

Farklı Hammaddelerden Üretilen Sirkelerin Bazı Fizikokimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri

Some Physicochemical and Functional Properties of Vinegar Produced From Different Raw Materials


Merve BOZDEMİR,¹ D. Damla ALTAN KAMER,¹ Gönül AKGÜL,² Tuncay GÜMÜŞ,^{1*}


Özet


Sirkenin bileşimi ve kalitesini doğrudan etkilemekte olan hammaddenin etkisini incelemek amacıyla satışa sunulan değişik markalara ait farklı hammaddelerden üretilen sirkelerin (Bal, Üzüm, Nar, Elma ve Alıç) bazı fizikokimyasal özellikleri ve biyoaktif bileşenleri incelenerek TS 1880 EN 13188 standardına uygunlukları araştırılmıştır. Farklı hammaddelerden üretilen sirkelerden alınan örneklerin toplam kuru madde, kül, pH, toplam asitlik, uçur asitlik, uçmayan asitlik, toplam şeker, SO₂ yoğunluk, alkol, toplam antioksidan aktivite ve toplam fenolik bileşenleri belirlenmiştir. Örneklerin kuru madde miktarı % 0.65-6.48, kül miktarı % 0.098-1.937, pH değeri 2.68-3.31 aralığında tespit edilmiştir. Toplam asitlik % 0.870-6.185 (asetik asit), uçur asit % 0.869-6.119, uçmayan asit % 0.0006-0.1221 aralığında belirlenirken, toplam şeker miktarı 0.288-288.2 g L⁻¹, SO₂ miktarı 12.8-70.4 mg L⁻¹, yoğunluk 1.0089-1.0356 g cm⁻³ ve alkol miktarı % 0.1-0.6 aralığında tespit edilmiştir. Sirkelerin toplam fenolik madde içeriği, en düşük bal (B4) sirkesinde 73.52 mg GAE L⁻¹, en yüksek ise nar (N1) sirkesinde 1885.71 mg GAE L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Diğer bir biyoaktif özellik olan antioksidan kapasite değerleri DPPH yöntemi ile analiz edilmiş ve EC₅₀ değerlerinin 5.83-538.7 µl mL⁻¹ aralığında olduğu belirlenmiştir. En yüksek antioksidan kapasite nar sirkesinde (N3) 5.83 µl mL⁻¹, en düşük antioksidan kapasite ise bal sirkesinde 538.7 µl mL⁻¹ (B4) tespit edilmiştir.


Elde edilen sonuçlar ışığında sirkenin bileşiminin üretildiği hammaddeye bağlı olarak büyük ölçüde değişkenlik gösterdiği ve sirke kalitesinin hammaddeden gelen biyoaktif bileşenlerin yoğunluğuna göre arttığı gözlemlenmiştir. Özellikle biyoaktif bileşenler, sirkenin sağlık üzerine etkilerini olumlu yönde etkilemektedir. Ancak, sirkelerin biyoaktif bileşenler bakımından farklı üstünlükleri bulunmakla birlikte, yapılan analizlerde, sirkelerin bazı bileşeninin yasalarla belirlenen standartlara uymadığı tespit edilmiştir. Sirke, asetik asit içeriğinden dolayı fazla miktarda bozulma belirtisi göstermemesi nedeniyle taklit ve taşıyıcı bakımından çok üzerinde durulmayan bir gıdadır. Sirkelere dışarıdan asetik asit ilavesi yapılması ve/veya asetik asidin sulandırılması en fazla yapılan hileler arasındadır. Bu nedenle, sirke bileşiminin belirlenmesi ve ilgili mevzuata uygunluğunun kontrolü doğal ve yapay sirkelerin ayırt edilmesi açısından çok önemlidir.

Anahtar kelimeler: Sirke, Fizikokimyasal özellikler, Toplam fenolik madde, Antioksidan aktivite, DPPH

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Tuncay Gümüş, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ-Türkiye, E-mail: tgumus@nku.edu.tr,  OrcID: 0000-0001-7635-5519

²Deniz Damla Altan Kamer, Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ-Türkiye, E-mail: ddaltan@nku.edu.tr,  OrcID: 0000-0002-9119-5979

³Merve Bozdemir, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ-Türkiye, E-mail: mmervebozdemir@gmail.com,  OrcID: 0000-0001-5874-2363

⁴Gönül Akgül, Namık Kemal Üniversitesi, Şarköy Meslek Yüksekokulu, Şarap Teknolojisi Programı, Tekirdağ, Türkiye, E-mail: gakgul@nku.edu.tr,  OrcID: 0000-0002-6341-3780

Atıf/Citation: Gümüş T, Altan Kamer D.D, Bozdemir M, Akgül G. Farklı Hammaddelerden Üretilen Sirkelerin Bazı Fizikokimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 32-44.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

In order to examine the effect of raw material, which directly affects the composition and quality of vinegar in the production, some physicochemical properties and bioactive components of vinegars produced from different raw materials (Honey, Grape, Pomegranate, Apple and Hawthorn), which are sold in the market, were examined and their compliance with TS 1880 EN 13188 standard was investigated. Total dry matter, ash, pH, total acidity, volatile acidity, non- volatile acidity, total sugar, SO₂, density, alcohol, total antioxidant activity and total phenolic components of the samples from vinegars produced from different raw materials were determined. Total dry matter, ash and pH of the samples were between 0.65-6.48 %, 0.098-1.937 % and 2.68-3.31, respectively. Total acidity was determined in the range of 0.870-6.185% (acetic acid), volatile acidity 0.869-6.069%, non-volatile acidity 0.0006-0.1221%, total amount of sugar 0.288-288.2 g L⁻¹, SO₂ amount 12.8-70.4 mg L⁻¹, density 1.0089-1.0617 g cm³⁻¹ and alcohol were determined between 0.1-0.6%. The lowest total phenolic content was determined as 73.52 mg GAE L⁻¹ in the honey vinegar while it was the highest in the pomegranate vinegar as 1885.71 mg GAE L⁻¹. Antioxidant capacity values, another bioactive component in vinegar, were analyzed by DPPH method and EC₅₀ values were determined to be in the range of 5.83-538.7 µl mL⁻¹. The highest antioxidant capacity was found as 5.83 µl mL⁻¹ in pomegranate vinegar (N3), while the lowest antioxidant capacity was determined as 538.7 µl mL⁻¹ (B4) in honey vinegar.

As a consequence of the results obtained, it was observed that the composition of the vinegar varied widely depending on the raw material from which the vinegar was produced and the quality of the vinegar increases according to the density of the bioactive components coming from the raw material. In particular, bioactive components positively influence the effects of vinegar on health. However, although vinegars had different advantages in terms of bioactive components, it was found that some components of vinegars did not comply with the standards set by law. Since it does not show much deterioration due to its acetic acid content, vinegar is not emphasized much in terms of imitation and adulteration. Adding acetic acid from outside or diluting acetic acid are among the most common tricks in vinegars. Therefore, determination of vinegar composition and control of compliance with the relevant legislation is very important in order to distinguish natural and artificial vinegar.

Key words: Vinegar, Physicochemical properties, Total phenolic content, Antioxidant activity, DPPH

1. Giriş

Sirke farklı hammaddelerden, farklı yöntemlerle elde edilen, asetik asit fermantasyonu ile alkolün asetik aside dönüştürüldüğü bir üründür (Aktan ve Kalkan, 1998). TS 1880 EN 13188 sirke standardına göre; “Tarım kökenli sıvılar veya diğer maddelerden, iki aşamalı alkol ve asetik asit fermantasyonuyla, biyolojik yolla üretilen kendine özgü ürün” olarak tanımlanmaktadır. FAO/WHO gıda standardına göre ise; sirke, iki fermantasyon prosesi yani etil alkol ve asetik asit fermantasyonlarıyla, nişasta ve/veya şeker ihtiva eden tarımsal kökenli hammaddelerden üretilen, insan tüketimi için uygun olan bir sıvıdır (Anonim, 2000). Codex Alimentarius Komisyonu’na göre sirke, insan tüketimi için sağlıklı olan ve sadece nişasta veya şeker içeren uygun ürünlerden alkol ve asetik iki fermantasyon sonucunda üretilen sıvı olarak tanımlanır. Sirke %0.5’den fazla alkol içeremez ve Avrupa kurallarına göre fermente edilmiş sirkelerde stabilizatör kullanımına izin verilmemektedir. Sirke aynı zamanda 50 g (w/v)dan az asetik asit içeremez (WHO, 1987). Sirke, lezzet verici olarak sofralarda kullanılmasının yanında, salça, mayonez, hardal gibi bazı gıdaların yapısına da girmektedir (Kırcı, 2017). Bazı ülkelerde hangi hammaddelerden sirke yapılacağı yasa ve tüzüklerle belirlenmiştir. Hammaddelerin bileşimi sirke bileşimi üzerinde doğrudan etkili olup, sirkenin kalitesi hammaddeden gelen bileşenlere göre değişkenlik göstermektedir. Hammaddelerin bileşimleri ise iklim, toprak koşulları, çeşit ve yetiştirme teknikleri gibi etkenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Prescott ve ark., 1959; Morales ve ark., 2004). Saf asetik asitten elde edilen sirke fermantasyon yoluyla yapılmayıp, sadece su içerisinde asetik asit miktarı ayarlanarak elde edilen bir üründür.

Herhangi bir meyvenin veya şarabın sirkeye en uygun şekilde nasıl işleneceği uzun yıllar alan teknolojik araştırmalar sonucu ortaya çıkmıştır. Sirke kalitesini hammadde ve kullanılan üretim yöntemi belirlemektedir (Carnacini and Gerbi, 1992). Sirke üretimi Yavaş yöntem (Basit yavaş, Orleans, Pastör yöntemleri), Çabuk yöntem (Schützenbach, Jeneratör, Diğer jeneratör) ve Derin kültür yöntemleri olmak üzere üç farklı şekilde yapılabilmektedir. Bu tekniklerin hangilerinin seçileceği, işletmenin kapasitesi ve istenilen ürün kalitesine göre değişmektedir (Aktan ve Kalkan, 1998).

Dünyada sağlığa yararlı olan gıda ürünlerine tüketici eğilimlerinin artması, farklı hammaddelerden üretilmiş sirkeye olan talebin de artmasına neden olmuştur. Sirke bileşimindeki biyoaktif bileşenler sirkenin sağlık üzerindeki etkilerini olumlu etkilemekte ve dolayısıyla farklı hammaddelerden üretilen sirkelerin biyoaktif bileşenler bakımından farklı üstünlükleri olabilmektedir. Budak (2010), elma ve üzüm sirkeleri üzerine yapmış olduğu çalışmada, fenolik bileşen miktarının alkol fermentasyonu ile arttığını, asetik asit fermentasyonu ile çok az düştüğünü bildirmiştir. Bu nedenle fenolik bileşenlerin sirkeye geçmesi için alkol fermentasyonunun önemli bir aşama olduğunu belirlemişlerdir. Sirkenin; sindirim kolaylaştırıcı, iştah açıcı, kan basıncı düzenleyici, diyabet ve obezite, kolesterol, karaciğer fonksiyonları, oksidatif stres ve kansere etkisinin yanında antimikrobiyel etkisi gibi sağlık üzerine birçok olumlu etkisi olduğu ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Özen, 2018; Gökırmaklı ve ark., 2019).

Sirke taklit ve tağşişe çok müsait bir ürün olması nedeniyle, tarih boyunca tağşiş ve taklitlere maruz kalmıştır (Şahin ve Kılıç, 1981). Sirke, asetik asit, kuru madde artırıcı ve renk maddeleri ilavesi yapılarak tağşiş edilebilmekle birlikte, doğal fermantasyon sirkeleri içerisine sentetik asetik asit ilavesi de yapılan hileler arasındadır. Bunun sonucunda hem haksız kazanç sağlanmakta ve üreticiler arasında haksız rekabet oluşmakta, hem de tüketiciler yanıltılmaktadır. Bu sebeple asetil metil karbinol testi, uçucu olmayan asit miktarı, toplam kuru madde miktarı, kül miktarı, iyot sayısı ve oksidasyon sayısı analizleri gibi sirkenin bileşimini belirlemek, sirke hilelerini ortaya çıkarmada önem arz etmektedir (Aktan ve Kalkan, 1998).

Farklı hammaddelerden üretilmiş sirkelerin fizikokimyasal özellikleri üzerine birçok araştırma yapılmış olup bunlardan bazıları Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tüketici tercihlerine paralel olarak piyasada farklı hammaddelerden üretilmiş sirke çeşitliliğinin artması ile birlikte sirkelerde taklit ve tağşiş konusunda hilelerin ortaya çıkarılması bu ürünlerin güvenilirliği bakımından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, ülkemizde üretilen ve Trakya bölgesinde satışa sunulan değişik markalara ait farklı hammaddelerden üretilen sirkelerinin fizikokimyasal ve biyoaktif bileşenleri incelenmiş, ilgili mevzuata uygunlukları araştırılmıştır.

Tablo 1. Farklı hammaddelerden üretilmiş sirkelerin bazı fizikokimyasal özellikleri ile ilgili çalışmalar
 Table 1. Studies on some physicochemical of Vinegar produced from different raw materials

	Sirke çeşidi	Fizikokimyasal özellikler	Referans
Kül miktarı (g L ⁻¹)	Üzüm	1.820-2.158	Şahin, 1977
		1.9-4.8	Budak, 2010
	Elma	1.7-4.7	Budak, 2010
	Bal	0.11-2.72	Alak, 2015
Titrasyon asitliği Asetik asit cinsinden (g L ⁻¹)		4.14-6.59	Ünal, 2007
	Üzüm	0.53-12.29	Budak, 2010
	Elma	0.19-7.37	Budak, 2010
	Bal	7.80-46.20	Alak, 2015
pH	Üzüm	2.87-3.91	Budak, 2010
	Elma	2.87-4.30	Budak, 2010
	Bal	2.19-3.35	Alak, 2015
Toplam şeker miktarı (g L ⁻¹)		0.87-4.46	Kılıç 1976
	Üzüm	0-6.2	Plessi, 2003
		0.8-3.2	Ünal, 2007
	Elma	144.24	Budak, 2010
Kuru madde (%)		9.9-11.9	Şahin, 1977
		5.44-17.62	Şahin ve Kılıç, 1981
	Üzüm	10.85-12.60	Ünal, 2007
		1.66-22.58	Budak, 2010
	Elma	1.37-10.26	Budak, 2010
	Bal	1.23-5.92	Alak, 2015
Yoğunluk (g cm ³ - ¹)		1.0100-1.0190	Şahin, 1977
		1.0110-1.0135	Ünal, 2007
	Üzüm	1.013-1.020	Plessi, 2003
		0.9955-1.0981	Budak, 2010
	Elma	1.013-1.024	Plessi, 2003
	Bal	0.9987-1.0517	Budak, 2010
	1.00346-1.157346	Alak, 2015	

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Araştırmada Tekirdağ marketlerinden 14 sirke örneği; dört farklı markaya ait bal sirkesi (B1, B2, B3, B4), üç farklı markaya ait üzüm sirkesi (Ü1, Ü2, Ü3), üç farklı nar sirkesi (N1, N2, N3), iki farklı markaya ait elma sirkesi (E1, E2), iki farklı markaya ait alç sirkesi (A1, A2), tesadüfi örnekleme yöntemine göre satın alınmıştır.

2.2. Metot

Fizikokimyasal analizler, Sirke örneklerinde; pH değeri (ISOLAB Laborgerate GmbH model, Almanya) pH metre ile belirlenmiştir. Kuru madde tayini ve kül miktarı tayini Aktan ve Kalkan (1998)'in belirttiği yöntemle yapılmıştır.

Toplam asitlik, 10 mL sirke üzerine 20 mL saf su konularak pH 8.2 oluncaya kadar 0,1N NaOH kullanılarak titre edilen örneklerin toplam asit miktarı asetik asit cinsinden % olarak verilmiştir (Anonim 1990b; Ough ve ark.1988).

Uçmayan asit tayini, 200 mL hacimdeki bir porselen kapsüle 10 mL sirke konularak su banyosunda kaynayınca kadar uçurulmuştur. Üzerine 5-10 mL destile su konularak yeniden uçurulmuş, bu işlem 5 kez

tekrarlanmıştır. Daha sonra porselen kapsüldeki artık üzerine henüz kaynatılıp soğutulmuş 200 mL destile su ilave edilmiş indikatör olarak birkaç damla fenolftaleyn damlatılarak ve 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Sarfedilen 1 ml 0.1 N alkali 0,006 g asetik aside tekabül etmektedir (Aktan ve Kalkan, 1998). Uçar asit tayini, Toplam asit miktarından uçmayan asit miktarı çıkarılarak bulunmuştur (Aktan ve Kalkan, 1998).

Kükürt dioksit SO₂ miktarı, 250 mL' lik erlene 50 mL sirke, pipet ucu erlenin tabanına değmiş olarak hızlı bir şekilde aktarılmış, üzerine 10 mL % 25'lik H₂SO₄ ve 2-3 mL %1'lik nişasta çözeltisi ilave edilmiş, N/64' lük I çözeltisi ile titre edilmiştir. Yoğunluk Tayini ise, 20°C'de piknometre ile belirlenmiştir.

Toplam Şeker tayini, Carrez çözeltileri ile muamele edilen sirkelerin toplam şeker analizi Luff-Schoorl yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Cemeroğlu, 2007).

Alkol Miktarı tayini, sirkelerin damıtılmasıyla elde edilen alkollü sıvının yoğunluğu piknometre ile belirlenmesiyle önce ağırlık (g L⁻¹), sonra da hacim (% h/h) alkol olarak ifade edilmiştir (TS 522).

Toplam Fenolik Madde tayini, Folin-Ciocalteu ayracı ile belirlenmiş olup 720 nm'de spektrofotometrede okunmuştur (Cemeroğlu, 2007).

Toplam Antioksidan Değeri Tayini, DPPH serbest radikal yakalama kapasitesi analizi (DPPH) Garzón ve Wrolstad (2009)'ın bildirdiği yöntemle yapılmıştır.

Araştırma sonuçları SPSS Statistics 18.0 paket programı kullanılarak Oneway Anova varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynakları Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak, önemli bulunan sonuçlar grafiklerde farklı harflerle gösterilmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Sirkelerin Fizikokimyasal Özellikleri

Farklı hammaddelerden üretilmiş sirkelerin bazı fizikokimyasal özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'de görüldüğü gibi, satışa sunulan değişik markalara ait farklı hammaddelerden üretilmiş sirkeler (Bal, Üzüm, Nar, Elma ve Alıç), fizikokimyasal özellikleri bakımından istatistiki olarak birbirinden farklı bulunurken, benzer şekilde aynı hammaddeden üretilmiş sirkelerde fizikokimyasal özellikleri bakımından istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu özelliklerden biri olan % kuru madde oranı, sirkelerin doğal veya yapay olmasını belirleyen önemli kriterlerden biridir. Yapılan çalışmada, sirkelerin % kuru madde oranı (% KM) % 0.65 ile 13.1 aralığında değiştiği, hem aynı hammaddelerden üretilen sirkeler arasında, hem de farklı hammaddelerden üretilen sirkeler arasında % KM bakımından farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). En yüksek %KM nar sirkesinde (N1) % 6.48 iken, en düşük %KM üzüm sirkesinde (Ü1) % 0.65 olarak belirlenmiştir. Aynı hammaddeden yapılan sirkelerin % KM ortalamalarına göre en yüksekten düşüğe sırasıyla bal>nar>alıç>elma>üzüm sirkesi olarak sıralanmıştır. TS 1880 EN 13188 kuru madde ile ilgili herhangi bir limit bulunmamasına rağmen, bir önceki standart olan TS 1880 (2003)'e göre üzüm sirkesinde şeker hariç KM oranı en az 8 g/L, kül miktarı en az 0.8 g/L iken, alkol sirkelerinde kuru madde miktarı için 0.5 g/L, kül miktarı 0.05 g/L olması gerektiği belirtilmiştir. Bu sonuçlara göre Üzüm (Ü1) sirkesi hariç %KM bakımından sirke örneklerinin tamamının TS 1880 EN 13188 standardına uyduğu görülmektedir. Gerbi ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada kuru madde miktarı bakımından en zengin sirkenin elma sirkesi olduğunu, bunu sırasıyla şarap sirkesi ve alkol sirkesinin izlediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise Gerbi ve ark (1999)'nın bulduğu sonuçlarının tersine kuru madde bakımından en yüksek bal sirkesinin olduğu, bunu sırasıyla nar, alıç, elma ve üzüm sirkelerinin takip ettiği görülmektedir. Bal sirkesinin %KM oranının yüksek bulunmasının nedeninin içerdiği şeker miktarı ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Çalışma sonuçları, Tablo 1'de verilen Şahin (1977) ve Ünal (2007)'in bildirdiği % KM değerlerinden düşük, Plessi (2003) ve Alak (2015)'in bildirdiği değerler ile benzerlik göstermektedir.

Sirkede ikinci önemli bir bileşen olan % kül miktarı, % KM ile doğrudan bağlantılıdır. Kül sirkede yanmayan maddelerin toplamıdır ve bu maddeler inorganik yapıda anyonik ve katyonik iyonlardır. Kül içinde, potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, alüminyum, demir, bakır, kurşun, çinko, arsenik katyonik iyonlar ve fosfatlar, sülfatlar, karbonat ve klorürler anyonik iyonlar olarak yer alırlar (Cabaroğlu, 1991). Sirkenin bazı kimyasal özellikleri, doğallık ya da yapaylık ayrımı açısından oldukça önemlidir. Asetik asitten seyreltilerek oluşan sirkelerde; asetik asit fermantasyonu neticesinde meydana gelen birtakım fermantasyon yan ürünleri (tiyamin, kül, pantotenik asit, riboflavin vb.) bulunmadığından, fermantasyon sirkesi ve asetik asit sirkenin kolaylıkla ayrımının

yapılabileceğini belirlenmiştir (Kirk ve Sawyer, 1991). Asetik asit ilavesiyle elde edilen sirkelerde kül miktarı düşük iken, doğal fermantasyon yoluyla elde edilen sirkelerde kül oranı nispeten daha yüksek ve Kül/KM oranının 1/10 şeklinde uyumlu olması beklenmektedir (Aktan ve Gürarda, 1990). Yapılan analizlerde sirkelerin kül miktarları 0.067 ile 1.937 g 100 mL⁻¹ aralığında olduğu tespit edilmiştir. Sirkelerde en yüksek kül miktarları elma sirkesinde (E1) 1.937 g 100mL⁻¹, en düşük kül miktarı bal sirkesinde (B2) 0.067 g 100mL⁻¹ olduğu tespit edilmiştir. Aynı hammaddeden yapılan sirkelerin % kül miktarları ortalamalarına göre en yüksek Elma sirkesi belirlenirken bunu sırasıyla üzüm>alıç>nar>bal sirkesi takip etmektedir. Örneklerin kül miktarları literatürlerde bildirilen (Tablo 1) kül miktarlarından oldukça düşük bulunmuştur. KM/Kül oranı incelendiğinde doğal fermantasyonla üretilen sirkelerde yaklaşık 10 kat olması beklenen bu oran bal sirkelerinde en düşük 31.09, en yüksek 44.17, üzüm sirkelerinde en düşük 0.91 iken en yüksek 6.24 olarak belirlenmiştir. Nar sirkelerinde iki örnekte bu oran 5.66 ve 7.81 bulunurken 3. örnekte 14.79, elma sirkelerinde bu oran 0.84-5.14, alıç sirkesinde 8.96-10.52 olarak belirlenmiştir. Sonuçta sirkelerin kül miktarının KM miktarı oranına bakıldığında, üzüm, elma ve nar sirkesinin iki tanesinde ve alıç sirkesinin birinde bu oranın 10'dan daha düşük olduğu diğerlerinde ise 10'dan yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, bal sirkesinin KM/Kül oranının yüksek bulunmasının nedeninin bal sirkelerinin şeker miktarının diğer sirke örneklerine göre yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 2).

Sirkelerin pH değerleri 2.68-3.31 arasında değiştiği, en düşük pH değeri yani asitliği en yüksek bal sirkesinde (B3) 3.31, en yüksek pH değeri yani asitliği en düşük olan Nar sirkesinde (N2) 2.68 olarak tespit edilmiştir. Bal sirkelerinde pH değeri 2.69-3.31, üzüm sirkesinde 2.84-2.95, nar sirkesinde 2.68-2.90, elma sirkesinde 3.12-3.13 ve alıç sirkesinde 3.13-3.26 arasında değişmektedir. Farklı hammaddelerden yapılan sirkeler pH değeri bakımından aralarındaki farklılıkları istatistiki olarak önemli ($p<0.05$), elma ve üzüm sirkelerinin pH değerlerindeki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Aynı hammaddelerden üretilen sirkelerin pH değeri bakımından ortalaması alındığında büyükten küçüğe alıç>elma>bal>üzüm>nar şeklinde sıralanmıştır. Alkan ve Kalkan (1998), Sirkelerde pH değerinin 2.0-3.5 arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Bu çalışmada pH değeri bakımından bulunan sonuçlar hem Alkan ve Kalkan (1998) ile hem de Tablo 1'de verilen Budak (2010) ve Alak (2015)'in sonuçları ile uyumluluk göstermektedir.

Sirkelerin asetik asit cinsinden toplam asitlikleri, 0.870-6.185 g 100mL⁻¹ arasında değişmektedir. Farklı hammaddelerden ve aynı hammaddeden yapılan sirkelerin asetik asit cinsinden toplam asitlik değerlerinin birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). En düşük toplam asitliğin alıç sirkesinde (A1) 0.870 g 100mL⁻¹, en yüksek toplam asitliğin ise nar sirkesinde (N1) 6.185 g 100mL⁻¹ olduğu tespit edilmiştir. TS 1880 EN 13188 standardında sirke bileşiminin toplam asit içeriği (suda serbest asetik asit cinsinden) 4 g 100 mL⁻¹ az olmamalı, ABD' deki standartlara göre de asetik asit içeriği en az %4, Avrupa standartlarına göre ise en az % 5 olmalıdır. Analiz edilen B1, B2, B3, Ü3, N3, E2, A1, A2 kodlu sirkelerin bu standartlara uymadığı görülmektedir. Aynı hammaddeden yapılan sirkelerin asetik asit cinsinden toplam asitlik değerleri ortalamalarına göre en yüksek asitliğe sahip olan sirke nar iken, bunu sırasıyla üzüm>elma>bal>alıç sirkesi takip etmektedir. Bu sonuçların yukarıda ifade edilen pH değerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Sirkelerin uçar asitlikleri incelendiğinde 0.869-6.119 g 100 mL⁻¹ aralığında tespit edilmiş olup, en yüksek uçar asitliğe sahip sirkenin nar sirkesi (N1) olduğu belirlenmiştir. En düşük uçar asitlik ise alıç sirkesinde (A1) tespit edilmiştir Aynı hammaddeden yapılan sirkelerin % uçar asitlik ortalamaları alındığında en yüksekten küçüğe sırasıyla; nar>üzüm>elma>bal>alıç şeklinde sıralanmıştır. Bu sıralama toplam asitliğe göre sıralama ile benzerlik göstermektedir. Sirkelerin uçmayan asitlikleri ise 0.0006-0.1221 g 100 mL⁻¹ aralığında tespit edilmiş olup, en yüksek uçmayan asitliğe sahip nar sirkesi (N2), en düşük uçmayan asitliğe sahip sirke üzüm sirkesi (Ü1) olduğu belirlenmiştir. Sirkelerde uçmayan asit miktarı, sirkelere sentetik asetik asit katılıp katılmadığını tespit etmekte önemli bir kriterdir. Sirkeye asetik asit karıştırılmasının oranı arttıkça uçmayan asit miktarı azalmaktadır. % Uçmayan asitlik değerleri incelendiğinde uçmayan asit miktarının çok düşük olduğu görülmektedir. Aktan ve Gürarda (1990)'ya göre uçar asit miktarının/kül miktarına oranı 10-45 arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu hesaplama göre bal (B1) ve alıç (A1) sirkesinde sadece 2 örnekte uçar asit miktarı/kül miktarı oranı 10 değerinin altında bulunmuştur. Araştırmacılar aynı çalışmada Uçar asit/Uçmayan asit oranının 20-25 arasında olması gerektiğini, uçar asit miktarının uçmayan asit miktarına oranı 25 değeri üzerinde çıkması durumunda asetik asit ilavesi yapılma ihtimalinin olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada, sirke örneklerinde Uçar asit/uçmayan asit oranı 25'in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar sirkeye dışarıdan asetik asit ilavesi yapılma ihtimalini güçlendirmektedir.

Sirkelerin şeker miktarı 0.288-288.2 g L⁻¹ aralığında bulunmuş, en yüksek şeker miktarı 288.2 g L⁻¹ bal sirkesinde (B1) tespit edilirken, bunu sırasıyla 126.6, 113.1, 13.92 g L⁻¹ ile yine bal sirkeleri takip etmiştir. Şeker miktarı bakımından bal sirkesi, diğer sirkelerle karşılaştırıldığında, bal sirkelerinin önemli düzeyde şeker ihtiva ettiği ve istatistiksel olarak diğerlerinden farklı oldukları tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bal sirkesinden sonra en yüksek şeker oranının 22.08 g L⁻¹ ile nar sirkesi (N1) olduğu belirlenmiştir. En düşük şeker miktarı ise 0.288 g L⁻¹ ile alıç sirkesinde (A1) bulunmuştur. Şeker oranlarına göre aynı hammaddeden üretilen sirkelerin şeker miktarı ortalaması sırasıyla; bal>nar>üzüm>elma>alıç sirkesi şeklindedir. Şeker miktarının fazla olması şekerden etil alkol üretim aşamasında fermantasyonun tam olarak gerçekleşmediğinin bir göstergesi, şeker miktarının düşük olması ise alkol fermantasyonunun tam olarak gerçekleştiğinin göstergesi olabilir.

Sirkelerin SO₂ miktarları 12.8-70.4 mg L⁻¹ aralığında tespit edilmiş olup en yüksek SO₂ miktarı üzüm sirkesinde (Ü1) 70,4 mg L⁻¹ seviyesinde tespit edilmiştir. Örnekler arasında Ü1 ve N2 örneği hariç SO₂ bakımından farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ve aynı grupta yer almıştır ($p>0.05$). Türk gıda kodeksi gıda katkı maddeleri yönetmeliğine göre sirkelerdeki maksimum SO₂ miktarı en fazla 170 mg L⁻¹ olması gerektiği bildirilmiş olup, sirkelerin tamamı yönetmenliğe uygunluk göstermektedir.

Sirkelerin yoğunlukları 1.0089-1.0356 g cm³⁻¹ aralığında değişmiş, en yüksek yoğunluk nar sirkesinde (N2), en düşük yoğunluk ise alıç sirkesinde (A1) belirlenmiştir. Sirkelerin yoğunluk değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0.05$) aynı hammaddeden üretilen sirkelerin yoğunluk bakımından birbiri ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Plessi (2003), doğal üzüm sirkelerinin yoğunluğunun 1,042-1.361, elma sirkesinde 1.013-1.024 g cm³⁻¹ arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada belirlenen yoğunluk değerleri literatürde belirtilen Şahin (1977), Ünal (2007), Plessi (2003), Budak (2010) ve Alak (2015) bildirdiği değerler ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 2. Farklı hammaddelerden üretilmiş sirkelerin bazı fizikokimyasal özellikleri
Table 2. Some physicochemical of Vinegar produced from different raw materials

Sirke örnekleri	Kuru madde (%)	Kül miktarı (%)	pH değeri	Toplam asitlik* (%)	Uçar asitlik (%)	Uçmayan asitlik (%)	Şeker miktarı (g L ⁻¹)	SO ₂ miktarı (mgL ⁻¹)	Yoğunluk (g cm ⁻³)	Alkol miktarı (%)
B1	5.97±0.05 ^b	0.192±0.00 ^h	3.16±0.01 ^{bc}	3.174±0.01 ^g	3.157±0.01 ⁱ	0.0169 ^e	288.2±13.85 ^a	12.8±0.00 ^c	1.0274 ^b	0.6±0.00 ^a
B2	3.71±0.09 ^c	0.098±0.00 ⁱ	2.89±0.00 ^{de}	3.069±0.01 ^g	3.047±0.01 ⁱ	0.0219 ^d	126.6±21.38 ^b	25.6±0.00 ^b	1.0186 ^c	0.4±0.00 ^b
B3	6.07±0.09 ^b	0.148±0.00 ⁱ	3.31±0.01 ^a	2.085±0.02 ^h	2.082±0.02 ^j	0.0033 ^j	113.1±3.81 ^b	25.6±0.00 ^b	1.0276 ^b	0.1±0.00 ^e
B4	2.96±0.18 ^d	0.067±0.00 ^k	2.69±0.01 ^f	5.539±0.02 ^b	5.533±0.02 ^b	0.0052 ^h	13.92±0.67 ^{cd}	25.6±0.00 ^b	1.0187 ^c	0.1±0.00 ^e
Ü1	0.65±0.07 ^j	0.639±0.00 ^d	2.84±0.01 ^e	4.225±0.01 ^d	4.224±0.01 ^d	0.0006 ^m	2.93±0.48 ^{cd}	70.4±9.05 ^a	1.0097 ^d	0.1±0.00 ^e
Ü2	1.12±0.01 ⁱ	1.225±0.01 ^b	2.95±0.02 ^d	4.075±0.07 ^{de}	4.071±0.07 ^{de}	0.0045 ⁱ	6.18±0.28 ^{cd}	16.0±4.50 ^c	1.0114 ^d	0.1±0.00 ^e
Ü3	1.03±0.01 ⁱ	0.165±0.00 ⁱ	2.95±0.01 ^d	3.993±0.08 ^e	3.988±0.08 ^{ef}	0.0045 ⁱ	3.43±0.07 ^{cd}	12.8±0.00 ^e	1.0095 ^d	0.3±0.00 ^c
N1	6.48±0.16 ^a	0.438±0.02 ^e	2.90±0.07 ^{de}	6.185±0.16 ^a	6.119±0.16 ^a	0.0651 ^c	22.08±1.35 ^c	12.8±0.00 ^e	1.0114 ^d	0.1±0.00 ^e
N2	2.96±0.04 ^d	0.379±0.00 ^f	2.68±0.07 ^f	5.299±0.02 ^c	5.176±0.02 ^c	0.1221 ^a	1.34±0.13 ^d	25.6±0.00 ^b	1.0356 ^a	0.4±0.00 ^b
N3	2.53±0.02 ^e	0.447±0.00 ^e	2.83±0.07 ^e	3.838±0.19 ^e	3.791±0.19 ^{fg}	0.0666 ^b	5.83±0.07 ^{cd}	12.8±0.00 ^e	1.0177 ^d	0.1±0.00 ^e
E1	1.63±0.00 ^f	1.937±0.00 ^a	3.13±0.00 ^e	4.06±0.03 ^{de}	4.058±0.03 ^{de}	0.0018 ^k	9.74±0.52 ^{cd}	19.2±0.05 ^{bc}	1.0129 ^d	0.1±0.00 ^e
E2	1.26±0.01 ^h	0.245±0.00 ^g	3.12±0.02 ^c	3.61±0.02 ^f	3.607±0.02 ^{gh}	0.0100 ^g	1.87±0.06 ^{cd}	12.8±0.00 ^e	1.0105 ^d	0.2±0.00 ^d
A1	1.60±0.01 ^g	0.752±0.01 ^c	3.26±0.01 ^{ab}	0.87±0.04 ⁱ	0.869±0.04 ^k	0.0015 ^l	0.288±0.13 ^d	12.8±0.00 ^e	1.0089 ^d	0.1±0.00 ^e
A2	1.39±0.03 ^{gh}	0.155±0.00 ⁱ	3.13±0.01 ^c	3.515±0.06 ^f	3.501±0.06 ^h	0.0135 ^f	1.536±0.13 ^{cd}	12.8±0.00 ^e	1.0106 ^d	0.1±0.00 ^e

B: Bal sirkesi, Ü: Üzüm sirkesi, N: Nar sirkesi, E: Elma sirkesi, A: Alıç sirkesi, SO₂: Kültürdioksit, *: Asetik asit cinsinden, ±: Standart sapma

^{a, b, c} : Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05)

Sirkelerin alkol miktarları % 0.1-0.6 aralığında tespit edilmiş olup, en yüksek alkol miktarının bal sirkesinde (B1) olduğu Tablo 2’de görülmektedir. Analiz edilen sirkeler alkol miktarı bakımından karşılaştırıldığında B1 örneğinde % 0.6, B2 ve N2 örneğinde % 0.4, Ü3 örneğinde % 0.3 bulunurken diğer sirke örneklerinde % 0.1 olarak tespit edilmiştir. Alkol oranı sirkelerde en önemli kriterlerden biri olup, sirke fermantasyonun tam yapılıp yapılmadığının göstergesidir. İyi bir fermantasyon sonrası alkolün büyük bir çoğunluğu asetik aside dönüşmektedir (Akbaş ve Cabaroğlu, 2010). Şaraptaki alkol miktarı %14 ün üzerine çıkarsa alkolün sirke asidine oksidasyonu tam olarak gerçekleşmez. Ayrıca sirke üretimi sırasında alkol miktarı çok düşük olduğu %2’ nin altına düştüğünde üst oksidasyon denilen asetik asit bakterilerinin asetik asidi parçalama olayı gerçekleşerek CO₂ ve H₂O’ya parçalanma durumu söz konusudur (Alkan ve Kalkan,1998). TS 1880 EN 13188’e göre tüketime sunulan sirkelerde kalıntı alkol oranı şarap sirkeleri dışındaki sirkelerde hacimce % 0.5’den, şarap sirkelerinde ise hacimce % 1.5’den fazla olmamalıdır (Anonim, 2003). Bu değerlere göre, tüm örnekler alkol miktarı bakımından ilgili standarda (TS 1880 EN 13188) uygun olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Sirkelerin Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Antioksidan Aktivitesi

Biyoaktif maddeler “gıdanın yapısında besin öğeleri hariç bulunan fizyolojik ve biyolojik fonksiyonları olan sağlık üzerine olumlu etki gösteren maddeler” olarak tanımlanmaktadır. Bu bileşenler enzimatik reaksiyonlarda kofaktör veya inhibitör, faydalı bakteriler için fermentasyon substratı, zararlı bakteriler için inhibitör, bağırsakta istenmeyen bileşiklerin uzaklaştırılmasında absorbant, reaktif ve toksik radikaller için yakalayıcı ajan olarak sağlık üzerine olumlu etki göstermektedir (Tan, 2003). Gıdalarda bulunan biyoaktif bileşenler kimyasal yapı ve özelliklerine göre; karotenoidler, flavonoidler, klorofiller, fosfolipidler, steroller ve polifenollerin yanında E ve C vitamini olarak sınıflandırılmaktadır (Chang ve ark., 2007; Hamzalıoğlu ve Gökmen, 2016). Doğal olarak üretilen sirkede hammaddeden gelen biyoaktif maddelerin bulunma ihtimali, araştırmacıları sirkenin sağlık üzerine etkileri konusunda çalışmalara yoğunlaşmasına neden olmuştur (Kris-Etherson ve ark. 2002; Tan, 2003). Farklı hammaddelerden yapılan sirkelerin farklı çeşit ve miktarda polifenolik bileşenler bulundurduğu ile ilgili pekçok çalışma bulunmaktadır (Verzelloni ve ark. 2007). Davalos ve ark.(2005), sirke içinde bulunan fenolik bileşiklerin, antihipertansif etkisi ve güçlü antioksidan etkisinden dolayı olumlu sağlık etkileri içerdiğini bildirmişlerdir. Samanidou ve ark (2001), sirkede bulunan fenolik maddelerin antioksidan, antitümör, antimutajenik ve antikanserijenik ajanlarla sağlığını koruduğunu, fenolik maddelerden salisilik asidin enfeksiyon önleme ve antibakteriyel etkilerinin olduğunu, ayrıca kafeik, ferulik ve venilik asit gibi fenoliklerin ise antibakteriyel, antivirüs, antiromatizmal ve ateş düşürücü etkiye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada ise, farklı hammaddelerden üretilmiş sirkelerin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite değeri Tablo 3’de verilmiştir.

Farklı hammaddelerden üretilen sirkelerin toplam fenolik madde miktarları 73.52-1885.71 mg GAE L⁻¹ aralığında tespit edilmiş, en yüksek toplam fenolik madde miktarı 1885.71 mg GAE L⁻¹ ile nar sirkesinde (N1), en düşük toplam fenolik madde miktarı ise bal sirkesinde (B4) tespit edilmiştir. Bal sirkelerini toplam fenolik bileşenler bakımından kendi aralarında karşılaştırıldığında, B4 örneğinde 73.52 mg GAE L⁻¹ tespit edilirken, B3 örneğinde 84.47, B1 örneğinde 161.61 ve B2 örneğinde 328.76 mg GAE L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Aynı hammaddeden yapılan sirke örneklerinin toplam fenolik madde miktarı bakımından ortalamaları alındığında en yüksekten en düşüğe sırasıyla; nar>alın>elma>bal>üzüm şeklinde sıralanmıştır. Fenolik içerik bakımından yüksek olması beklenen bal ve üzüm sirkesinin son sıralarda yer almıştır. Alak (2015), bal sirkesi üzerine yaptığı çalışmada balın türüne (çiçek, çam vb) ve üretildiği coğrafi bölgeye göre fenolik bileşenler ve antioksidan kapasite değerlerinde farklılıklar olduğunu bildirmiştir. Garcia ve ark. (1997) sirke üretiminde kullanılan hammadde içeriklerinin ve kullanılan metodların sirkenin fenolik madde içeriklerine doğrudan etki ettiğini ve sirkenin coğrafi kökenlerini ayırt edebilmek için fenolik bileşiklerin çok önemli bir faktör olduğunu bildirmişler. Garcia-Parilla ve ark (1999), sirke üretiminde seçilen hammadde ve yöntemin sirkelerdeki fenolik madde içeriğini etkilediğini belirtmişlerdir. Xu ve ark. (2007) yeni üretilen sirkenin toplam fenolik madde değerini 3944 mg GAE L⁻¹, dinlendirilmiş sirkenin toplam fenolik madde değerini 4145 mg GAE/L olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada bulunan değerler, Xu ve ark. (2007)’nin bildirdikleri değerlerden düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Farklı hammaddelerden üretilmiş sirkelerin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite değeri

Table 3. Total phenolic content and antioxidant capacity values of Vinegar produced from different raw materials

Sirke örnekleri	Toplam fenolik madde miktarı mg GAE/L	Antioksidan kapasite değeri (DPPH) $\mu\text{L mL}^{-1}$
B1	161.61±1.65 ¹	189.95 ^f
B2	328.76±8.61 ^e	189.76 ^g
B3	84.47±0.82 ¹	250.14 ^b
B4	73.52±4.36 ¹	538.79 ^a
Ü1	81.62±3.59 ¹	241.29 ^c
Ü2	186.86±10.30 ^h	223.29 ^d
Ü3	201.14±14.07 ^{gh}	133.85 ¹
N1	1885.71±5.71 ^a	6.38 ^m
N2	1207.143±5.00 ^c	8.28 ¹
N3	1349.23±7.33 ^b	5.83 ⁿ
E1	157.33±7.04 ¹	197.88 ^e
E2	214.42±4.79 ^g	141.87 ^h
A1	361.193±4.48 ^d	38.70 ^k
A2	261.14±1.43 ^f	80.79 ¹

B: Bal sirkesi, Ü: Üzüm sirkesi, N: Nar sirkesi, E: Elma sirkesi, A: Alıç sirkesi

a, b, c : Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05) ± : Standart sapma

Sirkelerin fonksiyonel özelliklerden antioksidan kapasite (DPPH) değerleri incelendiğinde, EC₅₀ değerleri 5.83-538.7 $\mu\text{L mL}^{-1}$ aralığında bulunmuş, en yüksek antioksidan aktiviteye sahip N3 nar sirkesinde, en düşük antioksidan aktiviteye sahip yine B4 bal sirkesinde olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlendirmeye göre aynı hammaddeden yapılan sirkelerin antioksidan kapasite değerlerinin ortalamalarına göre en düşükten en büyüğe doğru sırasıyla; nar<alıç<elma<üzüm<bal şeklinde sıralanmıştır. Antioksidan aktivite başlangıçtaki DPPH derişiminin % 50'sinin azalması için harcanan antioksidan miktarını ifade eden EC₅₀ (etkin konsantrasyon) değeri ile verilir (Brand-Williams ve ark. 1995). Bu yöntemde bir antioksidan için ölçülen EC₅₀ değeri ne kadar küçük ise o sirkenin antioksidan aktivitesi o kadar yüksek demektir. Bu sonuçlara göre antioksidan aktivitesi en yüksek nar sirkesi olduğu, bunu sırasıyla alıç>elma>üzüm>bal sirkesinin takip ettiği görülmektedir. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteden sorumlu olduğu ve fenolik madde miktarına bağlı olarak antioksidan aktivitenin de arttığını bildiren birçok çalışma mevcuttur (Hamzalıoğlu ve Gökmen, 2016). Canlı organizma serbest radikallerden korunmak için antioksidatif savunma sistemine sahiptir ve serbest radikallerle antioksidanları organizmada denge durumundadır (Opara, 2004). Bu dengenin serbest radikaller lehine bozulması oksidatif stresin oluşmasına ve sonra serbest radikallerin artmasıyla yaşlanmanın hızlanması, hücre ölümleri, doku ölümleri ve beyin damarlarının tahribatına varan hasarlar gibi birçok olumsuzluklara neden olur. (Tunalı ve ark., 2004). Antioksidanlar serbest radikalleri nötralize etmek, hücreleri onların toksik etkilerinden korumak ve vücudun hastalıklardan korunmasına yardımcı olmasına katkı sağlamaktadır. Bu olayların engellenmesi için antioksidan zengin gıdaların önemi gittikçe artmaktadır.

4. Sonuç

Sirkenin sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle her geçen gün üretimi ve tüketimi artmaktadır. Genellikle üzüm ve elma sirkesi tüketiciler tarafından çok tercih edilse de bu çalışmada; nar, alıç ve elma sirkelerinin fenolik bileşen ve antioksidan kapasitesi bakımından üstün özelliklerinin olduğu tespit edilmiştir. Sirkenin yapıldığı meyve ve bal çeşitlerinin, sirkenin doğrudan fenolik bileşen ve antioksidan kapasitesi üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Ayrıca, bu çalışmada 14 farklı firmaya ait sirke örnekleri analiz edilerek mevzuata uygunluğu, taşıyıcı yapıyı yapılmadığı ile ilgili veriler toplanmaya çalışılmıştır. Analiz edilen sirkelerde kül miktarı, KM, uçmayan asit miktarı, yoğunluk ve şeker miktarları incelendiğinde birkaç parametrede sonuçların standartlara uymadığı görülmektedir. Üzüm sirkesi (Ü1) % KM bakımından ilgili standarda uymadığı, yine benzer şekilde literatürde belirtilen Uçar asit/kül oranı 10-45 arasında olması beklenirken bal (B1) ve alıç (A1) sirke örneklerinde bu oranın

10'un altında kaldığı tespit edilmiştir. Toplam asitlik bakımından B1, B2, B3, Ü3, N3, e2, A1 ve A2 örneklerinin ilgili standarda uymadığı, uçar asit oranı/uçmayan asit oranının literatürde belirtildiği gibi 25 değerinin üzerinde tespit edilmesi nedeniyle sirkeye asetik asit ilavesi yapılma ihtimalini artırmaktadır. Sirke içerdiği asetik asit nedeniyle fazla miktarda bozulma belirtisi göstermemesinden dolayı taklit ve tağşiş bakımından çok fazla üzerinde durulmamaktadır. Ancak sirke taklit ve tağşişe çok müsait bir ürün olması nedeniyle, sirkenin bileşimi, ilgili yasa ve mevzuata uygunluğunun kontrolü ve doğal ve yapay sirkelerin ayırt edilmesi açısından önemlidir. Çoğu ülkede konsantre asetik asidin sulandırılmasıyla elde edilen sirkenin gıda olarak kullanılması yasaklanmıştır. Gıda mevzuatı tüketicinin sağlığını korumak ve onun kandırılmasının önüne geçmek için sirkede bazı alt ve üst değer limitleri belirleyerek üretimin bu sınırlar içerisinde olmasını sağlamaktadır. Bu aynı zamanda haksız rekabetin önüne geçilmesinde de önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Akbaş, M., Cabaroğlu, T. (2010). Ülkemizde Üretilen Bazı Üzüm Sirkelerinin Bileşimleri ve Gıda Mevzuatına Uygunlukları Üzerine Bir Araştırma, *Gıda*, 35:3, 183-188.
- Aktan, N., Gürarda (1990). Tabii ve Katkılı Sirkeleri Ayırımında Esas Alınacak Kriterlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, *Çukurova Üniversitesi Dergisi*, 6:1, 239-255.
- Aktan, N., Kalkan, H. (1998). *Sirke Teknolojisi II. Baskı*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Alak, Gd. (2015). *Bal ve Bal Sirkesinin Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Anonim, (1990). *Recueil des Methodes Internationales D'Analyse des Vins et des Mouts*, Office International de la Vigne et du Vin, Paris, 368s.
- Anonim, (2000). Proposed Draft Revised Regional Standart for Vinegar, Codex Alimentarius Commission, FAO, WHO, Rome.
- Anonim, (2003). Türk Gıda Kodeksi Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği (2003/44). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 22 Aralık 2003 tarih ve 25324 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim, (2004). TSE-Sirke-Tarım Kökenli Sıvılardan Elde Edilen Ürün-Tarifler, Özellikler ve İşaretleme, TS 1880 EN 13188, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Brand-Williams, W., Cavalier, M.E., Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity, *Food Science and Technology*, 28:1, 25-30.
- Budak, H.N., Güzel-Seydim, Z.B. (2010). Sirke Üretimi ve Bazı Fonksiyonel Özellikleri, *Gıda Teknolojisi*, 14 (11), 85-88
- Budak, N.H. (2010). *Elma ve Üzümden Üretilen Sirkelerin Bileşenleri ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Araştırma*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Cabaroğlu, T. (1991). *Neveşehir Ürgüp Bölgesinde Yetiştirilen Şaraplık Beyaz Emir Üzümü Üzerinde Teknolojik Araştırma*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Carnacini, A., Gerbi, V. (1992). L'Aceto di vino, un prodotto da tutelare e da valorizzare. *Indian Bevande*, 21, 465-478.
- Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No. 34, Ankara.
- Chang, H.C., Huang, G.J., Agrawal, D.C., Kuo, C.L., Wu, C.R., Tsay, H.S. (2007). Antioxidant Activities and Polyphenol Contents of Six Folk Medicinal Fems Used as "gusuibu", *Botanical Studies*, 48, 397-406.
- Davalos, A., Bartolome, B., Gomez-Cordoves, C. (2005). Antioxidant Properties of Commercial Grape Juices and Vinegars. *Food Chemistry*, 93, 325-330.
- Garcia, Parrilla, M. C., Gonzalez, G. A., Heredia, F. J. & Troncoso, M. (1997). "Differentiation of Wine Vinegars Based on Phenolic Composition", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 3487-3492.
- Garcia-Parilla, M.C., Heredia, F.J., Troncoso, A.M. (1999). Sherry Wine Vinegar: Phenolic Composition Changes During Aging. *Food Research International*, 32, 433-440.
- Garzón, GA., Wrolstad RE. (2009). "Major Anthocyanins and anTioxidant Activity of NasturtiumFlowers (Tropaeolum majus)" *Food Chemistry* 114:44-49
- Gerbi, V., Zeppa, G., Beltramo, R., Carnacini, A., Antonelli, A. (1998). Characterization of White Vinegars of Different Sources with Artificial Nneural Networks. *Journal of the Science in Food and Agriculture*, 78, 417-422.
- Gökırmaklı, Ç., Budak, H.N., Seydim, Z.B.G., (2019). Sirkenin Sağlık Üzerine Etkileri, *Gıda* 44 (6), 1042-1058
- Hamzahoğlu, A., Gökmen V. (2016). Interaction between Bioactive Carbonyl Compounds and Asparagine and Impact on Acrylamide. *Acrylamide in Food*, 355-376.
- Kılıç, O. (1976). Piyasada Satılan Sirkelerin Bileşimleri Üzerinde Bir Araştırma, *Gıda Dergisi*, Ankara, 1(4/5):121-125s.
- Kılıç, O.(1976). Piyasada Satılan Sirkelerin Bileşimleri Üzerine Bir Araştırma, *Gıda*, 121-124.
- Kırcı, H.,(2017). *Güvem (Prunus spinosa) Meyvesinden Fonksiyonel Sirke Üretimi* (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ
- Kırk, R.S., Sawyer, R. (1991). *Pearson's Composition and Analysis of Foods*. 9th. Edition, Longman Scientific& Technical, England, 705-710.
- Kondo, S., Tayama, K., Tsukamoto, Y., Ikeda, K., Yamori, Y. (2001). Antihypertensive Effects of Acetic acid and Vinegar on Spontaneously Hypertensive Rats. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 65, 2690-2694.
- Kris-Etherson, P.M., Hecker, K.D., Bonanome, A., Coval, S.M., Binkoski, A.E., Hilpert, K.F., Griel, A.E., Etherton, T.D.,(2002). Bioactive Compounds in Foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *American Journal of Medicine*, 113, 71-83.

- Masino, F., Chinnici, F., Bendini, A., Montevecchi, G., Antonelli, A.A. (2008). Study on Relationships Among Chemical, Physical, and Qualitative Assessment in Traditional Balsamic Vinegar. *Food Chemistry*, 106, 90–95.
- Morales, M.L., Benitez, B., Troncoso, A.M. (2004). Accelerated Aging of Wine Vinegar with Oak Chips: Evaluation of Wood Flavour Compounds. *Food Chemistry*, 88: 305-315.
- Opara, E.c. (2004). Role of Oxodative Stress in the Etiology of Type-2 Diabetes and The Effect of Antioxidant Supplementation on Glycemic Control. *Journal of Investigation Medicine*, 52, 19-23.
- Ough, C.S., Amerine, M.A. (1988). *Methods for Analysis of Must and Wines*. Second Edition, A Wiley-Interscience Publication, 377s.
- Özen, M. (2018). Vişne Sirkesinin Üretim Aşamalarında Antioksidan Ve Biyoaktif Bileşenlerin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üni, versitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta
- Pham-Huy, L. A., He, H., Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, Antioxidants in Disease and Health, *International Journal of Biomedical Science*, 4, 89-96.
- Plessi, M. (2003). Vinegar. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Caballero B, Trugo L.C, Finglas P.M. ,Academic Press, Oxford, pp, 5996-6003.
- Prescott, S.C., DunN, C.G. (1959) .*Industrial Microbiology*, McGraw-Hill Book Company, Inc., United States of America, 945.
- Samanidou, V.F., Antoniou, C.V., Papadoyannis, I.N (2001). Gradient RP-HPLC determination of free phenolic acids in wines and wine vinegar samples after Spe, with photodiode array identification. *Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies*, 24, 2161-2176.
- Şahin, İ., Yavaş, İ., Kılıç, O. (1977). “Kuru Üzüm Sirkesi Üretiminde Öğütme ve Çeşitli Katkı Maddelerinin Fermantasyon Süresi ve Verime Etkileri”, *Gıda Dergisi*, 2 (3), 95-110.
- Şahin, İ., Kılıç, O. (1981). Kuru üzüm ve şarap sirkelerinin Bileşimleri ve kontrol Yöntemleri Üzerine Araştırma, *Gıda*, 6 (6):5-15.
- Tan, S.C.(2003). *Vinegar Fermentation*, Yüksek Lisans Tezi, Louisiana State University School of Nutrition and Food Sciences, Lafayette, ABD.
- TS 522. (1976). Şarap Muayene Metodları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Tunalı, Z., Öztürk, N., Kaan, M., Başer, K.H.C., Duman, H., Kırınır, N. (2004). Bazı Sideritis Türlerinin Antioksidan Etki ve Fenolik Bileşikler Yanında İncelenmesi, 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 130-138.
- Ünal, E., (2007). *Dimrit Üzümünden Değişik Yöntemlerle Sirke Üretimi Üzerine Bir Araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi), 60s. Adana.
- Xu, Q., Tao, W., & Ao, Z. (2007). Antioxidant Activity of Vinegar Melanoidins. *Food Chemistry*, 102(3), 841-849.
- Verzielloni, E., Tagliacucchi, D., Conte, A. (2007). Relationship Between The Antioxidant Properties and The Phenolic and Flavonoid Content in Traditional Balsamic Vinegar. *Food Chemistry*, 105, 564-571.
- WHO, (1987). Draft European Regional Standard for Vinegar, Codex Alimentarius Commission, Switzerland.