

Farklı Olgunluk Aşamasındaki Üvez (*Sorbus Domestica*) Meyvesinden Üretilen Sirkelerin Bazı Fizikokimyasal ve Fitokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

*Makale Bilgisi / Article Info

Alındı/Received: 25.06.2024

Kabul/Accepted: 05.10.2024

Yayımlandı/Published: 07.02.2025

Determination of Some Physicochemical and Phytochemical Properties of Vinegars Produced From Service Tree (*Sorbus Domestica*) Fruits at Different Maturity Stages

Esra ESİN* 

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat, Türkiye.



© Afyon Kocatepe Üniversitesi

© 2025 The Author | Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 (CC BY-NC) International License

Öz

Yapılan bu çalışmada iki farklı olgunluk aşamasındaki (ham ve olgun) üvez (*Sorbus domestica*) meyvesinden geleneksel yöntemlerle sirke üretiminin yapılması ve üretilen sirkelerin fizikokimyasal ve fitokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla sirke örneklerinde kurumadde, pH, titrasyon asitliği (TA) ve renk analizlerinin yanısıra toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite (ABTS, FRAP, DPPH) analizleri gerçekleştirilmiştir. Ham üvez (*Sorbus domestica*) meyvesinden üretilen sirkelerin kuru Madde, pH, TA, L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 1.63 ± 0.03 , 3.62 ± 0.01 , 0.97 ± 0.01 , 41.67 ± 0.58 , -0.16 ± 0.02 ve 6.77 ± 0.64 olarak belirlenmiştir. Olgun üvez (*Sorbus domestica*) meyvesinden üretilen sirkelerin kuru madde, pH, TA, L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 2.34 ± 0.06 , 3.82 ± 0.02 , 1.01 ± 0.02 , 30.22 ± 0.65 , 3.22 ± 0.18 ve 18.51 ± 0.93 olarak tespit edilmiştir. İki farklı olgunluk aşamasındaki (ham ve olgun) üvez meyvesinden üretilen sirke örneklerinin toplam fenolik madde miktarları sırasıyla $507.67 \pm 24.01 \mu\text{g GAE ml}^{-1}$ ve $857.67 \pm 19.85 \mu\text{g GAE ml}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre üvez meyvesinin olgunluk düzeyinin artması ile sirke örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarında artışlar meydana geldiği ve bu artışların istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu görülmektedir. Ham üvez (*Sorbus domestica*) meyvesinden üretilen sirkelerin ABTS, FRAP, DPPH ve toplam flavonoid miktarları sırasıyla $1848.18 \pm 37.48 \mu\text{g TE ml}^{-1}$, $1083.46 \pm 34.35 \mu\text{g TE ml}^{-1}$, $192.65 \pm 23.83 \mu\text{g TE ml}^{-1}$ ve $12.31 \pm 5.21 \text{ mg KE ml}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Olgun üvez (*Sorbus domestica*) meyvesinden üretilen sirkelerin ABTS, FRAP, DPPH ve toplam flavonoid miktarları sırasıyla $1973.18 \pm 20.16 \mu\text{g TE ml}^{-1}$, $1131.22 \pm 35.49 \mu\text{g TE ml}^{-1}$, $54.08 \pm 7.14 \mu\text{g TE ml}^{-1}$ ve $922.31 \pm 34.62 \text{ mg KE ml}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, özellikle olgun üvez meyvelerinden üretilen sirkelerin birçok sirke çeşidine kıyasla daha fazla toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu ve bu meyvenin sirke üretimi için potansiyel bir kaynak olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler Üvez meyvesi, *Sorbus domestica*, Toplam fenolik, Toplam flavonoid, Renk, Antioksidan aktivite

Abstract

In this study, it was aimed to produce vinegar from service tree (*Sorbus domestica*) fruits at two different maturity stages (raw and ripe) by traditional methods and to determine the physicochemical and phytochemical properties of the produced vinegars. For this purpose, vinegar samples were analysed for dry matter, pH, titratable acidity (TA) and colour analyses as well as total phenolic matter, total flavonoids and antioxidant activity (ABTS, FRAP, DPPH). Dry matter, pH, TA, L*, a* and b* values of vinegars produced from raw service tree fruit (*Sorbus domestica*) were determined as $1.63 \pm 0.03\%$, 3.62 ± 0.01 , $0.97 \pm 0.01\%$, 41.67 ± 0.58 , -0.16 ± 0.02 and 6.77 ± 0.64 , respectively. Dry matter, pH, TA, L*, a* and b* values of vinegars produced from ripe service tree fruit (*Sorbus domestica*) were $2.34 \pm 0.06\%$, 3.82 ± 0.02 , $1.01 \pm 0.02\%$, 30.22 ± 0.65 , 3.22 ± 0.18 and 18.51 ± 0.93 , respectively. Total phenolic matter values of vinegar samples produced from service tree fruit at two different maturity stages (raw and ripe) were determined as $507.67 \pm 24.01 \mu\text{g GAE ml}^{-1}$ and $857.67 \pm 19.85 \mu\text{g GAE ml}^{-1}$, respectively. Based on the results acquired, it has been observed that as the maturity stages of the service tree fruit increases, there are increases in the total phenolic compound amounts in the vinegar samples, and these increases are statistically significant ($p < 0.05$). ABTS, FRAP, DPPH and total flavonoid amounts of vinegars produced from raw service tree fruit (*Sorbus domestica*) were determined as $1848.18 \pm 37.48 \mu\text{g TE/ml}$, $1083.46 \pm 34.35 \mu\text{g TE ml}^{-1}$, $192.65 \pm 23.83 \mu\text{g TE ml}^{-1}$ and $12.31 \pm 5.21 \text{ mg KE ml}^{-1}$, respectively. ABTS, FRAP, DPPH and total flavonoid amounts of vinegars produced from ripe service tree fruit (*Sorbus domestica*) were determined as $1973.18 \pm 20.16 \mu\text{g TE ml}^{-1}$, $1131.22 \pm 35.49 \mu\text{g TE ml}^{-1}$, $54.08 \pm 7.14 \mu\text{g TE ml}^{-1}$ and $922.31 \pm 34.62 \text{ mg KE ml}^{-1}$, respectively. In conclusion, it is believed that vinegars produced from mature service tree fruits have a higher total phenolic content compared to many other types of vinegar, and that this fruit represents a potential source for vinegar production.

Keywords Service tree fruit; *Sorbus domestica*; Total phenolic; Total flavonoid; Colour, Antioxidant activity

1. Giriş

Rosaceae familyasının Pomoideae alt familyasına ait olan Üvez (*Sorbus L.*) odunsu bir bitkidir (Yersüren ve Zencir, 2019). 100 adet türü olduğu bilinen bu cinsin ülkemizde 12 türü ve 17 taksonunun var olduğu bilinmektedir. Bunlardan, *Sorbus aucuparia (L.)* (kuş üvezi), *Sorbus domestica (L.) Crantz.* (has üvez), *Sorbus torminalis (L.) Crantz.* (akcağaç yapraklı üvez) ve *Sorbus umbellata (Desf) Fritsch.* (ak üvez) en önemli türleri olup, genellikle süs bitkisi olarak ekonomik değere sahiptirler (Kartal ve Gür, 2020).

S. domestica L. türü daha çok Orta ve Batı Karadeniz Bölgesinde, Marmara Bölgesi ile İç Anadolu'nun kuzeyinde yaygın olmakla birlikte Göller yöresinde, İç Ege ile Hatay yöresinde de bulunur. Geçit bölgelerindeki illerde (Tokat gibi) yaygın olarak doğada kendiliğinden yetişmekte olup, kapama bahçeler şeklinde yetiştiriciliği yoktur. Klimakterik bir meyve türü olan üvez, çikolata rengine dönüşünce (yumuşayınca) çekirdeği ile beraber tüketilir. Meyve olgunlaştırılıp tüketildiği gibi işlenerek konserve, komposto, çay, meyve suyu, reçel, marmelat ve kurutulmuş gıda olarak da tüketilmektedir (Kartal ve Gür, 2020). Diğer besin maddeleri ile birlikte özellikle tanence zengin olması üvez meyvesinin tüketim açısından değerini arttırmaktadır (Atasever ve Gerçekcioğlu, 2013). << Üvez, içeriğindeki doğal antioksidanlar nedeniyle karaciğer hastalığı, şeker hastalığı, ilkbahar yorgunlukları, kış hastalıkları, ses kısılması, ishal gibi sağlık problemlerini önlemek ve safrayı güçlendirmek için kullanılır (Kartal ve Gür, 2020).

Sirke, tarih boyunca gıda ve içeceklerin saklanması ve tatlandırılması için kullanılan önemli bir fermente üründür. Sirke kelimesi "ekşi şarap" anlamına gelen Fransızca "winegar" kelimesinden doğmuş olup, etil alkolün asetik asit ile fermantasyonu sonucu meydana gelen biyokimyasal bir üründür (Karakayalı ve Kanca, 2021). Sirkeler, üretimi sırasında kullanılan hammaddeye bağlı olarak meyve ve tahıl sirkeleri olarak kategorize edilmektedir. Meyve sirkesi üretiminde genellikle hammadde olarak üzüm ve elma kullanılmasıyla birlikte yöresel olarak cennet hurması (persimmon) (Güney Kore, Japonya), çilek (İspanya), erik (Japonya), hindistancevizi (Güneydoğu Asya), hurma (Orta Doğu), incir (Türkiye), vişne (Avrupa, ABD) gibi çeşitli meyveler de sirke üretiminde genellikle yüksek şeker içeriği ve fermantasyona uygun özellikleri nedeniyle hammadde olarak tercih edilmektedir (Yücel Şengün ve Kılıç, 2018).

Son yıllarda, alternatif sirke kaynaklarına olan ilgi artmıştır. Doğal ve yerel kaynaklardan sirke üretimi, çevresel sürdürülebilirlik ve yerel ekonomi açısından

avantajlar sunmaktadır. Meyve sirkesi genellikle meyve işleme yan ürünlerinden, tarımsal artıklardan ve standart altı meyvelerden yapılır, bu nedenle meyve sirkesi üretiminin maliyeti düşüktür. Meyve sirkesinin üretilmesi ile bu atıkların içerdiği organik asitler, vitaminler, mineraller ve biyoaktif maddeler iyi bir şekilde ürün içerisinde tutulabilmekte, böylece ticari değeri yüksek ürünler üretilmektedir. Bu bağlamda, çeşitli meyve türleri sirke üretimi için potansiyel alternatifler olarak değerlendirilmektedir (Xu ve ark., 2022). Ayrıca son yıllarda, bilinçli tüketici talepleri ve doğal ürünlere olan ilgi arttıkça, farklı meyve türlerinden elde edilen sirke çeşitleri popülerlik kazanmaktadır.

S. domestica L türünün meyvelerinin morfolojik ve kimyasal özellikleri ile ilgili birçok çalışma yapılmış olmakla birlikte (Termentzi ve ark.,2006; Termentzi ve ark.,2009; Atasever ve Gerçekcioğlu, 2013; Lüle ve Koyuncu, 2015; Sönmez ve Kırbağ, 2019; Kartal ve Gür, 2020) geleneksel tıpta yaygın olarak kullanılan *S. Domestica* nın ülkemizde yetişen meyvelerinden sirke üretimi ve ürün özellikleri ile ilgili literatürde her hangi bir veriye ulaşılmamıştır. Bu amaçla bu çalışmada *S. domestica L* türünün iki farklı olgunluk düzeyindeki meyvelerinden geleneksel yöntemle sirke üretimi gerçekleştirilmiş ve ürün özellikleri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak kullanılan üvez meyvesi Tokat İli Pazar (40° 16' 38.1216" Kuzey ve 36° 17' 5.0928" Doğu) ilçesinden yabani ağaçlardan toplanarak temin edilmiştir. 2 farklı olgunluk düzeyindeki (ham ve olgun) üvez meyveleri 2022 yılı Eylül ayı başında toplanmıştır. Yeşil renkli meyveler ham, çikolata kahvesi renkli meyveler olgun olarak gruplandırılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Ham ve olgun üvez meyveleri

Sirke örneklerinin üretimi; Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Örneklerin eldesi için doğal (yavaş) sirke üretim yöntemi uygulanmıştır. Araştırmada, sofrasekeri, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ve sirke anası kullanılarak, ham ve olgun üvez meyvelerinden iki farklı doğal sirke üretimi gerçekleştirilmiştir.

Bu amaçla; cam kavanozlara öncelikle üvez meyvelerinden (toz vs. yabancı maddelerden temizlenmiş) üzerine içilebilir nitelikte çeşme suyu ile yıkanarak, varsa çürük, yaprak ve dal parçacıklarından ayıklanmış) 2.0 kg eklenmiş, üzerlerine sırasıyla 180 g şeker ilave edilerek, distile su ile 5 L'ye tamamlanmış ve 25 °C' de yaklaşık 4 hafta süresince fermantasyona bırakılmıştır. Sirke oluşum süresince hammaddeler günde 2 kez karıştırılarak homojen olması sağlanmıştır. Meyveler dibe çökene kadar karıştırma işlemi devam etmiştir. Çökme işlemi tamamlandıktan sonra meyveler süzülüş ve sirke anası oluşumu beklenilmiştir. Sirke anası zamanla (yaklaşık 1 ay) dibe çökmeye başlamıştır. Sirke anasının dibe çökmesi ile sirkeleşme tamamlanmıştır. Sirke örnekleri pastörizasyon işlemi uygulanmadan şişelenmiş, analiz öncesinde cam şişelerde +4°C 'de buzdolabı

koşullarında depo edilmiştir. Çalışma 2 paralel olarak tekrarlanmıştır.

2.2. Metod

2.2.1. Uygulanan analizler

Toplam kuru madde, titrasyon asitliği, pH ve renk analizleri Cemeröğlu (2010) belirttiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Sirke örneklerinin Folin-Ciocalteu (FC) yöntemi uygulanarak toplam fenolik madde miktarı tayini gerçekleştirilmiş ve sonuçlar µg gallik asit eşdeğeri (GAE) ml⁻¹ olarak verilmiştir (Arslan ve ark., 2023). Sirke örneklerinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesi için katyon radikali indirgeme (ABTS^{•+}) (Re ve ark., 1999), Demir (III) iyonu indirgeyici Antioksidan Gücü (FRAP) (Benzie ve Strain, 1996) ve serbest radikali giderme aktivitesi (DPPH[•]) (Blasi ve ark., 2016) tayini ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar µg TE (Trolox Eşdeğeri) ml⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Sirke örneklerinin toplam flavonoid madde miktarı Gaafar ve Salama (2013)'nın, metodunun modifikasyonu ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar mg kuersetin eşdeğeri (KE) ml⁻¹ olarak ifade edilmiştir. Uygulama ortalamaları Excelde Unpaired Sample T Test (Independent T-Test) kullanılarak 0.05 güven sınırında istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Sirke örneklerine ait fizikokimyasal özellikler

Özellikler	Ham Üvez Sirkesi	Olgun Üvez Sirkesi
Kuru Madde (% g/100 ml)	1.63±0.03 ^{b*}	2.34 ±0.06 ^a
pH	3.62±0.01 ^b	3.82±0.02 ^a
TA (% asetik asit cinsinden)	0.97±0.01 ^b	1.01±0.02 ^a
L*	41.67±0.58 ^a	30.22±0.65 ^b
a*	-0.16±0.02 ^b	3.22±0.18 ^a
b*	6.77±0.64 ^b	18.51±0.93 ^a

*Değerler ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir. Aynı satırda yer alan aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0.05).

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Üvez meyve sirkelerinin fizikokimyasal özellikleri

Ham ve olgun üvez meyvelerinden üretilen sirke örneklerine ait toplam kuru madde, pH, titrasyon asitliği ve renk (L*, a* ve b*) analizlerine ait bulgular Çizelge 1' de verilmiştir. İki farklı olgunluk düzeyinde (ham ve olgun) üvez meyvesinden üretilen sirke örneklerinin toplam kuru madde değerleri sırasıyla 1.63±0.03 ve 2.34 ±0.06 olarak belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde üvez meyvesinin olgunluk düzeyinin artması ile birlikte sirke örneklerinin toplam kuru madde değerlerinde artışlar meydana geldiği ve bu artışların önemli (p<0.05) bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Budak (2015) beyaz dut sirkelerinde

toplam kuru madde değerlerinin 2.90±0.08; Pashazadeh ve ark. (2021) siyah kuşburnu sirkelerinde toplam kuru madde değerlerinin %3.65±0.06; Prisacaru ve ark. (2021) muz kabuklarından üretimini gerçekleştirdikleri sirkelerde toplam kuru madde değerlerinin %2.11±0.11; Özdemir ve ark. (2022) kuşburnu sirkelerinde toplam kuru madde değerlerinin %1.76±0.01 aralıklarında değiştiğini bildirmiştir.

Sonuçlar arasındaki farklılıkların kullanılan hammaddeye ve sirke üretim yöntemine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği düşünülmektedir.

Ham ve olgun üvez meyvelerinden üretilen sirke örneklerine ait pH değerleri sırasıyla 3.62±0.01 ve

3.82±0.02 olarak belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde olgunluk düzeyinin örneklerin pH değerleri üzerinde değişiklikler meydana getirdiği ve sirke örneklerinin pH değerleri arasındaki farklılıkların önemli ($p<0.05$) olduğu; olgunluk düzeyindeki artışa bağlı olarak sirke örneklerinin pH değerinde artış meydana geldiği belirlenmiştir. Kadaş (2011) geleneksel yöntemle üretilen alıç sirkelerinin pH değerlerinin 3.28±0.26; Budak (2015) beyaz dut sirkelerinde pH değerlerinin 3.08±0.09; Yücel Şengün ve Kılıç (2018) ev yapımı beyaz dut sirkelerinde pH değerlerinin 2.87±0.43; Kaya ve ark. (2021) ev yapımı elma sirkelerinde pH değerlerinin 3.18; Zhai ve ark. (2021), taze elma sirkesinde pH değerini 4.18±0.01; Özdemir ve ark. (2022) alıç sirkelerinde pH değerlerinin 3.63±0.10; Özdemir ve ark. (2022) kuşburnu sirkelerinde pH değerlerinin 3.50±0.05 aralıklarında değiştiğini bildirmiştir. Sonuçlar arasındaki farklılıkların kullanılan hammaddeye ve sirke üretim yöntemine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği düşünülmektedir.

İki farklı olgunluk düzeyinde (ham ve olgun) üvez meyvesinden üretilen sirke örneklerinin titrasyon asitliği değerleri sırasıyla %0.97±0.01 ve %1.01±0.02 olarak belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde üvez meyvesinin olgunluk düzeyinin artması ile sirke örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde artışlar meydana geldiği ve bu artışların önemli ($p<0.05$) bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Yapılan literatür çalışmalarında titrasyon asitliği değerleri; geleneksel yöntemle üretilen alıç sirkelerinde 3.70 g/100 ml (Kadaş, 2011); beyaz dut sirkelerinde %5.72±0.12 (Budak, 2015); ev yapımı beyaz dut sirkelerinde 4.07±0.16 g/100 ml (Yücel Şengün ve Kılıç, 2018); ev yapımı elma sirkelerinde 10.20 g/l (Kaya ve ark., 2021); taze elma sirkesinde %6.16±0.33 g/100 ml (Zhai ve ark., 2021), alıç sirkelerinde %4.13±0.41 (Özdemir ve ark., 2022), kuşburnu sirkelerinde 4.62±0.31 (Özdemir ve ark., 2022) olarak bildirilmiştir. Çalışmada elde edilen bulguların literatürde verilen değerlerden düşük olduğu, sirkelerin asitliğindeki farklılıkların, hammaddelere, fermantasyonda rol oynayan asetik asit bakterilerinin miktarına / türüne ve fermantasyon süresine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği düşünülmektedir.

Ham ve olgun üvez meyvelerinden üretilen sirke örneklerine ait L* değerleri sırasıyla 41.67±0.58 ve 30.22±0.65 olarak belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde olgunluk düzeyinin örneklerin L* değerleri üzerinde değişiklikler meydana getirdiği ve sirke örneklerinin L* değerleri arasındaki farklılıkların önemli ($p<0.05$) olduğu; olgunluk düzeyindeki artışa bağlı olarak sirke örneklerinin L* değerinde azalış meydana geldiği belirlenmiştir. L* değerinin düşük olması rengin koyuluğunu ifade etmektedir. Üvez meyvesinin rengi olgunlaşma ile

yeşilden kahverengine doğru dönmektedir. Dolayısıyla L* değerinin olgunlaşma ile azalması bu duruma bağlanmaktadır. Kadaş (2011), geleneksel yöntemle üretilen alıç sirkelerinin L* değerlerinin 31.40±4.12; Zhai ve ark. (2021), taze elma sirkesinde L* değerlerinin 45.86±1.78; Özdemir ve ark. (2022), kuşburnu sirkelerinde L* değerlerinin 29.73±0.09 aralıklarında değiştiğini bildirmiştir. Yapılan çalışmalar, sirke renginin başta hammadde rengi olmak üzere sirke üretim aşamaları ve kullanılan üretim şekli ile de ilişkili olduğunu, farklı sirkelerin renk özelliklerinin önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır.

İki farklı olgunluk düzeyinde (ham ve olgun) üvez meyvesinden üretilen sirke örneklerinin a* değerleri sırasıyla -0.16±0.02 ve 3.22±0.18 olarak belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde üvez meyvesinin olgunluk düzeyinin artması ile sirke örneklerinin a* değerlerinde artışlar meydana geldiği ve bu artışların önemli ($p<0.05$) olduğu görülmektedir. Üvez meyvesinden sirke yapımına dair benzer çalışmalar olmamasından dolayı farklı meyvelerden üretilen sirkeler ile kıyaslama yapılmaktadır. Kadaş (2011), geleneksel yöntemle üretilen alıç sirkelerinin a* değerlerinin 20.48±3.22; Zhai ve ark. (2021), taze elma sirkesinde a* değerlerinin 1.1±0.75; Özdemir ve ark. (2022), kuşburnu sirkelerinde a* değerlerinin -2.82±0.02 aralıklarında değiştiğini bildirmiştir. Yapılan çalışmalarda hammadde olarak kullanılan meyvenin doğal renginin a* değerleri üzerinde farklılık oluşturduğu düşünülmektedir.

Ham ve olgun üvez meyvelerinden üretilen sirke örneklerine ait b* değerleri sırasıyla 6.77±0.64 ve 18.51±0.93 olarak belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde olgunluk düzeyinin örneklerin b* değerleri üzerinde değişiklikler meydana getirdiği ve sirke örneklerinin b* değerleri arasındaki farklılıkların önemli ($p<0.05$) bir etkiye sahip olduğu; olgunluk düzeyindeki artışa bağlı olarak sirke örneklerinin b* değerinde artış meydana geldiği belirlenmiştir. Örneklerin b* değerinin olgunlaşma ile artmış olmasının nedeni, meyvenin olgunlaştıkça iç renginin daha sarı renk olduğundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kadaş (2011), geleneksel yöntemle üretilen alıç sirkelerinin b* değerlerinin 40.08±3.67; Zhai ve ark. (2021), taze elma sirkesinde b* değerlerinin 13.80±0.24; Özdemir ve ark. (2022), kuşburnu sirkelerinde b* değerlerinin 5.77±0.02 aralıklarında değiştiğini bildirmiştir. Yapılan çalışmalar, sirke renginin başta hammadde rengi olmak üzere sirke üretim aşamaları ve kullanılan üretim şekli ile de ilişkili olduğunu, farklı sirkelerin renk özelliklerinin önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 2. Sirke örneklerine ait toplam fenolik madde, antiradikal aktivite ve toplam flavonoid özellikler

Özellikler	Ham Üvez Sirkesi	Olgun Üvez Sirkesi
Toplam fenolik madde ($\mu\text{g GAE ml}^{-1}$)	507.67 \pm 24.01 ^{b*}	857.67 \pm 19.85 ^a
ABTS ($\mu\text{g TE ml}^{-1}$)	1848.18 \pm 37.48 ^b	1973.18 \pm 20.16 ^a
FRAP ($\mu\text{g TE ml}^{-1}$)	1083.46 \pm 34.35 ^a	1131.22 \pm 35.49 ^a
DPPH ($\mu\text{g TE ml}^{-1}$)	192.65 \pm 23.83 ^a	54.08 \pm 7.14 ^b
Toplam flavonoid (mg KE ml ⁻¹)	12.31 \pm 5.21 ^b	922.31 \pm 34.62 ^a

*Değerler ortalama \pm standart sapma olarak ifade edilmiştir. Aynı satırda yer alan aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0.05$).

3.2. Üvez meyve sirkelerinin fitokimyasal özellikleri

Ham ve olgun üvez meyvelerinden üretilen sirkelere ait toplam fenolik ve flavonoid madde, üç farklı yöntemle (ABTS, FRAP, DPPH) belirlenen antioksidan aktivitelerine ait bulgular Çizelge 2' de gösterildiği gibidir. İki farklı olgunluk düzeyinde (ham ve olgun) üvez meyvesinden üretilen sirke örneklerinin toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 507.67 \pm 24.01 $\mu\text{g GAE ml}^{-1}$ ve 857.67 \pm 19.85 $\mu\text{g GAE ml}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde üvez meyvesinin olgunluk düzeyinin artması ile sirke örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarında artışlar meydana geldiği ve bu artışların önemli ($p<0.05$) bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Literatürde; üvez sirkesi ile ilgili olarak veri bulunamamasına karşın çeşitli sirkelerin toplam fenolik madde miktarlarının incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. Kadaş (2011), geleneksel yöntemle üretilen alıç sirkelerinin toplam fenolik madde miktarını 502 \pm 80 mg GAE L⁻¹; Budak (2015), beyaz dut sirkelerinde toplam fenolik madde değerlerinin 972.71 mg GAE L⁻¹; Yücel Şengün ve Kılıç (2018), ev yapımı beyaz dut sirkelerinde toplam fenolik madde miktarını 557.5 \pm 28.99 mg GAE L⁻¹; Yücel Şengün ve Kılıç (2020), incir sirkelerinde toplam fenolik madde miktarını 767 \pm 8.48 mg GAE L⁻¹, dut sirkelerinde 557.5 \pm 28.99 mg GAE L⁻¹; Pashazadeh ve ark. (2021), siyah kuşburnu sirkelerinde toplam fenolik madde miktarını 13.85 \pm 0.30 mg GAE L⁻¹; Prisacaru ve ark. (2021), muz kabuklarından üretimini gerçekleştirdikleri sirkelerde toplam fenolik madde miktarını 5.72 \pm 0.44 mg GAE L⁻¹; Özdemir ve ark. (2022), alıç sirkelerinde toplam fenolik madde miktarını 2420.73 mg GAE L⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Sonuçlar karşılaştırıldığında olgun üvez meyvesinden üretilen sirkelerin sadece Budak (2015) ve Özdemir ve ark. (2022) çalışmalarından düşük olduğu, diğer hammaddelerden elde edilen sirke örneklerine göre daha yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu görülmektedir. Sirke örneklerinde toplam fenolik madde miktarlarının birbirinden bu kadar farklılık göstermesinde en büyük sebebin kullanılan meyve

türünün özelliklerinin yanısıra fermantasyon ve depolama koşullarından da kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Ham ve olgun üvez meyvelerinden üretilen sirke örneklerine ait ABTS miktarları sırasıyla 1848.18 \pm 37.48 $\mu\text{g TE ml}^{-1}$ ve 1992.12 \pm 33.73 $\mu\text{g TE ml}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde olgunluk düzeyinin örneklerin ABTS değerleri üzerinde değişiklikler meydana getirdiği, sirke örneklerinin ABTS miktarları arasındaki farklılıkların önemli ($p<0.05$) olduğu; olgunluk düzeyindeki artışa bağlı olarak sirke örneklerinin ABTS değerinde artış meydana geldiği belirlenmiştir. Kırıcı (2017), güvem meyvesi sirkelerinde ABTS miktarını 2.3-12.7 $\mu\text{mol ml}^{-1}$; Aybek (2019), zivzik narı sirkesinde ABTS miktarını 0.5503 \pm 0.1399 mg Trolox eşdeğeri ml⁻¹; Özdemir (2019), Alıç sirkelerinde ABTS miktarını 13.01 \pm 0.70mM; Özdemir ve ark. (2022), kuşburnu sirkelerinde ABTS miktarını 84.20 \pm 10.11 mmol TE ml⁻¹ olarak bildirmişlerdir.

İki farklı olgunluk düzeyinde (ham ve olgun) üvez meyvesinden üretilen sirke örneklerinin FRAP değerleri sırasıyla 1083.46 \pm 34.35 $\mu\text{g TE ml}^{-1}$ ve 1131.22 \pm 35.49 $\mu\text{g TE ml}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde üvez meyvesinin olgunluk düzeyinin artması ile sirke örneklerinin FRAP değerlerinde artışlar meydana geldiği ancak bu artışların istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. Aybek (2019), zivzik narı sirkesinde FRAP miktarını 18.8889 \pm 1.7983 mg Trolox eşdeğeri ml⁻¹ olarak bildirmiştir.

İki farklı olgunluk düzeyinde (ham ve olgun) üvez meyvesinden üretilen sirke örneklerinin DPPH değerleri sırasıyla 192.65 \pm 23.83 $\mu\text{g TE ml}^{-1}$ ve 54.08 \pm 7.14 $\mu\text{g TE ml}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde üvez meyvesinin olgunluk düzeyinin artması ile sirke örneklerinin DPPH değerlerinde azalışlar meydana geldiği ve bu azalışların önemli ($p<0.05$) olduğu görülmektedir. Alak (2015), bal sirkelerinde DPPH miktarını 233.01-1431.00 mg kg⁻¹; Kılıç (2017), dört farklı ilden temin ettiği incir sirkelerinde DPPH miktarını %10.38-

73.79; Kırıcı (2017), güvem meyvesi sirkelerinde DPPH miktarını 0.1-1.2 $\mu\text{mol ml}^{-1}$; Haykir (2018), Trabzon hurması sirkesinde DPPH miktarını 0.06±0.02 mg TEAC ml^{-1} , muşmula meyvesi sirkesinde 0.234±0.015 mg TEAC ml^{-1} , alıç meyvesi sirkesinde 0.229±0.17 mg TEAC ml^{-1} ; Aybek (2019), zivzik narı sirkesinde DPPH miktarını 10.8751 mg Trolox eşdeğeri ml^{-1} ; Bozdemir ve ark. (2020), farklı markalara ait alıç sirkelerinde DPPH miktarını 38.70 ve 80.79 $\mu\text{L ml}^{-1}$, nar sirkelerinde ise 6.38, 8.28 ve 5.83 $\mu\text{L ml}^{-1}$; Antoniewicz ve ark. (2021), 3 farklı elma çeşidinde DPPH miktarını %41.96-72.46; Pashazadeh ve ark. (2021), siyah kuşburnu sirkelerinde DPPH miktarını 99.52±1.72 mmol TE ml^{-1} ; Gao ve ark. (2022), 60 günlük fermantasyon sonrasında siyah kurt üzümü sirkelerinde DPPH miktarını %63.93±3.21; Özdemir ve ark. (2022), kuşburnu sirkelerinde DPPH miktarını 51.39±2.04 mmol TE ml^{-1} olarak bildirmişlerdir.

Ham ve olgun üvez meyvelerinden üretilen sirke örneklerine ait toplam flavonoid madde miktarları sırasıyla 12.31±5.21 mg KE ml^{-1} ve 922.31±34.62 mg KE ml^{-1} olarak belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde olgunluk düzeyinin örneklerin toplam flavonoid madde miktarları üzerinde önemli ($p<0.05$) olduğu ve olgunluk düzeyindeki artışa bağlı olarak sirke örneklerinin toplam flavonoid madde miktarında artış meydana geldiği belirlenmiştir. Antoniewicz ve ark. (2021), 3 farklı elma çeşidinde toplam flavonoid madde miktarını 164.16-309.10 ± 0.06 mg RE L^{-1} (mg of rutin equivalent in 1 L of liquid); Yıkılmış ve ark. (2021), geleneksel yöntemle üretilen domates sirkesinde toplam flavonoid madde miktarını 2.37 mg CE ml^{-1} (mg of (+)-kateşin eşdeğeri L^{-1}); Gao ve ark. (2022), 60 günlük fermantasyon sonrasında siyah kurt üzümü sirkelerinde toplam flavonoid madde miktarını 3.99 ± 0.06 mg ml^{-1} olarak bildirmişlerdir.

Sonuçlar karşılaştırıldığında, hammadde ve üretim yöntemine bağlı olarak değerlerin farklı olduğu, farklı hammaddeler veya üretim yöntemleri kullanılarak üretilen sirkelerin kalite bakımından birbirlerinden farklı oldukları görülmektedir. Özellikle hammaddenin bileşiminin sirkenin bileşimi üzerinde direkt etkiye sahip olduğu, hammaddenin bileşimi üzerinde de; iklim, toprak koşulları, yetiştirme teknikleri ve çeşit gibi birçok faktörün etkili olduğu düşünülmektedir.

4. Sonuç

Bu çalışmada, iki farklı olgunluk aşamasındaki (ham ve olgun) üvez (*Sorbus domestica*) meyvesinden geleneksel yöntemlerle sirke üretiminin yapılması ve üretilen sirkelerin fizikokimyasal ve fitokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışma özellikle

olgun üvez meyvelerinden üretilen sirkelerin birçok sirke çeşidine göre daha yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olduğunu ve bu meyvenin sirke üretimi için potansiyel bir kaynak olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, henüz üvez meyvesi üzerinde yapılan çalışmalar sınırlıdır ve meyveden elde edilen sirkenin fermantasyon süreci, kimyasal profili vb. üzerindeki etkileri hakkında ileride yapılacak çalışmalara daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır.

Etik Standartlar Bildirgesi

Yazarlar tüm etik standartlara uyduklarını beyan ederler.

Yazarlık Katkı Beyanı

Yazar : Kaynaklar, Araştırma, Deney, Yazma – orijinal taslak

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarların bu makalenin içeriğiyle ilgili olarak beyan edecekleri hiçbir çıkar çatışması yoktur.

Verilerin Kullanılabilirliği

Bu çalışma sırasında oluşturulan veya analiz edilen tüm veriler, yayınlanan bu makaleye dahil edilmiştir.

Teşekkür

Üvez meyvesinin temininde yardımcı olan Mehmet Demirel ve sirke üretiminde destek ve bilgilerini esirgemeyen Öğretim Görevlisi Salih Gümüş'e teşekkür ederim.

5. Kaynaklar

- Alak, G. D. (2015). Bal ve bal sirkesinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. (Yüksek lisans tezi) Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Antoniewicz, J., Kochman, J., Jakubczyk, K., & Janda-Milczarek, K. (2021). The influence of time and storage conditions on the antioxidant potential and total phenolic content in homemade grape vinegars. *Molecules*, **26**(24): 7616. <https://doi.org/10.3390/molecules26247616>
- Arslan, A., Soysal, Y., & Keskin, M. (2023). Comparative investigation of drying and quality characteristics of organic and conventional black carrots dried by intermittent microwave and hot air. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **20**(3): 591-604. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1169657>
- Atasever, Ö. Ö., & Gerçekcioğlu, R. (2013). Tokat ekolojisinden selekte edilen Üvez (*Sorbus domestica* L.) genotiplerinin bazı bitkisel özellikleri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* (**2**), 97-101.
- Aybek, A. (2019). Geleneksel yöntemlerle zivzik narından sirke üretimi ve elde edilen sirkenin kalite parametrelerinin araştırılması. (Yüksek lisans tezi) Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt.
- Benzie. I.F., Strain. J.J.. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, **239**: 70–76.

- Blasi. F., Urbani. E., Simonetti. M. S., Chiesi. C., & Cossignani. L. (2016). Seasonal variations in antioxidant compounds of *Olea europaea* leaves collected from different Italian cultivars. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, **89**: 202-207. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2016.089.025>
- Bozdemir, M., Altan Kamer, D. D., Akgül, G., Gümüş, T. (2020). Farklı hammaddelerden üretilen sirkelerin bazı fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **18(1)**: 32-44. <https://doi.org/10.33462/jotaf.698475>
- Budak, N. (2015). Dut sirkesi oluşum sürecinde ileri analitik tekniklerle toplam antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşenleri. *Meyve Bilimi*, **2(2)**: 27-31.
- Cemeroğlu. B.. 2010. Gıda Analizleri Genişletilmiş 2. Baskı. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. No:34. Bizim Grup Basımevi. Ankara.
- Gaafar. A.A., Salama. Z.A. (2013). Phenolic compounds from artichoke (*Cynara scolymus* L.) by-products and their antimicrobial activities. *Journal of Biology. Agriculture and Healthcare*. **3(12)**: 1-6
- Gao, Q., Song, Y., Liang, Y., Li, Y., Chang, Y., Ma, R., ... & Wang, S. (2022). Dynamics of physicochemical properties, functional compounds and antioxidant capacity during spontaneous fermentation of *lycium ruthenicum* Murr.(Qinghai-Tibet Plateau) Natural Vinegar. *Foods*, **11(9)**: 1344. <https://doi.org/10.3390/foods11091344>
- Haykir, E. S. (2018). Sirke üretim prosesinin bazı yabancı meyvelerin biyoaktif özelliklerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi) Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kadaş. Z.. (2011). Alıç sirkesinin biyoaktif özelliklerinin ve metabolik etkilerinin incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi) A.İ.B.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü. Bolu.
- Karakayalı, Z., & Kanca, B. (2021). Giresun mutfak kültüründe geleneksel sirke üretimi üzerine bir araştırma. *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, **9(3)**: 2216-2227. <https://doi.org/10.21325/jotags.2021.889>
- Kartal, T., & Gür, E. (2020). Üvez (*Sorbus domestica* L) Meyvesi Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi*, **1(1)**, 24-30.
- Kaya, M., Tutun, S., Usluer, M., & Tutun, H. (2021). Investigation of antiproliferative effects of home-made and commercial apple vinegars on myeloma cells. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, **9(12)**: 2173-2178. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i12.2173-2178.4416>
- Kılıç, G. (2017). Geleneksel yöntemlerle üretilen incir sirkesinin mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri. (Yüksek lisans tezi) Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kırcı, H. (2017). Güvem (*prunus spinosa*) meyvesinden fonksiyonel sirke üretimi. (Yüksek lisans tezi) Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Özdemir, B. G. (2019). Alıç sirkesinin antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi. (Yüksek lisans tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Özdemir, G. B., Özdemir, N., Ertekin-Filiz, B., Gökırmaklı, Ç., Kök-Taş, T., & Budak, N. H. (2022). Volatile aroma compounds and bioactive compounds of hawthorn vinegar produced from hawthorn fruit (*Crataegus tanacetifolia* (lam.) pers.). *Journal of Food Biochemistry*, **46(3)**: e13676. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13676>
- Özdemir, N., Pashazadeh, H., Zannou, O., & Koca, I. (2022). Phytochemical content, and antioxidant activity, and volatile compounds associated with the aromatic property, of the vinegar produced from rosehip fruit (*Rosa canina* L.). *Lwt*, **154**, 112716. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112716>
- Pashazadeh, H., Özdemir, N., Zannou, O., & Koca, I. (2021). Antioxidant capacity, phytochemical compounds, and volatile compounds related to aromatic property of vinegar produced from black rosehip (*Rosa pimpinellifolia* L.) juice. *Food Bioscience*, **44**, 101318. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101318>
- Prisacaru, A. E., Ghinea, C., Apostol, L. C., Ropciuc, S., & Ursachi, V. F. (2021). Physicochemical characteristics of vinegar from banana peels and commercial vinegars before and after in vitro digestion. *Processes*, **9(7)**: 1193. <https://doi.org/10.3390/pr9071193>
- Re. R., Pellegrini. N., Proteggente. A., Pannala. A., Yang. M., & Rice-Evans. C.. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, **26(9-10)**: 1231-1237.
- Xu, S., Ma, Z., Chen, Y., Li, J., Jiang, H., Qu, T., ... & Liu, S. (2022). Characterization of the flavor and nutritional value of coconut water vinegar based on metabolomics. *Food Chemistry*, **369**, 130872. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130872>
- Yıkılmış, S., Aksu, F., Altunatmaz, S. S., & Çöl, B. G. (2021). Ultrasound processing of vinegar: Modelling the impact on bioactives and other quality factors. *Foods*, **10(8)**: 1703. <https://doi.org/10.3390/foods10081703>
- Yücel Şengün, İ. & Kılıç, G. (2018). Dut sirkesinin mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal, antiradikal ve antimikrobiyal özellikleri. *Akademik Gıda*, **16(2)**:168-175.

<https://doi.org/10.24323/akademik-gida.449860>

Yücel Şengün, İ., & Kılıç, G. (2020). Total phenolic content and antibacterial activity of homemade fig and mulberry vinegar. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-C Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji*, **9(1)**: 89-97.

<https://doi.org/10.18036/estubtdc.681028>

Zhai, X., Wang, X., Wang, X., Zhang, H., Ji, Y., Ren, D., & Lu, J. (2021). An efficient method using ultrasound to accelerate aging in crabapple (*Malus asiatica*) vinegar produced from fresh fruit and its influencing mechanism investigation. *Ultrasonics Sonochemistry*, **72**, 105464.

<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2021.105464>