cm⁻¹), toplam antioksidan (141.14 µg troloks eşdeğeri (TE) mL⁻¹) ve toplam fenolik madde değerlerinin (262.49 mg gallik asit eşdeğeri (GAE) L⁻¹) *Vaccinium corymbosum* L. türü ile üretilen sirke örneklerinde olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Buna karşın altı aylık depolama sonrasında örneklerin hiçbirisinde alkol varlığı tespit edilememiştir. Ayrıca renk analizden, L* ve a* değerlerinin en yüksek 38.89 ve 1.83 ile *Vaccinium arctostaphylos* L. kullanılarak üretilen örneklerde, b* değerinin ise en yüksek -1.16 ile *Vaccinium uliginosum* L. türünde olduğu saptanmıştır (P<0.05). Yaban mersini sirke örnekleri içerisinde mineral madde olarak en zengin olan türün *Vaccinium corymbosum* L. olduğu belirlenmiştir. Panelistlerce yaban mersini sirke örnekleri skorlarının *Vaccinium corymbosum* L. türünde diğer türlere göre oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen yaban mersini sirkesinin bileşimindeki A ve C vitaminleri, flavonoid ve antosiyanin insan sağlığı açısından oldukça yararlı bileşenler olduğu bilinmektedir. Ayrıca yaban mersini sirkesinin bileşimindeki klorojenik asit, kuersetin, ellajik asit ve kuersetin-3-galaktosid gibi fenolik bileşiklerden dolayı güçlü bir antimikrobiyal etkisi bulunmaktadır. Bunun yanında kolesterol düşürücü, antikanser etkisi, sindirim düzenleyici, beyin işlevlerini artırıcı, antidiyabet, antioksidan ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi gibi özellikleri sayesinde insan sağlığına faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yaban mersini, sirke, fermantasyon, antosiyanin, potasyum.

Some Quality Properties of Vinegar Produced by Traditional Method from Different Species of Blueberries

ABSTRACT: In this study, the determination of some physical, chemical and sensory quality characteristics of kinds of vinegar produced by the traditional method with three different types of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L., *Vaccinium arctostaphylos* L. and *Vaccinium uliginosum* L.) was investigated. At the end of the research is the highest; pH (4.11), total acidity (27.5 g L⁻¹), dry matter (4.8 %), ash (4.5 g L⁻¹), brix (4.91 °Brix), density (1.039 g cm⁻³), conductivity (2.51 µS cm⁻¹), total antioxidant (141.14 µg trolox equivalent (TE) mL⁻¹) and total phenolic substance values (262.49 mg gallic acid equivalent (GAE) L⁻¹) *Vaccinium corymbosum* L. is found to be in vinegar samples produced with the type (P<0.05). However, after six months of storage, none of the samples found alcohol presence. The color analysis was found in the highest 38.89 and 1.83 of the L* and a* era, *Vaccinium arctostaphylos* L. and b* with the highest -1.16 in the type *Vaccinium uliginosum* L. (P<0.05). *Vaccinium corymbosum* L. was the richest species as a mineral matter among blueberry vinegar samples. Panelists found that the scores of blueberry vinegar samples were quite high in *Vaccinium corymbosum* L. type compared to other species. Vitamins A and C, flavonoids and anthocyanins in the composition of blueberry vinegar produced by the traditional method are known to be very beneficial components for human health. It also has a strong antimicrobial effect due to phenolic compounds such as chlorogenic acid, quercetin, ellagic acid and quercetin-3-galactocytin in the composition of blueberry vinegar. In addition, thanks to its cholesterol-lowering, anticancer effect, digestive regulator, brain function enhancing, antidiabetic, antioxidants and cardiovascular diseases, it is thought to be beneficial to human health.

Keywords: Blueberries, vinegar, fermentation, anthocyanin, potassium.

¹ Oktay TOMAR (Orcid ID: 0000-0001-5761-7157), Kocaeli Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, 41285, Kocaeli, Türkiye

² Gökhan AKARCA (Orcid ID: 0000-0002-5055-2722), Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 03200, Afyonkarahisar, Türkiye

³ Ömer İSTEK (Orcid ID: 0000-0003-2195-1166), Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 03200, Afyonkarahisar, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Oktay TOMAR, e-mail: oktay.tomar@kocaeli.edu.tr

GİRİŞ

Sirke; nişasta ve/veya şeker içeren hammaddelerin etil alkol ve asetik asit fermantasyonları sonucunda iki aşamalı bir fermantasyon uygulaması ile üretilmektedir. Sirke, ortamdaki fermente olabilir şekerlerin mayalar tarafından anaerobik ortamda etanole dönüşmesi ve oluşan etanolün de asetik asit bakterileri tarafından oksidasyonu sonrasında asetik aside dönüştürülmesi sonucunda oluşmaktadır. Günümüzde çeşitli meyveler ve özleri, aromatik bitki kısımları, ekstraktları veya bunların doğal aromalarının eklenmesiyle farklı özelliklerde sirkeler elde edilebilmektedir (Garcia-Garcia ve ark., 2006; Budak, 2010).

Yaban mersini değişik özelliklerde pek çok türe sahip bir meyve olup, Dünya’da en çok Kuzey Amerika ve Batı Asya’da yetiştirilmektedir. Ülkemizde ise Trabzon, Rize, Erzurum, Bursa, Balıkesir, Ordu ve Giresun illerimizde yetiştirilmektedir. Yetiştirildiği bölgelere göre ligarba, ançela, likapa ve maviyemiş gibi isimlerle anılmaktadır. Yaban mersini organik madde bakımında bereketli ve asitli topraklarda kolaylıkla yetiştirilebilmektedir. Güneş alan bölgelerde gölgeli yerlere göre daha çok meyve alınabilmektedir. Ayrıca hasat zamanı dikkatlice toplanan (hasar verilmeyen) meyveler 1 ay boyunca bozulmadan depolanabilmektedir (Çelik, 2006; Yıldız ve ark., 2015).

Özellikle fenolik asitler (ellajik asit, benzoik asit ve hidoksinnamik asit), fenolik bileşenler ve flavonoidler (flavonol, flavan-3-ol, proantosiyenin ve antosiyenin) açısından zengin bir üzümü meyve olduğu tespit edilmiştir (Vvedenskaya ve ark., 2004). İçerdiği fenolik bileşenler mide ülseri, idrar yolu enfeksiyonu gibi hastalıklara karşı engelleyici ve koruyucu etkisi olduğu bildirilmektedir (Weiss ve ark., 2004; Zhang ve ark., 2005). Koruyucu etki mekanizması, bakteri hücrelerinin vücutta doku ve yüzeye tutunmalarını fenolik bileşenlerin engellediği belirlenmiştir. Ayrıca içeriğindeki polifenollerin kardiyovasküler hastalıklara yakalanma riskini düşürdüğü ve diyabet hastalarında kandaki şeker oranını dengelediği tespit edilmiştir (Vinson ve ark., 2008). Yaban mersini fenolik bileşenlerinin antibakteriyel, antimutajenik, antikarsinojenik ve antioksidan aktivitelerinin olduğu belirlenmiştir (Caillet ve ark., 2012; Vu ve ark., 2012). Yapılan çalışmalarda yaban mersinin ekstraktları ile karaciğer kanserine neden olan hücrelerinin gelişmesinin engellediği tespit edilmiştir (Sun ve ark., 2002). İçerdiği antosiyeninlerinin insanlarda LDL oksidasyonunu azaltmaktadır. Ayrıca hayvanlarda da toplam kolesterolü düşürdüğü bildirilmiştir (Leahy ve ark., 2002).

Bu çalışmada; yaban mersininden geleneksel yöntemle üretilen sirkelerin, kuru madde, pH, kül, briks, yoğunluk, iletkenlik, alkol tayini, renk, toplam asitlik, toplam antioksidan, toplam fenolik, mineral madde ile duyu analizi skorları belirlenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmada kullanılan üç farklı yaban mersini meyvesi; *Vaccinium corymbosum*. L. Marmara bölgesi, *Vaccinium arctostaphylos* L. Orta Karadeniz bölgesi ve *Vaccinium uliginosum* L. ise, Doğu Karadeniz bölgesindeki dağlık ve ormanlık alanlardan el ile toplanılmıştır.

Yöntem

Yaban mersini meyveleri yıkanıp, temizlendikten ve çekirdekleri çıkartılarak, sonra 10 L kavanoza 1/3’ü oranında ilave edilip üzeri içme suyu ile tamamlanmıştır. Ardından fermantasyon işleminin gerçekleşebilmesi için 50 g bal ve 50 g pekmez karışımı eklenmiştir. Ayrıca karışıma doğal fermente yaban mersini sirkesinden 150 mL ile, 50 g nohut ilave edilerek fermantasyon şartlarının oluşması sağlanmıştır. Ardından örnekler karanlık ve serin bir ortamda fermantasyona bırakılmışlardır. Numune kavanozlarının ağızları hava alacak şekilde tülbent ile kapatılmış ve günde iki defa karıştırma işlemi

yapılmıştır. Fermantasyon işlemi kavanozların yüzeylerinde yeterli büyüklükte sirke anası oluşuncaya kadar 30 gün boyunca sürdürülmüştür. Fermantasyon tamamlanmasını takiben örnekler süzülerek posa ve sirke kısımları birbirinden ayrılmıştır. Sonrasında kavanozların ağzı hava almayacak şekilde kapatılarak oda sıcaklığında, karanlık ortamda 9 ay boyunca depolanmıştır.

Analizler

Yaban mersini sirke örneklerinin kuru madde analizleri etüvde (Ecocell 55, Almanya) AOAC 930.15, pH değerleri, pH metre ile (Hanna, HI 2215, Almanya) AOAC 981.1, kül miktarı kül fırınında (Elektromag, M 1811, Türkiye) AOAC 930,35 ve yoğunluk değerleri ise, AOAC 985.19'da belirtildiği şekilde yapılmıştır (AOAC, 2000a; AOAC, 2000b; AOAC, 2016a; AOAC, 2016b). Yaban mersini sirkesi örneklerinin çözünür kuru madde içerikleri el refraktometresi (Atago Refractometer N-1E, Japonya) ile Haroun (2006)'ya, kondaktivite (iletkenlik) değerlerinin ölçümü, Aadir (2015)'e göre ve alkol miktarının tayini ise; Taşlıpınar (2018)'e göre yapılmıştır. Örneklerin renk değerleri; Voss (1992)'ye, toplam asitlik tayini Ünal (2007)'ye, toplam antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde miktarları ise; Bertonselj ve ark. (2007)'ye göre yapılmıştır. Sirke örneklerinin mineral madde analizleri mikrodalga yakma ünitesinde (Berghof Speedwave MWS-2, Almanya), Kadaş (2011)'e göre tespit edilmiştir. Örneklerin duyuusal analiz değerlendirmeleri ise; Taşlıpınar (2018)'e göre yapılmıştır.

İstatistik Analiz

Araştırmada elde edilen sonuçlar SPSS V 23.0.0 istatistik paket programı kullanılarak hesaplanmıştır (Anonymous, 2015). Çalışma çift tekerrürlü ve çift paralel olarak yapılmış, analizler sonucu elde edilen veriler varyans analizi tekniği uygulanarak değerlendirilmiştir. Oluşan farklılıkların düzeyi ise, Duncan testi ile ($P<0.05$) belirlenmiştir. Duyusal değerlerin özellikleri üzerine, renk (L^* , a^* , b^*), asitlik, briks değerlerinin, yoğunluğun, toplam antioksidan kapasite değerinin ve toplam fenolik madde içeriğinin etkisi Pearson korelasyon katsayısı hesaplanarak belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı yaban mersini türleri kullanılarak doğal yöntemle üretilen sirkelerin pH değerleri sırasıyla; YM 1 (*Vaccinium corymbosum* L.) (4.11 ± 0.04), YM 2 (*Vaccinium arctostaphylos* L.) (3.68 ± 0.02) ve YM 3 (*Vaccinium uliginosum* L.) (3.56 ± 0.02) olarak belirlenmiştir ($P<0.05$, Çizelge 1). Taşlıpınar (2018) yaptığı araştırmada yaban mersini (*Vaccinium myrtillus* L.) sirkесinin pH değerini 2.77 olarak belirlediğini bildirmiştir. Elde ettiğimiz bulgular ile araştırma arasında oluşan farklılıklar; sirke yapımında kullanılan meyve türü, hammadde, fermantasyon ve depolama koşullarından kaynaklanmıştır.

Yaban mersini sirkelerinin toplam asitlik değerleri en yüksek YM 1 örneğinde 27.5 ± 0.12 g L⁻¹, buna karşın en düşük ise, YM 3 örneğinde 19.6 ± 0.13 g L⁻¹ tespit edilmiştir ($P<0.05$, Çizelge 1). Dabija ve Hatnean (2014) yaptıkları araştırmalarında, elma sirkесinin toplam asitlik değerinin araştırmamız bulgularımızdan daha düşük 6.45 ± 2.55 g L⁻¹ olarak belirlediklerini bildirmişlerdir. Araştırmalar arasındaki mevcut farklılıklar; üretimde kullanılan hammadde, fermantasyon süresi ve fermantasyon sonrası depolama süresi gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır.

Varyans analiz sonuçlarına göre örnekler üzerinde; pH ve kuru madde değerlerinin $P<0.01$ düzeyinde çok anlamlı, briks ve yoğunluk değerlerinin ise; $P<0.05$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Farklı türlere ait yaban mersini sirke örneklerinin kuru madde değerlerinin en düşük YM 3 örneğinde ($\% 2.1\pm 0.02$), en yüksek ise; YM 1 örneğinde ($\% 4.8\pm 0.02$) olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$, Çizelge 1). Bakir ve ark. (2016)'da yaptıkları çalışmalarında üzüm ve elma sirkесinin kuru madde değerlerini sırasıyla 3.8 ± 0.30 , 4.3 ± 0.40 g L⁻¹ olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışma ile

araştırmamız bulguları arasındaki farklılığın nedenleri, suda çözünmeyen kuru maddelerin (nişasta, selüloz vb.) miktarının yaban mersini sirkesinde daha az olmasıdır.

Çizelge 1. Örneklerin bazı kimyasal analiz sonuçları

Tür	pH	Toplam asitlik (g L ⁻¹)	Kuru madde (%)	Kül (g L ⁻¹)	Briks (°Briks)	Yoğunluk (g cm ⁻³)
YM 1	4.11±0.04 ^a	27.5±0.12 ^a	4.8±0.02 ^a	4.5±0.17 ^a	4.91±0.07 ^a	1.039±0.05 ^a
YM 2	3.68±0.02 ^b	20.9±0.19 ^{ab}	2.7±0.03 ^b	2.5±0.11 ^b	2.96±0.04 ^b	1.023±0.02 ^b
YM 3	3.56±0.02 ^b	19.6±0.13 ^b	2.1±0.02 ^b	1.7±0.03 ^c	2.21±0.02 ^b	1.014±0.03 ^c

YM 1: *Vaccinium corymbosum* L., YM 2: *Vaccinium arctostaphylos* L., YM 3: *Vaccinium uliginosum* L.

a-c (1) Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

Örneklerin kül miktarı sırasıyla; YM 1 örneği 4.5±0.17 g L⁻¹, YM 2 örneği 2.5±0.11 g L⁻¹ ve YM 3 örneği 1.7±0.03 g L⁻¹ olarak belirlenmiştir (P>0.05, Çizelge 1). Dabija ve Hatnean (2014) çalışmalarında, elma sirkesinde kül miktarının 3.25±1.25 g L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Çalışmalar arasındaki mevcut farklılık; elma sirkesinin mineral madde oranının yaban mersini sirkesinden daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Yaban mersini sirke örnekleri içerisinde en yüksek briks değerinin; YM 1 örneğinde (4.91±0.07 °Brix), buna karşın en düşük ise, YM 3 örneğinde (2.21±0.02 °Brix) olduğu saptanmıştır (P<0.05, Çizelge 1). Taşlıpınar (2018) yaban mersini sirkesinin briks değerini 0.90 °Brix olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz bulgular ile yapılan çalışma arasındaki oluşan farklılıklara; örnek türü, fermantasyon koşulları ve suda çözünen kuru madde miktarındaki değişimin neden olmuştur.

Örneklerin yoğunluk değerleri sırasıyla; YM 1 örneğinde 1.039±0.05 g cm⁻³, YM 2 örneğinde 1.023±0.02 g cm⁻³ ve YM 3 örneğinde ise 1.014±0.03 g cm⁻³ olarak tespit edilmiştir (P<0.05, Çizelge 1). Dabija ve Hatnean (2014) yaptıkları çalışmada, elma sirkesinin yoğunluk değerini 1.08±0.05 g cm⁻³ olarak belirlemişlerdir. Çalışmalar arasında oluşan farklılık üzerinde; başlıca hammadde olmak üzere, fermantasyon ve üretim yöntemleri etkili olmuştur.

Üç farklı sirke örneği içerisinde en yüksek toplam antioksidan ve toplam fenolik madde değerleri; 141.14±6.6 µg TE mL⁻¹ ve 262.49±21.96 mg GAE L⁻¹ ile YM 1 (*Vaccinium corymbosum* L.) örneğinde tespit edilmiştir (P<0.05, Çizelge 2). Bakir ve ark. (2016)'da yaptıkları çalışmalarında üzüm ve elma sirke örneklerinin toplam antioksidan değerlerini sırasıyla 1624±244 ve 1087±149 mL TE L⁻¹, toplam fenolik madde içeriklerini ise yine sırasıyla 842±171 ile 459±58 µL GAE mL⁻¹ olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Yaban mersini sirkesinin karotenoidler, fitosteroller ve biyoaktif bileşenlerce daha zengin olması, toplam antioksidan ve toplam fenolik değerlerinin daha yüksek olmasına neden olmaktadır.

Değişik türlerde yaban mersini ile üretilen sirke numunelerinin, en yüksek iletkenlik değeri; YM 1 örneğinde, (2.51±0.33 µS cm⁻¹), buna karşın en düşük değer ise; YM 3 örneğinde (1.77±0.18 µS cm⁻¹) belirlenmiştir (P>0.05). Siddeeg ve ark. (2019) yaptıkları çalışmalarında hurma sirkesinin iletkenlik değerini araştırma bulgularımızdan daha yüksek 3.10±0.15 mS cm⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Araştırmalar arasındaki mevcut farklılıklar; çalışmalarda kullanılan hammadde, fermantasyon ve fermantasyon sonrası koşullardan kaynaklanmıştır.

Dokuz aylık depolama süresi sonunda yaban mersini sirke örneklerinin hiçbirisinde alkol varlığı tespit edilmemiştir (Çizelge 2). Benzer şekilde Taşlıpınar (2018) yaptığı yaban mersinin sirkelerinin alkol varlığının olmadığı belirlenmiştir.

Sirke örneklerine ait en yüksek parlaklık (L*) ve kırmızılık (a*) değerleri YM 2 örneğinde sırasıyla, 38.89±0.25 ve 1.83±0.15 olarak tespit edilmiştir. En yüksek sarılık (b*) değeri YM 3 örneğinde (-1.16±0.11), buna karşın en düşük YM 2 örneğinde (-2.31±0.17) saptanmıştır (P<0.05, Çizelge 3).

Taşlıpınar (2018) yaptığı bir araştırmada, 60 günlük depolama sonrasındaki yaban mersini (*Vaccinium myrtillus* L.) sirkesinin renk değerlerini L; 15.41, a; 19.52 ve b; 2.75 olarak tespit edilmiştir. Sirke üretiminde kullanılan hammadde ve depolama koşulları mevcut farklılığı oluşturmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre; örnekler üzerinde L* değerinin P<0.0001 düzeyinde çok fazla anlamlı olduğu, b* değerinin ise P<0.05 düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 2. Sirke örneklerinin toplam antioksidan madde, toplam fenolik madde, iletkenlik ve alkol değerleri

Tür	Toplam Antioksidan ($\mu\text{g TE mL}^{-1}$)	Toplam Fenolik (mg GAE L ⁻¹)	İletkenlik ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Alkol (%)
YM 1	141.14±6.6 ^a	262.49±21.96 ^a	2.51±0.33 ^a	-
YM 2	118.21±7.1 ^{ab}	131.23±16.24 ^{ab}	1.96±0.21 ^a	-
YM 3	96.11±5.6 ^b	92.29±18.52 ^b	1.77±0.18 ^a	-

YM 1: *Vaccinium corymbosum* L., YM 2: *Vaccinium arctostaphylos* L., YM 3: *Vaccinium uliginosum* L.
a-b (↓) Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

Çizelge 3. Sirke örneklerinin renk değerleri

Tür	L*	a*	b*
YM 1	26.57±0.19 ^b	1.49±0.12 ^{ab}	-1.43±0.13 ^a
YM 2	38.89±0.25 ^a	1.83±0.15 ^a	-2.31±0.17 ^a
YM 3	20.25±0.21 ^c	1.18±0.14 ^b	-1.16±0.11 ^b

YM 1: *Vaccinium corymbosum* L., YM 2: *Vaccinium arctostaphylos* L., YM 3: *Vaccinium uliginosum* L.
a-c (↓) Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

Çizelge 4. Sirke örneklerinin fizikokimyasal değerlerine ait varyans analiz sonuçları (P değerleri)

Fizikokimyasal Analizler	P Değerleri
Toplam Antioksidan	0.058
Toplam Fenolik	0.070
İletkenlik	0.239
Toplam asitlik	0.063
Kül	0.316
Kuru madde	0.009**
Brix	0.012*
Yoğunluk	0.005*
pH	0.002**
L*	<0.0001***
a*	0.097
b*	0.020*
Renk	0.007**
Aroma	0.001**
Koku	0.034*
Görünüş	0.007**
Genel beğeni	0.004**

P<0.0001***: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, P<0.01**: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, P<0.05*: İstatistiksel olarak anlamlı, P>0.05: İstatistiksel olarak anlamlı değil.

Yaban mersini sirkelerinin en yüksek mineral madde değerleri YM 1 örneğinde Potasyum (453.73±1.25 ppm), Magnezyum (263.47±1.63 ppm), Fosfor (263.09±1.35 ppm), Sodyum (39.98±0.16 ppm) ve Kalsiyum (26.28±0.18 ppm) olarak belirlenmiştir (P<0.05, Çizelge 5). Dabija ve Hatnean (2014) elma sirkesinin mineral madde içeriğiyle ilgili yaptıkları çalışmada, sırasıyla Alüminyum; 237.71 $\mu\text{g L}^{-1}$, Sodyum; 37.69 $\mu\text{g L}^{-1}$, Kalsiyum; 32.03 $\mu\text{g L}^{-1}$, Stronsiyum; 14.91 $\mu\text{g L}^{-1}$ ve Nikel; 13.41 $\mu\text{g L}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz bulgular ile araştırma verileri arasındaki mevcut farklılığın

oluşmasında; bitki örtüsü, toprak yapısı, üretimde kullanılan hammadde ve fermantasyon sonrası depolama koşullarının etkili olmuştur.

Yapılan varyans analiz sonuçlarında; örnek çeşidi üzerinde Na, Mg, K ve Ca mineral varlığının $P < 0.0001$ düzeyinde çok fazla anlamlı, Al ve Sn mineral varlıklarının $P < 0.01$ düzeyinde fazla anlamlı ve P mineral varlığının ise; $P < 0.05$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 5. Üç farklı yaban mersini sirke örneğinin mineral madde içerikleri (ppm)

Mineral Maddeler	YM 1	YM 2	YM 3
Na	39.98±0.16 ^a	36.76±0.21 ^b	30.53±0.14 ^c
Mg	263.47±1.63 ^a	185.84±1.75 ^b	114.21±1.49 ^c
K	453.73±1.25 ^a	441.16±1.34 ^b	419.59±1.43 ^c
Ca	26.28±0.18 ^a	21.87±0.15 ^b	14.46±0.13 ^c
P	263.09±1.35 ^a	251.50±1.46 ^b	245.91±1.85 ^b
Fe	1.67±0.11 ^a	1.32±0.13 ^{ab}	1.05±0.14 ^b
B	0.45±0.03 ^a	0.32±0.05 ^{ab}	0.22±0.07 ^b
Mn	2.94±0.16 ^a	2.69±0.15 ^a	2.33±0.12 ^a
Zn	1.99±0.12 ^a	1.68±0.18 ^a	1.41±0.15 ^a
Al	0.38±0.01 ^a	0.27±0.02 ^b	0.17±0.01 ^c
Ni	0.09±0.03 ^a	0.06±0.02 ^a	0.03±0.02 ^a
Sn*	7.91±0.16 ^a	6.82±0.15 ^b	5.67±0.18 ^c

YM 1: *Vaccinium corymbosum* L., YM 2: *Vaccinium arctostaphylos* L., YM 3: *Vaccinium uliginosum* L.

a-c (→) Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). *: (ppb)

Çizelge 6. Sirke örneklerinin mineral madde içeriklerine ait varyans analiz sonuçları (P değerleri)

Mineral Maddeler	P Değerleri
Na	<0.0001***
Mg	<0.0001***
K	<0.0001***
Ca	<0.0001***
P	0.010*
Fe	0.089
B	0.106
Mn	0.125
Zn	0.156
Al	0.002**
Ni	0.339
Sn	0.005**

$P < 0.0001$ ***: İstatistiksel olarak çok fazla anlamlı, $P < 0.01$ ** : İstatistiksel olarak fazla anlamlı, $P < 0.05$ *: İstatistiksel olarak anlamlı, $P > 0.05$: İstatistiksel olarak anlamlı değil.

Panelistler tarafından sirke örneklerine verilen duyu analizi skorları (renk, aroma koku, görünüş, genel beğeni) Çizelge 7’de gösterilmiştir. Örnekler içerisinde en yüksek duyu analizi skor değerlerinin tamamında YM 1 örneğinin en fazla beğenilen örnek olduğu saptanmıştır. YM 1 örneğinin duyu analizi değerleri; renk: 7.65±0.32, aroma: 7.71±0.09, koku: 6.31±0.33, görünüş: 7.92±0.41 ve genel beğeni: 7.81±0.34 olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$, Çizelge 7). Siddeeg ve ark. (2019) yaptıkları bir çalışmada, hurma sirkesini duyu analizi renk, aroma, koku, görünüş ve genel beğeni skorlarını sırasıyla 6.85, 6.90, 7.60, 7.50 ve 6.00 olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Araştırmalar arası farklılıklar; üretimde kullanılan ham madde ve fermantasyon koşullarından kaynaklanmıştır.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre örnekler üzerinde; renk, aroma, görünüş ve genel beğeni skor değerlerinin $P < 0.01$ düzeyinde fazla anlamlı, koku değerinin ise $P < 0.05$ düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 7. Üç farklı yaban mersini sirke örneğinin duyuşal değerlendirme sonuçları

Tür	Renk	Aroma	Koku	Görünüş	Genel beğeni
YM 1	7.65±0.32 ^a	7.71±0.09 ^a	6.31±0.33 ^a	7.92±0.41 ^a	7.81±0.34 ^a
YM 2	5.69±0.29 ^b	5.40±0.18 ^b	5.18±0.22 ^{ab}	5.13±0.36 ^b	5.19±0.29 ^b
YM 3	4.26±0.19 ^c	4.25±0.08 ^c	4.48±0.21 ^b	4.02±0.25 ^b	4.14±0.17 ^b

YM 1: *Vaccinium corymbosum* L., YM 2: *Vaccinium arctostaphylos* L., YM 3: *Vaccinium uliginosum* L.

a-c (1) Farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

>8: Mükemmel, 7-8: Çok İyi, 6-7: İyi, 5-6: Orta, 4-5: Kötü, <4: Kabul Edilemez.

Çizelge 8. Yaban mersini sirkelerinin duyuşal özellikleri üzerine, renk (L*, a*, b*), asitlik, briks değerlerinin, yoğunluğun ve toplam antioksidan kapasite değerinin ve toplam fenolik madde içeriğinin etkisi (r: korelasyon katsayısı)

	Renk	Aroma	Koku	Görünüş	Genel beğeni
L*	0.247ns	0.149ns	0.196ns	0.073ns	0.075ns
a*	0.400ns	0.330ns	0.358ns	0.280ns	0.273ns
b*	-0.093ns	0.005ns	-0.036ns	0.092ns	0.085ns
Asitlik	0.874*	0.932**	0.844*	0.942**	0.937**
Yoğunluk	0.948**	0.934**	0.921**	0.929**	0.925**
Briks	0.979**	0.964**	0.982**	0.988**	0.988**
Toplam Antioksidan Kapasite	0.944**	0.951**	0.908*	0.942**	0.939**
Toplam Fenolik Madde	0.881*	0.925**	0.849*	0.930**	0.924**

P<0.01**: İstatistiksel olarak fazla anlamlı, P<0.05*: İstatistiksel olarak anlamlı, ns: İstatistiksel olarak anlamlı değil.

Yaban mersini sirkelerinin duyuşal özellikleri üzerine, renk (L*, a*, b*), asitlik, briks değerlerinin, yoğunluğun ve toplam antioksidan kapasite değerinin ve toplam fenolik madde içeriğinin etkisi Çizelge 8'de gösterilmiştir.

Örneklerin duyuşal değerlerine renk ölçümlerinin önemli bir etkisi (P>0.05) görülmemiştir. Ancak örneklerin asitlik değerleri ile duyuşal değerleri arasında pozitif bir korelasyon saptanmıştır. Benzer şekilde örneklerin yoğunluk değerleri ile duyuşal değerleri arasında da yüksek oranda (P<0.01) pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Briks değerleri ile genel beğeni puanları arasında (r=0.988) çok yüksek oranda pozitif korelasyon saptanmıştır. Toplam antioksidan kapasite değerleri örneklerin renk ve aroma özellikleriyle pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı ile aroma, görünüş ve genel puanları arasında yüksek oranda korelasyon bulunmaktadır.

SONUÇ

Günümüzde çoğu hastalıkların tedavisinde kimyasal ve sentetik olarak üretilmiş ilaçlar kullanılmaktadır. Bu tür ilaçların birçoğu hastalıkları tedavi etmesinin yanında insan vücuduna kısa ve uzun vadeli ciddi yan etkiler bıraktığı yapılan araştırmalar neticesinde ortaya konulmuştur. Bu nedenle günümüz toplumunda insanlar daha çok doğal ve bitkisel kaynaklı tedavi yöntemlerine ilgi göstermektedirler. Özellikle yaban mersini sirkesinin içeriği toplam fenolik ve antioksidan kapasitesi yüksek oranda olması birçok hastalığın tedavisi için alternatif olarak öngörülmektedir.

Ayrıca yaban mersini sirkesinin güçlü bir potasyum kaynağı olduğu yaptığımız çalışma ile tespit edilmiştir. En fazla potasyum bulunduran gıdalar avokado ve ıspanak olarak bilinmektedir. Bu gıdaları tüketmeyen insanlar için yaban mersini sirkesi alternatif bir kaynak olarak önerilmektedir.

Yaban mersini sirkesi içeriği flavonoidler, fenolikler, antosiyaninler, polifenoller ve potasyumdan dolayı, antimikrobiyal ve antioksidan özelliğinin olması, özellikle karaciğer kanseri ve diğer kanser türleri, diyabet, LDL kolesterolünü düşürmesi ve kardiyovasküler hastalıkları önemli ölçüde azaltarak tedavi ettiği belirlenmiştir. İnsan sağlığı ve yaşam koşullarının iyileştirilmesi için oldukça faydalı bir gıda olduğu tespit edilmiştir. Fonksiyonel bir özelliği olan yaban mersini sirkesinin üretiminin ev koşullarından endüstriyel boyuta geçilmesi ve uluslararası boyutta tanıtımının yapılarak geniş kitlelere ulaşıması için gerekli çalışmalar yapılması önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Aadil RM, 2015. A Potential of Ultrasound on Minerals, Microorganisms, Phenolic Compounds and Colouring Pigments of Grapefruit Juice. *International Journal of Food Science & Technology*, 50: 1144-1150.
- Anonymous, 2015. SPSS 23.00 for Windows. SPSS Inc. Shicago IL,USA.
- AOAC, 2000a. Official Methods of Analysis (17th Ed.). 930.35 (d) Vinegars. Washington, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC, 2000b. Official Methods of Analysis (17th Ed.). 985.19. Washington, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC, 2016a. Official Methods of Analysis (20th Ed.). 930.15. Washington, USA: Association of Analytical Chemists.
- AOAC, 2016b. Official Methods of Analysis (20th Ed.). 981.12. Washington, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Bakir S, Toydemir G, Boyacioglu D, Beekwilder J, Capanoglu E, 2016. Fruit Antioxidants During Vinegar Processing: Changes in Content and in Vitro Bio-Accessibility. *International Journal of Molecular Sciences*, 17 (10): 1658.
- Bertoncelj J, Dobersek U, Jamnik M, Golob T, 2007. Evaluation of The Phenolic Content, Antioxidant Activity and Colour of Slovenian Honey. *Food Chemistry*, 105 (2): 822-828.
- Budak HN, 2010. Elma ve Üzümünden Üretilen Sirkelerin Bileşenleri ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Caillet S, Cote J, Sylvain JF, Lacroix M, 2012. Antimicrobial Effects of Fractions From Cranberry Products on The Growth of Seven Pathogenic Bacteria. *Food Control*, 23 (2): 419-428.
- Çelik H, 2006. Karadeniz Meyvesi İçin Yeni Bir Meyve Türü Yaban Mersini (Likapa), 2. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül 2006, Tokat.
- Dabija A, Hatnean CA, 2014. Study Concerning The Quality of Apple Vinegar Obtained Through Classical Method. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 20 (4): 304-310.
- Garcia-Garcia I, Cantero-Moreno D, Jimenez-Ot C, Baena-Ruano S, Jimenez-Hornero J, Santos-Duenas I, Bonilla-Venceslada J, Barja F, 2006. Estimating The Mean Acetification Rate Via On-Line Monitored Changes in Ethanol During A Semicontinuous Vinegar Production Cycle. *Journal of Food Engineering*, 80 (2): 460-464.
- Haroun MI, 2006. Türkiye’de Üretilen Bazı Çiçek ve Salgı Ballarının Fenolik Asit ve Flavonoid Profilinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Kadaş Z, 2011. Alıç Sirkesinin Biyoaktif Özelliklerinin ve Metabolik Etkilerinin İncelenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Leahy M, Speroni J, Starr M, 2002. Latest Developments in Cranberry Health Research. *Pharmaceutical Biology*, 40: 50-54.
- Siddeeg A, Zeng XA, Rahaman A, Manzoor MF, Ahmed Z, Ammar AF, 2019. Quality Characteristics of The Processed Dates Vinegar Under Influence of Ultrasound and Pulsed Electric Field Treatments. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (9): 4380-4389.
- Sun J, Chu YF, Wu XZ, Liu RH, 2002. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Common Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 7449-7454.
- Taşlıpınar ES, 2018. Sirke Üretim Prosesinin Bazı Yabani Meyvelerin Biyoaktif Özelliklerine Etkisi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Ünal E, 2007. Dimrit Üzümünden Değişik Yöntemlerle Sirke Üretimi Üzerinde Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Vinson JA, Bose P, Proch J, Al Kharrat H, Samman N, 2008. Cranberries and Cranberry Products: Powerful in Vitro, Ex Vivo, and In Vivo Sources of Antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (14): 5884-5891.

- Voss DH, 1992. Relating Colorimeter Measurement of Plant Color to The Royal Horticultural Society Colour Chart. *Hortscience*, 27 (12): 1256-1260.
- Vu KD, Carlettini H, Bouvet J, Cote J, Doyon G, Sylvain JF, 2012. Effect of Different Cranberry Extracts and Juices During Cranberry Juice Processing on The Antiproliferative Activity Against Two Colon Cancer Cell Lines. *Food Chemistry*, 132 (2): 959-967.
- Vvedenskaya IO, Rosen RT, Guido JE, Russell DJ, Mills KA, Vorsa N, 2004. Characterization of Flavonols in Cranberry (*Vaccinium macropon*) Powder. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 188-195.
- Weiss E, Kozlovsky A, Steinberg D, Lev-Dor R, Bar Ness Greenstein R, Feldman M, Sharon N, Ofek I, 2004. A High Molecular Mass Cranberry Constituent Reduces Mutan Streptococci Level In Saliva and Inhibits in Vitro Adhesion to Hydroxyapatite. *FEMS Microbiology Letters*, 232 (1): 89-92.
- Yıldız S, Yavaş H, Gürbüz O, Değirmencioğlu N, 2015. Türkiye’de Yetişen Yaban Mersini Meyvesinin Fenolik Bileşiklerinin Karakterizasyonu. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi*, 15: 17-18.
- Zhang L, Ma J, Pan K, Go VL, Chen J, You WC, 2005. Efficacy of Cranberry Juice on *Helicobacter Pylori* Infection: A Double-Blind, Randomized Placebocontrolled Trial. *Helicobacter*, 10(2), 139-145.